

論 說 報 告

第 22 卷 第 10 號 昭 和 11 年 10 月

常 流 沈 澱 池 に 就 て

會 員 工 学 博 士 池 田 篤 三 郎*

On the Continous Flow Sedimentation Basin

By Tokusaburo Ikeda, Dr. Eng., Member.

要 旨

本文は名古屋市上下水各種沈澱池に就て行へる流速，流過時間，沈澱効率等の調査の結果を述べ、併せて沈澱池の形状と効率の関係を論じたものである。

目 次

	頁
第 1 章 總 説	1
第 1 節 緒言	1
第 2 節 名古屋市上下水沈澱池の変遷	2
第 3 節 沈澱に関する諸説	5
第 4 節 上下水道用凝結剤	9
第 2 章 沈澱池の構造	10
第 1 節 上水沈澱池	10
第 2 節 下水第 1 沈澱池	13
第 3 節 下水第 2 沈澱池及汚泥槽	15
第 4 節 混糞装置	16
第 3 章 池内の流れ	17
第 1 節 方形沈澱池に於ける流れ	18
第 2 節 円形沈澱池に於ける流れ	22
第 3 節 矩形沈澱池に於ける流れ	25
第 4 章 流過時間	26
第 5 章 沈澱効率	31
第 1 節 上水沈澱池	31
第 2 節 下水第 1 沈澱池	32
第 3 節 下水第 2 沈澱池及泥汚槽	35
第 6 章 結論	36

第 1 章 總 説

第 1 節 緒 言

水中浮游物の沈澱作用は水及粒子に作用する重力の差に依るのであるから、最大沈澱量を得るには水を静止の状態に置くのが最良であることは當然であつて、之は少量の水を取扱ふ場合には可能であるが、大都市上下水道に

* 名古屋市水道部長

於ける如く大量を扱ふ場合には莫大な面積を要し實行不可能に近いから絶えず一方より取入れ反対側から引き出す常流式が廣く行はれてゐる。

さて常流式沈澱池に於て若し流入水が何等他の影響を受くることなしに理論的に池の流水の方向に直角の断面一様に流下すると假想した場合、之に要する時間を滯溜時間と云つてゐる。

而して實際には流入水の大部分は入口から出口までの最小抵抗線を通らうとするから抵抗大なる部分は流速小となり或は全く停滯する。従つて流入水が池内に在る時間は滯溜時間に比して著しく短縮せられる。この時間を流過時間と稱してゐる。

従つて流過時間の小なることは池内に停滯乃至溜流部分のあることを意味し、此の部分へは浮遊物を有する原水の流入すること少く新たな沈澱は起らない。一方動いてゐる部分でもその流速が粒子の沈降限界速度以下でないと沈澱は起らない。又一旦沈澱せる粒子はその沈降限界速度より餘程大きな流速でないと再び流下しない。

而して池内流速は池の形状、温度、洗出入の方法等に依つて異り、従つて沈澱効率も之等に支配せられる。

従前上下水沈澱池は主として常流式矩形が用ひられ流入は池の片側一點より行ひ、他側の一點より引出す形式が多數であつたが流過時間を延長するため順次池の片側全面から取入れ他側全面より一様に流出する形に変わり最近では汚泥聚集機が使用せられると共に原水は中央より流入し、全周より溢流する所謂放射流沈澱池も用ひられる様になり、従て形も方形又は円形となり導流壁なども何時の間にか姿を消した。

名古屋市では從來各種の沈澱池を建設して來たが最近沈澱効率の増加、沈澱汚泥の瓦斯化防止、汚泥處理の簡易化、豫備沈澱池の節約等諸種の理由から汚泥聚集機を具備せる各種の放射流沈澱池を建設し、各般の調査を行つたのでその結果を述べ、更に之等を基礎として池の形状、其他に就て吟味を行はんとするものである。

第 2 節 名古屋市上下水沈澱池の変遷

(1) 上水沈澱池 名古屋市上水道の鳥居松沈澱池は市内鍋屋上野浄水場を距る北方約 8 km の地點にあり、矩形常流式 5 池より成り内 3 池は大正 3 年に建設され他の 2 池は大正の末期に増設せられたものである(圖-1 参照)。

5 池の容量は建設當時計畫水量の約 30 時間分にして、沈澱の目的以外に特に原水濁濁し取入れを中止する等の際に貯水池として役立つてゐる。

而して濁度高き場合には池の上流約 1 km の地點に於て薬品を注入してゐたが其後操作不便のため之を構内に移転して作業を行つてゐる。

圖-1. 鳥居松矩形沈澱池

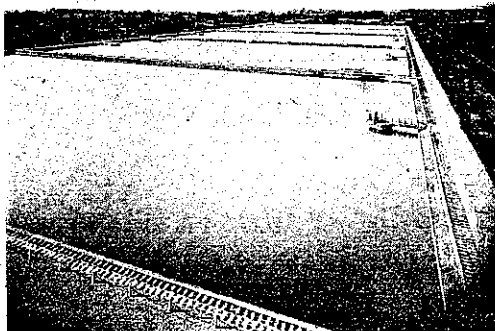
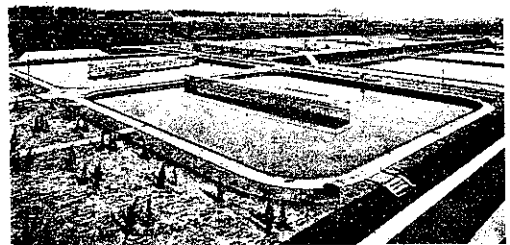


圖-2. 方形及円形沈澱池



尙流入は當初鐘口管にて 1 ケ所より行つてゐたが其後全面より比較的一様に流入する様流出口を廣めると共に流水の勢力を殺ぐ爲阻壁を有する流入室を設けた。本池は常時は自然沈澱に使用せられてゐるが、濁濁時には混糞沈澱池として用ひられ又前述の如く貯水池としても働いてゐる。

更に最近擴張の際築造せられた沈澱池は建設費の節約、沈澱物排除の便利、下流へ汚泥排除の關係等から豫備池を廢し常時沈澱物を排除する事の出来る汚泥聚集機を具へたる方形池 2 池及円形池 2 池である(図-2 参照)。而して之等は自然及混糞の何れにも使用し得る様になつてゐる。

以上を通じ形は矩形より方形或は円形に、取入方法は矩形では 1 ケ所から流入してゐたものを出来る限り池の幅全体より流入する様になり、又方形或は円形で汚泥聚集機を有するものでは中央から流入する様になつて来た。尙聚集機設備の結果掃除のための豫備池が必要でなくなつた。

(2) 下水沈澱池 名古屋市中央部下水管布設完了當時は唧筒排水の場合のみ砂礫類を除去するための沈砂池を有してゐるに過ぎなかつた。

表-1. 名古屋市沈澱砂池一覽表

而して之等は凡て長方形で流速も比較的大でありその大き及流速は表-1 の通りである。

場 所	流 入 量 (l/sec)		流入流量時 流速 (m/sec)	流入流量時 滞留時間(分)	池 底 傾 斜 (m)			断面積(㎡)	傾 斜
	平均量	最大量			有 効 長	有 効 幅	有 効 深		
堀留處理場(池)	252.5	815.0	2.37	28.2	12.00	3.70	4.93	3.44	2° 並列
同 (池)	222.0	626.0	2.38	28.0	12.20	3.65	4.72	2.63	2° .
傳馬處理場	254.0	530.0	2.74	29.9	16.30	13.00	1.50	12.50	4° .
傳馬町處理場	260.0	617.0	3.00	28.8	15.75	11.40	1.80	24.52	3° .
田端橋唧筒所	67.0	223.0	1.26	28.3	6.30	2.40	0.74	12.76	2° .
高蔵唧筒所	121.5	338.0	2.41	24.2	6.00	2.00	0.70	14.00	2° .
中島唧筒所	114.5	354.0	2.40	24.2	6.00	3.00	0.50	15.00	1°

其後下水處理が行はるるに到り浮游物除去の必要を生じ

沈砂池に比して寸法の大きな流速の小さい所謂第 1 沈澱池が建設せられた。即ち昭和 5 年完成せる堀留處理場では矩形沈澱池にて粗大固形物を除去し更に長 16.4 m, 巾 4 m, 深 9.2 m, 滞留時間約 20 分の沈澱池を通過し曝氣槽に送水せられてゐたが、此の沈澱池は深い爲沈澱せる汚泥を時々除去するのみでは次第に腐敗し沈澱を防げ或は浮渣となつて流下する缺點があつたので常時汚泥排除の出来る様汚泥聚集機が取付けられた。

更に最近建設せる露橋及傳馬町下水處理場の第 1 沈澱池(図-3 及図-4 参照)は凡て円形で中央より流入し周圍より溢流する放射流をなし聚集機は上水用と異り軸転型である。

図-3. 露橋下水第 1 沈澱池

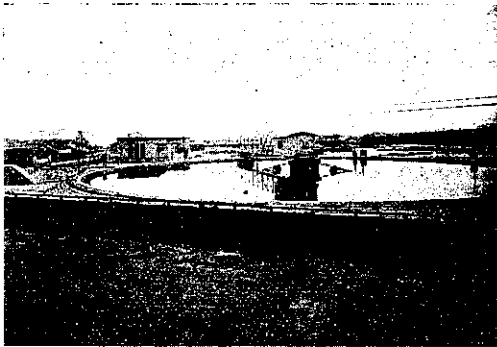
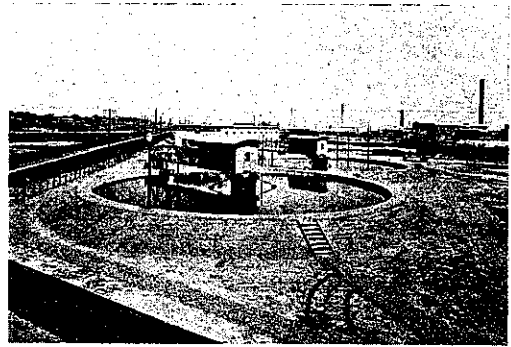


図-4. 傳馬町下水第 1 沈澱池



尙曝氣後汚泥沈澱のための所謂第 2 沈澱池は堀留及熱田處理場にあり、その形状は方形で底は倒角錐形をなし下水は水面下約 2 m の點に流入し上昇後四方より溢流する垂直並に放射流をなすものである。

而して目下露橋下水處理場に建設中の第 2 沈澱池は第 1 沈澱池と同様浅い円形で汚泥聚集機を取付けること

になつてゐる。

この他に天白汚泥処理場には沈澱池の一種である促進汚泥の濃度を高むるための円形汚泥脱水槽がある。
名古屋市の下水第1, 第2沈澱池は共に薬品を使用して居ないが汚泥を真空濾過機により脱水する場合に限り脱水を容易ならしむるため過鹽化鉄を混入してゐる。

(3) 各地沈澱池の實例 (a) 上水沈澱池: 従来我國の上水沈澱池は二, 三の例を除いては矩形にて斜壁を有するものと垂直壁を有するものゝ兩種があり, 早く建設されたものには導流壁を有するもの又は阻壁を配列せるものが多い。

我國主要都市のものを示すと次の様である。

i. 矩形沈澱池

- イ 導流壁を有するもの 平底型
- ロ " 有せざるもの "
- ハ " " 船底型

京都市
廣島, 江戸川, 高崎, 佐世保, 仙臺
名古屋市, 東京淀橋

ii. 円形沈澱池, 汚泥聚集機なし
汚泥聚集機あり

仙臺, 神戸 (円形にて二つに分る)
名古屋

iii. 方形沈澱池, 汚泥聚集機あり

名古屋

海外の例を示すと表-2 第の通りである。

表-2 海外に於ける上水沈澱池

場名	水面積(m ²)	平均池深(m)	平均流下速度(分)	平均流下距離(分)	停留時間(分)
East Jersey	495.0	13.0	39.4	3	1.30
Jewell Pittsburgh	12.0	2.1	—	—	0.60
Warren Pittsburgh	16.1	3.0	—	—	1.05
Detroit Mich.	23,100.0	4.8	303.0	63	2.00
Ithaca	431.0	3.5	72.7	23	3.20
Watertown	905.0	4.1	81.8	20	4.00
Cleveland	17,600.0	4.4	153.0	34	3.36
Baltimore Md.	13,600.0	5.5	212.0	29	3.00
Wardlair Chi.	288.0	12.1	—	—	9.00

Finn's Hand book 642頁*

場名	容量(m ³)	平均池深(m)	平均流下速度(分)	平均流下距離(分)	停留時間(分)
Grand Rapid	653.6	2.1	4.8	22.9	0.44
Cincinnati Ohio	13,000.0	不規則	—	—	4.8
Minneapolis Miss.	69,221.6	6.9	263.1	38.1	5.0
Louisville Ky.	300,000	—	—	—	9.6
Obertin Ohio	16,200	5.4	—	—	7.5
St. Louis Mo.	630	3.6	30.0	8.3	—

森慶二郎氏 水工学 535頁**

表-3 海外に於ける下水沈澱池

場名	水面積(m ²)	平均池深(m)	平均流下速度(分)	平均流下距離(分)	停留時間(分)	種類	形状
Decatur Ill.	440	4.00	3.60	6.75	0.5	水平池	矩形
"	415	3.60	11.5	3.20	0.53	"	"
Cleveland O.	516	3.90	22.75	2.55	1.00	"	"
Grand Rapids Mich.	588	3.00	12.1	4.03	1.84	"	"
Baltimore Md.	4000	3.80	128.0	33.70	3.50	"	"
"	7370	3.20	89.0	77.80	3.50	"	"
Akron O.	3000	2.30	19.7	8.56	1.60	"	"
Worcester Mass.	6700	4.55	364.0	8.05	2.20	"	"

Engineering News-Record 1934-1935-2-2 Sewage Plant Survey**

場名	水面積(m ²)	平均池深(m)	平均流下速度(分)	平均流下距離(分)	停留時間(分)	種類	形状
Hartford	83.5	1.62	4.57	1.82	3.95	"	"
Keel	37.2	2.03	3.05	1.20	6.31	"	"
Antigo	114.0	1.83	5.35	2.22	2.97	"	"
Ridge Wood	196.0	1.83	7.00	3.82	3.60	"	"
Sinoux Falls	255.0	3.12	10.70	3.43	5.73	"	"

Public Works May 1928**

(b) 下水沈澱池: 下水沈澱池は, (1) 比較的無機物的の大粒子を沈澱せしむる沈澱池と, (2) 浮游物の大部を除去するための第1沈澱池並に, (3) 促進汚泥法又は濾床にかけた流出下水を更に沈澱清澄とするための第2沈澱池の大体3者に大別せられるが, (1)を除き(2), (3)に就てのみ我國の例を形の上から見ると次の様である。

i) 矩形沈澱池, 東京三河島 (I), 東京芝浦 (I)

ii) 方形沈澱池 (a) 角錐形
(b) 汚泥聚集機を有するもの

名古屋堀留及熱田 (II)
東京芝浦 (I), 豊橋 (I) (II), 京都 (I) (II), 名古屋 (I)
名古屋 (露橋及傳馬町) (I) (II)

iii) 円形沈澱池 (a) 汚泥聚集機を有するもの
(b) " 有せざるもの

東京三河島 (II)

(上表中 (I) は第 1 沈澱池, (II) は第 2 沈澱池を示す)

海外の例は表-3 の通りである。

第 3 節 沈澱に関する諸説

水中の浮游物又は薬品に依り凝結せられた粒子の沈澱に関しては従来種々の実験並に理論が発表せられてゐるが其の主なるものを列挙する。

(1) **Stokes の法則及水の性質** Stokes は粒子沈降に影響を及ぼす諸因子を考慮に入れ沈降速度を次の如く表はしてゐる。

$$v = \frac{2}{9} g \frac{s-s'}{\eta} r^2 \dots\dots\dots(1)$$

但し v : 沈降速度 (mm/sec) , g : 重力の加速度 (mm/sec/sec)
 s', s : 水及沈降粒子の比重 , η : 水の粘性係数 (gr/cm/sec)
 r : 粒子の半径 (mm)

而して Stokes の法則は径 85 μ (0.085 mm) よりも小なるものにも適合し、一般には粒子の直径が 0.1 mm よりも小なる場合は粘性の影響が大で 0.1 mm 以上の場合は表面摩擦 (skin friction) の影響が大であるとされてゐる。

Stokes の法則に於て沈降速度に影響を及ぼす水の比重は水温に左右せられ水温が高くなると比重が減じ浮游粒子の沈降速度は大となるもので夏期に於て比較的沈降効率の擧ることから見ても明らかである。水温の上昇が水の比重に及ぼす影響は表-4 の如くである。

表-4. 水温と水の比重

水温 C	水					氷				
	0	10	20	30	40	0	10	15	20	30
比重	0.9998	0.9986	0.9972	0.9957	0.9940	0.9997	0.9991	0.9982	0.9971	0.9958

次に水の粘性と水温との関係は Poiseuilli 氏は実験に依り次式を以て表してゐる。

$$\eta = \frac{0.0179}{1 + 0.03368T + 0.000221T^2} \text{ , 但し } T: ^\circ\text{C}$$

而して 50°F に於ける水の粘性 $\eta_0 = 0.01303$ にて池の水温大なるときは $\eta = \eta_0 \frac{60}{t+10}$ にて表はし得る (但し $t: ^\circ\text{F}$)。

之を Stokes の式 (1) に適用すると沈降速度は次式を以て表はされる。

$$v = 418(s-s') d^2 \frac{t+10}{60} \dots\dots\dots(2)$$

(2) 式に於て $s = 2.65$ (石英砂) とすれば

$$v = 690 d^2 \frac{t+10}{60} \dots\dots\dots(3)$$

又 $s = 1.20$ (汚泥) のものでは

$$v = 84 d^2 \frac{t+10}{60} \dots\dots\dots(4)$$

となる。

更に Hazen 氏は径 0.1~1.0 mm の石英砂 ($s = 2.65$) に就ての実験より沈降速度を次式で表はしてゐる。

$$v = 100 d \frac{t+10}{60} \text{ , } v: (\text{mm/sec}) \dots\dots\dots(5)$$

又 $s = 1.2$ のものに對して Stokes の法則が適用し得る事とすれば

$$v = 12 d \frac{t+10}{60} \dots\dots\dots (5a)$$

となる。

(2) 固形物(浮游粒子)の性質 (a) 形状及大小: 粒子の形状が沈降速度に影響を及ぼすのは表面摩擦を異にするためで粒子の重量は d^3 にて変化し, 表面積は d^2 にて変化するから単位重量當りの表面積の大きさは d に反比例する。又同一重量のものでは球状が最小の表面積を有し稜角状のものは大なる表面積を有し表面摩擦が大で従つて沈降速度は小である。

粒径と沈降速度に關しては Hazen 氏其他により次の如く述べられてゐる。

$$\begin{cases} \text{i) } d \geq 1.00 \text{ mm ならば} & v \propto \sqrt{d} \\ \text{ii) } 0.10 \text{ mm} \leq d \leq 1.00 \text{ mm ならば} & v \propto d \\ \text{iii) } d \leq 0.1 \text{ mm ならば} & v \propto d^2 \end{cases}$$

尙粒子の大小及形による沈降速度の實驗式を列挙すると次の様である。

(a) 鶴見一之氏; $\begin{cases} \text{i) } v = 171.5 d & R = 45 \sim 300 \\ \text{ii) } v = 81.4 d^{0.667} & R = 300 \sim 3200 \end{cases}$
(但し R はレイノールド数)

(b) Rittinger 氏; $v = 4.43 \sqrt{(s-1)d}$
(但し s は粒子の比重)

形; 球 $v \times 0.62$, 扁平 $v \times 0.435$, 細長 $v \times 0.54$

(c) Gilbert 氏; $v = \left\{ \frac{1}{1.28} (s-1)d \right\}^{\frac{1}{2.7}}$

(U. S. Geological Survey Paper No. 86 による)

(b) 固形物の比重, 濃度及汚泥の性状: 固形物の比重が沈降速度に及ぼす影響は水の比重との差に比例し水の比重の最大値 1.0000 の時比重を異にする粒子の沈降速度は Babbit 氏に依れば表-5 の如くである。

又 Imhoff 氏は汚泥の性状を次の如く分類してゐる。

(i) 粒状汚泥 (granular sludge)

各粒子が等しい沈降速度を有し各個別々に沈降するものを云ふ。

(ii) 塊状汚泥 (floccular sludge)

粒子が相集つて大塊をなしてゐるもので促進汚泥及混薬汚泥 (chemical floe) は其の例である。

次に Carpenter 氏は粒子の濃度に依る除去率を示すに

$$R = \frac{m(c-a)^n}{s}$$

R : 除去率 (%), c : 濃度 (p.p.m), s : 粒子の比重
 a, m, n : h (深), s (比重), D (滞留時間) に依る常數

なる關係を示し, 更に比重 1.0 に近き汚泥の細粒の沈澱には次の如き關係ある事を示した。

表-5. 粒子の比重と沈降速度 (mm/sec)

比重	0.5	1.0	2.5	5.0
1.1	0.17	0.47	3.30	5.9
1.2	0.35	0.94	6.60	12.0
1.5	0.85	2.40	16.50	29.0
2.0	1.70	4.70	33.00	58.0
2.65	2.90	8.20	53.00	100.0

$$R = C \left[\frac{40}{50-t} \right] \sqrt{\frac{(61-d)(D+226)}{227(C+40) \left(C + \frac{216-D}{2.4} \right)}}$$

R: 除去率 (%) C: 濃度 (p. p. m), d: 深さ (呎)

D: 滞留時間 (分) t: 池内平均水温, 他は前同様

(3) 沈澱池の機構 水中浮游物は前述の諸法則により沈澱する筈であるが、實際浄水場、下水処理場等にて得らるゝ沈澱効率に原水、設計又は操作方法等を異にするため一定なものを得難く Townsend 氏の謂ふ如く、すべての原水に就て設計上共通な基礎的因子を定める事は困難である。

以下主として沈澱池の水力、機構及汚泥取扱の機械的装置に關して従來の諸説を次の順序にて述べる。

(1) 滞留時間及び流過時間, (2) 池内流速, (3) 深さ及深さと長さとの關係, (4) 流入口, 流出口の装置, (5) 沈澱に影響する其他の諸機構

(1) 滞留時間及流過時間: 滞留時間と流過時間とは理論上一致すべきであるが、實際には種々の原因に依り流過時間は滞留時間に比し著しく短縮する。

Baylis 及 Clifford 氏に依れば上水にては流過時間は滞留時間の 1/4, 下水では 1/6 と稱し C. H. Capen 氏は New Jersey 州の 5 處理場での實驗より 1/10~1/2 であると稱してゐる。

尙與へられたる滞留時間 (D) に對しての浮游物除去率 (R%) は C_1, C_2, C_3 を原水及沈澱池の性質による常數とすると

$$R = C_1 - \frac{C_2}{D + C_3}$$

にて表はし得ると云はれてゐる。

Babbit 及 Schlenz 氏の試験に依れば除去率は

$$R = \frac{(D+226)C}{3.72 \left(C + \frac{216-D}{4} \right)}$$

R: 除去率 (%), C: 固形物濃度 (p. p. m), D: 滞留時間 (hr)

となつてゐる。

(2) 池内流速: 沈澱池内の流速が沈澱に及ぼす影響は粒子の大きさ, 比重, 池の形狀寸法等に依り異なる。

Gilbert 氏は流水中の種々の比重の粒子に就て粒径と掃流流速 (沈澱を起さない最小流速を云ふ) の關係を述べて粒径 $d > 0.1 \text{ mm}$ の範圍に於ては掃流流速は甚だしき変化なきも, $d < 0.1 \text{ mm}$ になると粒径小となるに従ひ掃流流速は急激に減ずる。而して我々が當面する上下水沈澱池に於ては $0.1 \text{ mm} > d > 0$ の範圍が多く問題となるのであつて, 此の範圍にあるものに對して特に注意が必要であると云つてゐる。

次に比重を異にする粒子の径と掃流流速との關係を Gilbert 氏は次式で示してゐる。

$$d = \frac{1.28(v)^{2.7}}{s-1} \quad (d: \text{粒子の径 (mm)}, \quad v: \text{掃流々速 (mm/sec)}, \quad s: \text{粒子の比重})$$

更に池内流速の許容限度に關する諸氏の意見を擧ぐれば

- イ) Imhoff 氏; 51 mm/sec
 ロ) Fuller 氏; 4.8~12.7 mm/sec

- ハ) Smith 氏及 Babbit 氏;
 生水; 5.1 mm/sec
 促進汚泥; 2.5 "
- ニ) Folwell 氏; 12.7 "
- ホ) Babbit 氏及 Schlenz 氏; 50.6 " 以内

以上の如く池内流速の許容限度は 4.3~51 mm/sec の廣範圍に亘つてゐる。要するに處理すべき原水に含まるる粒子の大きさ並除去す可き程度に依り適當なる池内流速を定めねばならぬ。而して普通水質の下水第 1 沈澱池では大体 10 mm/sec の流速を限度とし、第 2 沈澱池では更に小なる流速に保つ可きであると云はれてゐる。

更に沈澱せる粒子の再浮揚する流速に關し Metcalf 氏及 Eddy 氏は粒子の沈澱速度の 20~40 倍の流速も與へないと浮揚しないと云つてゐる。

(3) 深さ及深さと長さの比: Hazen 氏は沈澱作用は池の面積にのみ左右せられ深さには全く關係がないと云ひ、又 Fuller 氏は理論的には池の深さは何等沈澱結果に影響を及ぼすものでないが事實上浅い池の方が効果を擧げてゐると述べ、Babbit 氏は常流式の沈澱池では實用上有效深は 3.0~1.2 m 程度とす可きであると云つてゐる。

次に Carpenter 氏の行つた深さ異なる A (深 0.6 m) B (深 0.9 m)、の二つの沈澱池に就ての實驗を見るに沈澱效率は砂粒 (比重=2.65) では A が B より 19% 効率良く石炭粉では (比重=1.29) A が 9% 優つてゐる。

更に Babbit 氏並に Schlenz 氏は固形物除去率 (R) と深さ (d) との關係を

$$R = \frac{(61-d)C}{0.61(C+40)} \quad R: \%, \quad d: \text{深さ (呎)}, \quad C: \text{濃度 (p.p.m)}$$

にて表はしてゐる。

一例を示せば次の如くである。

池の深さ (m)	0.6	1.8	3.0	4.2
除去率 (%)	80.7	75.3	69.8	64.4

結局深さは許し得る限り小なるもの、即ち深さと長さとの比の大なるものが好ましく、然し浅きに失すれば風及汚泥除去装置の攪亂作用の影響にて甚だしく効率を減じ自ら制限あるものと考へられる。

(4) 流入口、流出口の装置: 池内流速の不均一は主として流入並に流出口の装置不備に依るもので之がため、渦流帯、静水帯、急流帯等を生じ有效断面を減じ流過時間は減少する。

Capen 氏は鹽濃度法 (salt concentration method) に依り實測した結果から流過時間は滯留時間の 48~9% の範圍にあると述べてゐる。

流入口、流出口の異状の流速又は渦流其他を生ずるのは流入水の運動の勢力に依るものであつて、此の流速を小にする目的のため種々の装置が使用され、Babbit 氏は流入流出は水面又は水面近くから行ひ且つ池全体に行き直る様にし、流入口には凡て前方に阻壁を設く可しと稱し、Clifford 氏はこの目的で Clifford 式流入口の考案をした。又 R. F. Gondey 氏は片側流入口、片側流出口の聚集材を有する流過時間が設計滯留時間の 30% の方形沈澱池に於て池内に 2 條の鋼製流出樋を設け、之により 12 m の堰長を約 70 m とせしに流過時間は設計の 1.5 倍になつたと述べてゐる。A. M. Rawn 氏は Losangeles にて巾 3.8 m、長さ 15 m、深さ 3.6 m、流出堰長 3.8 m

の矩形池にて普通縦の方向に操作せしものを横の方向にし流出堰長を 11.5m としたるに普通の場合より 33% 大なる除去率を得た。

又 A. J. Fisher 氏が聚集機を有する方形沈澱池に於て流出堰長を異にして實驗せし結果は表-6. の如くなつてゐる。

(5) 沈澱に影響する 其他の諸機構 a) 池の形状: 池の形状は地質、建設費及汚泥除去装置の関係等で方形、矩形、円形等が適當に擇ばれるが矩形の場合長さが巾より適當に大であれば流入口、流出口に生ずる静水帯、渦流帯を減じ比較的均一流となり、沈澱面積を増大して有効と云はれてゐる。

而して廻轉式汚泥聚集機を有する方形及円形放射

流沈澱池の何れが有效なるかに關して Dorr 會社は同一水面積の方形と円形とを比較し次の 3 點を擧げ方形を推奨してゐる。

- i) 土地面積を有効に使用し得ること。
- ii) 溢流堰の長いこと。
- iii) 機械費の安いこと。

iii) に就ては著者は首肯し難い點もあるが之は革めて詳述する。

b) 阻壁、導流壁: 阻壁は流入口の渦流並に静水帯を減じ流水を減じ流水を均一にし又既に一部沈澱せるものに未沈澱水を混じて効率を減ずる事なき様にしてゐる。阻壁が適當に設けらるれば沈澱效率は 25% 以上も増加すると Metcalf, Eddy 兩氏は述べてゐる。

又導流壁は配置が適當であれば流下行程は長く均一流となり效率は大となるも不適當なる時は反つて流速を増し効率を減ずると云はれてゐる。

c) 底部面積: Hazen 氏は沈澱作用は底部面積のみに依ると述べて水深 d なる池を $d/2$ として 2 段に作れば底部面積は倍加すると共に效率は 2 倍となるも之は深さを半分にしたためでなく底部面積を増したためであると述べてゐる。

第 4 節 上下水道用凝結劑

自然沈澱法にて充分に浮游物質を除去し得ない場合或は下水汚泥の真空濾過脱水等の場合には之等の中の微細なる懸濁質を凝集し大塊となし沈降速度を大ならしめるため凝結劑を使用する。即ち藥品により不溶性の水酸化物を生成し之により濁濁粒子、着色粒子、有機性無機性の膠質物質、細菌等を凝集して大塊となし沈澱作用を促進せしめ、又真空濾過脱水の場合には汚泥を大塊となしフェルトにかゝり易くするのである。

凝結に用ひらるる藥品としては石灰 (CaO)、硫酸第一鉄 (FeSO₄)、硫酸礬土 (Al₂(SO₄)₃)、硫酸 (H₂SO₄)、曹達灰 (Na₂CO₃)、硫酸第二鉄 (Fe₂(SO₄)₃)、無水硫酸 (SO₂) 等が擧げられ汚泥脱水の際には過鹽化鉄 (FeCl₃) が多く用ひられ尙此の外に無機性補助材として粘土硅藻土、褐炭、泥灰石、泥炭、紙パルプ等が用ひられる。

次に藥品の量は原水の濁度、アルカリ度、水温等に依つて変化するが我國大都市並に米國諸都市の混藥量は表 7 の如くである。

名古屋市に於ては各種濁度の原水を内径 50mm 高さ 500mm、の硝子筒にとりその濁度に適する量の硫酸礬土

表-6.

流出率 (gal/ft)	浮游物量 (流出水) (p.p.m)	
	短 堰	長 堰
580	16.5	10.2
935	39.0	20.3
1285	46.5	28.5

表-7. 諸都市の薬品使用量表

(1) 横浜市

原水濁度	硫酸礬土 (ppm)	曹達灰 (ppm)	原水濁度	硫酸礬土 (ppm)	曹達灰 (ppm)
20	3	普通灰・米水	250	21	
30	4	濁度300度以上	300	25	15
50	5	場合-同-共	350	20	17
70	7	1.使用量-概	400	32	19
100	9	2.硫酸土-60%	450	35	21
130	13		500	43	26
160	16		600	48	27
200	18		700	52	30

河口市 上水工學社

(2) 大阪市

濁度	硫酸礬土 (ppm)	石灰 (ppm)	濁度	硫酸礬土 (ppm)	石灰 (ppm)
10	1.0	3	150	27	0
20	1.7	5	200	30	2
40	1.2	6	250	33	2
60	2.1	6	400	32	11
80	2.2	7	600	47	12
100	2.4	7			

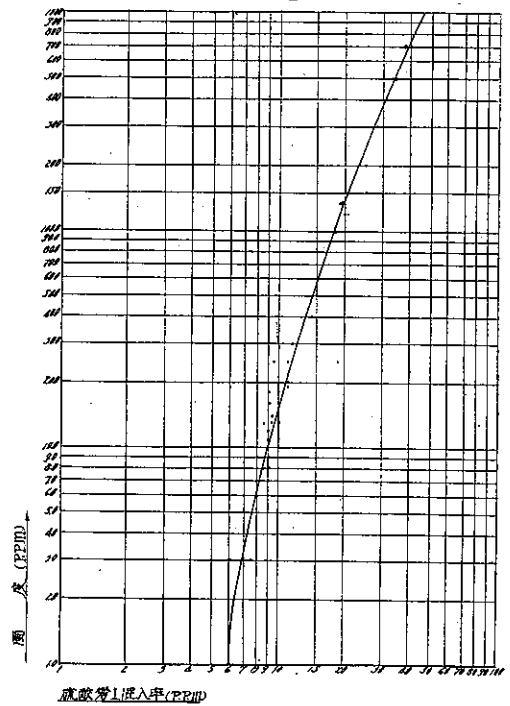
森氏 水工學社

(3) 京都市 (金町)

濁度	硫酸礬土 (ppm)	石灰 (ppm)	濁度	硫酸礬土 (ppm)	石灰 (ppm)
20	11	0	200	35	0
30	13	0	300	32	0
120	16	0	400	47	10
160	20	0	400	33	15
200	25	0	600	60	16
240	30	0	800	70	18

河口市 上水工學社

図-5. 名古屋市硫酸礬土混入率表



(Al₂O₃ 含量 17%) を注加し 2 時間静置後上澄水の濁度を測定し、50% 以上の除去率を示したものを更に径 50mm, 砂層厚 300mm (有効径 0.43mm, 均等係数 1.8) の硝子製濾過装置にて濾速約 120m/day を與へて濾過し濁度並に細菌除去率の最も良好なる量を以て注加率としてゐる。試験結果は表-8 及び図-5 の如く之より各濁度に應ずる注加率を求めてゐる。

第 2 章 沈澱池の構造

第 1 節 上水沈澱池

I. 放射流沈澱池 池の配置は図-6 の如く原水比較的澄清なる時は薬品を用ひず 4 池を平行運転し、原水濁濁時は円形にて自然沈澱後方形池に混薬して別々に 2 段に使用することも出来、又全部を混薬し並行使用も出来る。

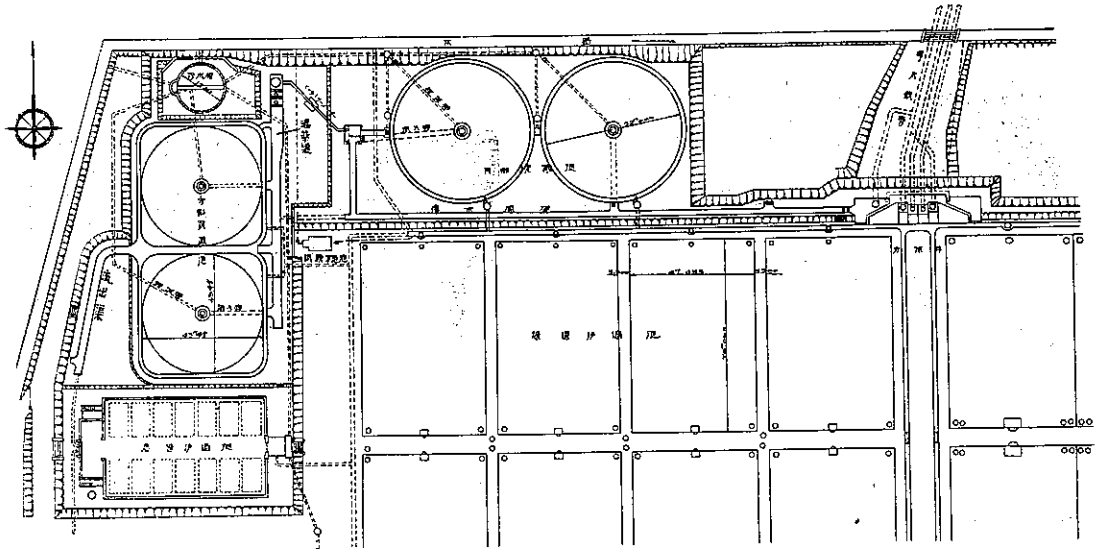
円形沈澱池 2 池は直径 52m, 水深は周圍部にて 4m, 中心に向ひ 1/12 の勾配を以て下り中心にて 6m を有してゐる。

1 池の容量 10820m³ にて 1 日取扱ひ水量の約 4.3 時間分となつてゐるが、方形沈澱池と並行運転する時は約 8.6 時間の滞留時間となる。

表-8. 名古屋市薬品混入量調査表 (自昭. 9.10 至 10.10)

原水濁度 (ppm)	試 験 回 数	水 温 (°C)	Yカリ度	混薬量 (ppm)	備 考
3.0	2	23.0~23.5	120	60~75	
6.0	4	17.0~24.0	170~230	8.0	
7.0	4	21.0~25.0	170~230	8.0~20	
8.0	2	21.0~23.5	170~180	8.5~20	
20.0	1	23.0	180	8.0	
10.0	3	22.0~22.5	150~230	9.0	
11.0	2	23.0~23.5	170~240	9~10	
12.0	1	23.0	170	9.0	
13.0	4	20.0~26.0	150~170	8.5~11.0	
14.0	3	17.5~22.0	160~230	20~35	
16.0	2	22.0	18.0	9.0	
17.0	1	21.0	16.0	10.0	
18.0	2	20.5	17.0	9~10	
19.0	1	18.5	15.0	11.0	
20.0	1	19.0	15.0	11.0	
25.0	2	20.0~21.0	15.0	25~11.0	
30.0	1	22.0	15.0	11.5	
40.0	1	20.0	18.0	14.0	
60.0	2	22.0	14.0~15.0	15.0	
100.0	1	22.0	14.0	18.0	
120.0	3	18.5~22.0	14.0~15.0	20.0~26.5	
150.0	2	21.0~22.0	14.0~15.0	23.0~25.0	
200.0	1	22.0	20.0	25.0	
300.0	1	19.1	22.0	28.0	
500.0	1	26.5	12.0	34.0	
700.0	2	12.5~12.7	21.0	38.0~40.0	

図-6. 淨水場一般平面図の一部



原水は上流部の分水井より開渠にて導かれ更に 1100mm 管により池底を逆サイフォンにより中央の円筒より流入し四方に放射状に流れる様になつてゐる。

池底は厚 13mm のアスファルト防水工を施しその上を厚 100mm のコンクリートで被覆されてゐる。而して施工中は地下水のため池が浮き上らない様調圧弁を設け竣功と共にプラグにて填充したのである。周壁は地盤軟弱のため箱型となし底面を廣くし底より 2.9m の高さに水平隔壁を設け上下共流出水路に充て箱型の内面上端は溢流堰にて外部上端は汚泥聚集機用の軌條が取付けられてゐる。

中央流入筒の上端は聚集機を支へ筒下部の周囲は少しく深く、聚集機にて集められた汚泥は一旦この中に入り更に内径 300mm 管により池底を通り汚泥貯溜槽に導かれてゐる。

池壁伸縮継手は鉛板（厚 3mm）を U 字形に曲げて挿入し図-7 の如き位置に設けてある。

本池の聚集機は下水沈澱池と異り注油其他汚物が池内に落下するを防ぐため特に牽引型を採用してゐる。

本機は図-8 の如く 2 翼より成り上部に架設せる橋梁と共に回転し、その速度は 1 時間 1.5 回、回転用動力は 5 馬力にて橋梁の外端部に取付けられてゐる。電線は池底を通り中央筒上に至り更に橋梁を経て電動機に導かれてゐる。

流入水は図に見る如く無数の孔を有する阻板を通り一様に池内に流入出来る様になつてゐる。

方形沈澱池は一邊の長さ 45.45m で四隅に丸味を付し水深は周圍部にて 3.64m 中央に向つて 1/12 の勾配を有し中央にて 5.99m 2 池の全容積は約 15000m³ で 1 日取扱水量の約 3.4 時間の貯溜容積を有し円形と並行運転のときは 6.8 時間となる。分水井より流下せる原水は混糞渠を通り池底の 1250mm 管により中央部円筒に至り内池に流入する。

図-7.

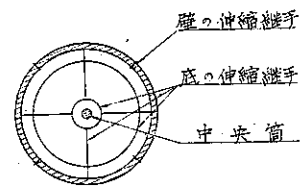


図-8. 上水円形沈澱池汚泥聚集機

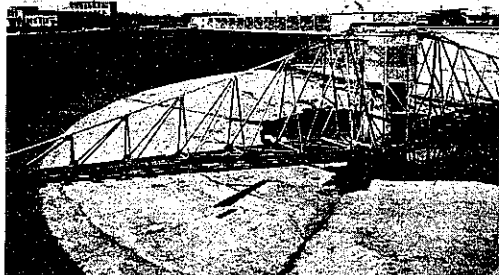
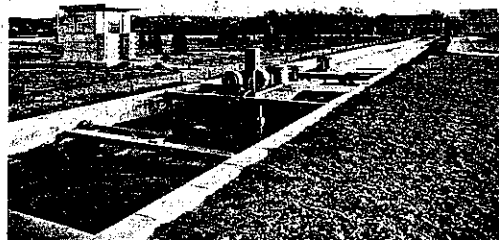


図-9. 浄水場混濁渠 (中央が攪拌機)



混濁渠には水流に直角に互に反対の方向に回転する 1 組の攪拌機を有し混濁後約 15 分にて沈澱池内に流入する (図-9 参照)。

此の池の側壁も円形池と同一理由により箱型であるが、本壁は上室のみを流出渠とし下室は安定のため土砂が填充せられてゐる。

尚流出渠はコンクリートを以て被覆せられ上澄水はスリット様の溢流堰により流出渠に溢流する。其他詳細は大體円形と同様であるが、此の池の聚集機附屬の橋梁は半径の変化に応じ中央筒上を滑り橋梁の外端に取付けた小聚集機により四隅の汚泥を聚集する様になつてゐる。回転には 5 馬力電動機を用ひ 1 時間 2.3 回の速度となつてゐる (図-10 参照)。

図-10. 上水方形沈澱池汚泥聚集機



放射流沈澱池築造に當り特に注意を要する點は溢流堰と底面の仕上げ及聚集機の据付けである。

溢流堰頂を全周に互り一樣の高さに仕上げるには壁の変形等もあるから一度水を張つた後にすると良い。底面と汚泥聚集機羽根との間隔は出来る丈少くする必要があるので

基礎コンクリートは仕上げのため相當控へて施工しなければならぬ。本池では約 5 cm 控へて施工し然る後機械を据付け之を回転しつゝモルタル仕上げを行つた。即ち左右翼の内一つに板を固定し之を定規として少しく軟練りモルタルを大略所定厚に掻き均し然る後機械を回転し之に取付けた板を以て掻き均した。

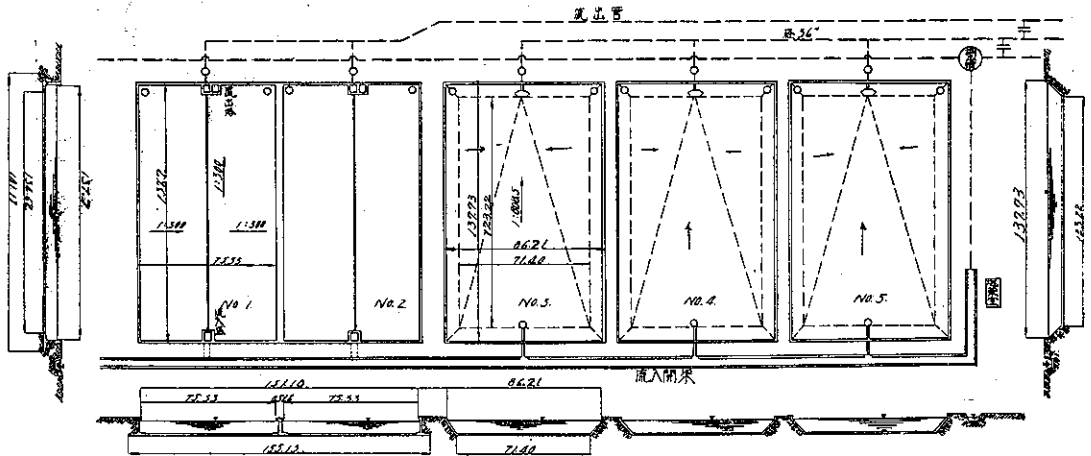
而して 1 回の回転では仕上げ困難で 3 回目で大體の仕上げが出来た。この場合羽根の先にモルタルが溜り又は砂利等が混じてゐると仕上げ面を損ずるのみならず機械に無理を生ずるから注意を要する。

聚集機の取付けには回転盤を水平に据付けることが必要で少しでも傾斜してゐると摩擦が多く円滑運転が不可能である。

II. 矩形沈澱池 木曾川取入口と鍋屋上野浄水場の中間にあり、原水を一時貯水し浮遊物を沈澱せしむると共に沈澱池上流の導水路に故障を生じた時及豪雨時河川よりの取入れを停止せる際等に貯水池として働くものである。

5池より成り(図-11 参照)其の全容量は 185 365 m^3 人口 150 萬人, 1 日平均使用量の約 17 時間分に當つてゐる。内 3 池 (No. 3, 4, 5) は側壁傾斜しその勾配 1:1.5 で周圍及底共コンクリートブロック張りで長さ及幅は上口にて夫々 137.73m 及 86.21m を有し, 深さは流入口にて 5m, 流出口に向ひ $\frac{1}{808.5}$ の下り勾配を付し水深は 3.63m である。

図-11. 矩形沈澱池



池の底面及側面は 450~300mm 厚の粘土層を以て包み其の上約 0.2m 厚のコンクリートブロックを張り, 目はモルタルで膠着せられてゐる。

原水は一旦池内の阻壁塔に入り然る後流入し, 引出しは六角形の煉瓦造取水塔に取付けた 3 個の制水扉を任意開閉して上澄水を引出してゐる。

北側 2 池 (図-11 No. 1, 2) は鉄筋コンクリート造にて長 137.7m, 幅 75.33m 深さ 4.76m にて出口に向ひ $\frac{1}{300}$ の勾配を付し 1 池の容量は 37 416 m^3 である。

側壁は底面より上端までの高さ 4.63m を有する上形擁壁とし, 内面にアスファルト防水を施し其の上を 101.6mm 厚の鉄筋コンクリートにて保護してゐる。

又擁壁及保護コンクリートには 13~15m 毎に伸縮継手を置き池と池とを界する中間壁も亦上形擁壁にて両面にアスファルト防水工を施し側壁の如く保護コンクリート及伸縮継手が設けられてゐる。底部は厚 200mm のコンクリート版上にアスファルト防水を施し其の上を厚さ 101.6mm 鉄筋コンクリートにて保護し伸縮継手は 14~16m 毎に縦横に設けられてゐる。

原水流入口の阻壁塔は鉄筋コンクリートのフレーム間に煉瓦を挟んだ緩衝働室であつて流入せる原水は此處にて其の流れに依る勢力を緩和せられて靜かに地内に三方より入る。出口は鉄筋コンクリート取水室の中に浮標式の取水装置を備へ常時水面より 750mm 下の水を取出す。又前記 3 池とは鉄管にて連絡されてゐる。

尙原水の濁度甚だしい時の用意に池の西南隅に混薬室が設けられてゐる。

第 2 節 下水第 1 沈澱池

I. 露橋下水処理場第 1 沈澱池 本池は市の西北部一帯, 地域面積 2 600 ヘクタール, 計畫人口 468 000 人, 平時汚水量毎秒 0.754 m^3 の豫備處理用のもので促進汚泥法に依る最後處理設備は目下建設中であつて現在は簡

図-12. 露橋下水第 1 沈澱池

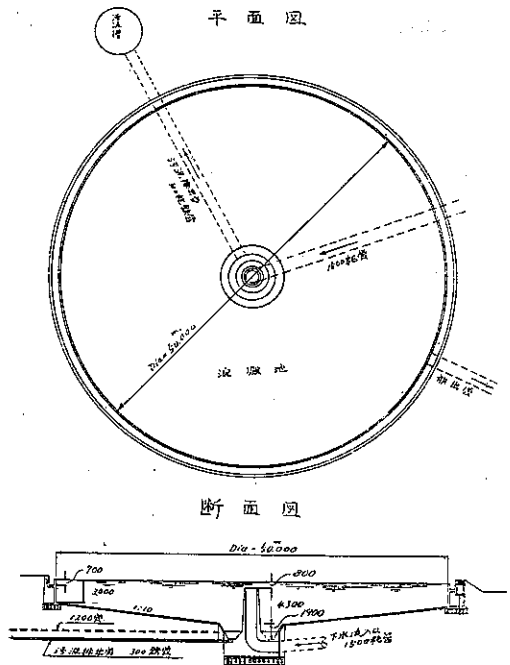
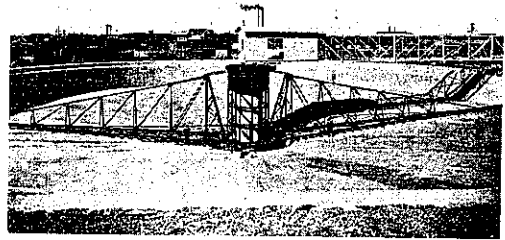


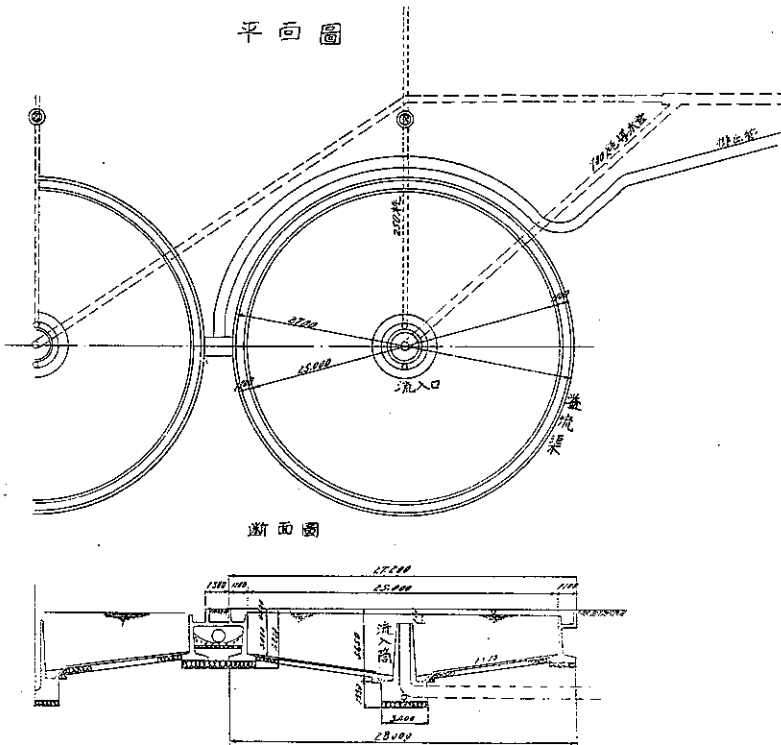
図-13. 露橋沈澱池汚泥聚集機



易處理に使用せられてゐる。図-12 に示す如く直径 50m の円形池で水深は周邊部にて 3m、底は中心に向つて $\frac{1}{10}$ の勾配で下り中央には 聚集機支持並に汚水流入用の筒がある。容積は平時汚水量の 3 時間分である。

本池の 聚集機は上水用のものと異り軸転型であり池の中央筒上にある 5 馬力電動機により 1 時間 2.5 回の速度で回轉する様になつてゐる (図-13 参照)。

図-14. 傳馬町下水第 1 沈澱池



汚泥は中央の汚泥溜に集められこれから池底の内径 300mm 管により自然流下で汚泥貯溜槽に導かれる。

II. 傳馬町下水處理物
第 2 沈澱池 市の東南部一帯、面積 1000 ヘクタール、計畫人口 150000 人、平時汚水量毎秒 0.243 m^3 に對する簡易處理用のものであるが將來は促進汚泥法の豫備處理に使用する豫定である。

本池は 図-14 の如き径 25m の円形 2 池にて構造は大体露橋のものと同様で周圍部の深さ 3m、底は中央に向つて $\frac{1}{10}$ の勾配

を有し平時汚水量の 3 時間分の容積を有してゐる。

聚集機は露橋と同様軸転型であるが回転数は汚泥の質量に応じ毎時 1.6, 2.17, 2.70, 3.16 に変へることが出来る様になつてゐる。聚集羽根と底との間隙は大体 20 mm となつてゐる。

第 3 節 下水第 2 沈澱池及汚泥槽

I. 下水第 2 沈澱池 曝氣後の汚泥を沈澱せしむるための下水第 2 沈澱池では返送汚泥として相當多量の汚泥を汲上げ新着下水に注入する必要があるから池の容積を定めるには之が重要な一要素となる。即ち第 1 沈澱池では適當の濃度の沈澱物を状況に応じ排除すればよいが、第 2 沈澱池では前述の如く返送汚泥と過剰汚泥を加へたる流入下水から 30% 近くの汚泥を取出すことが必要で、しかも濃度高きものを欲する故池の容積の決定、流入出の方法、汚泥聚集機等には特別の考慮が必要である。

堀留、熱田兩下水處理場の第 2 沈澱池は方形の垂直及放射流になす所謂 Dortmund tank である。

1 池の大きさは 4m 角、總深 10.3m で水面より 5m 以下は汚泥溜りとして倒錐形をなし曝氣下水は池の中央水面下 2.4m の點にて 1.3m 角の阻壁内に流入する。汚泥溜り以上の容積は 178m³ で平時汚水量の約 1.5 時間分に相當してゐる。

理論上昇流速は 1.2mm/sec であるが、汚泥量の約 25% は返送汚泥となり過剰汚泥と合すると約 30% 近くが汲揚げられる故下降速度は約 0.4mm/sec を有することになる。沈澱せる汚泥は内径 150mm の空氣揚水機により汲上げられその大部は再曝氣槽へ、過剰汚泥は更に唧筒にて汚泥處理場に圧送せられてゐる。

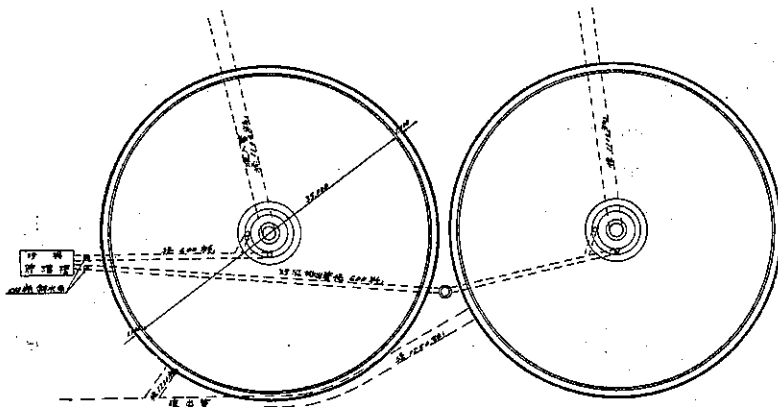
露橋下水處理場第 2 沈澱池は図-15 の如く径 25m 2 池に水深は周邊部にて 3.3m、中央に向つて $\frac{1}{10}$ の勾配を附し中央で 3.9m となつてゐる。

2 池の容積は 6250m³、流入下水の約 1 時間 50 分に相當してゐる。

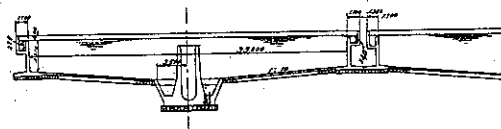
此處の汚泥は比重が小なる上、量が多いので聚集機は第 1 沈澱池と異なり 4 翼を有し、1 時間約 1 回転である。

図-15. 露橋處理場下水第 2 沈澱池

平面圖



断面圖



II. 汚泥貯溜槽 イ) 上水用: 之亦一種の沈澱池であつて径17m, 深3.5mを有する鉄筋コンクリート円形槽で沈澱池汚泥は聚集機により集められ汚泥管を通し本槽に導かれ, 此處で上澄水は河へ放流し濃度高くなれる汚泥は適當の時期に處分せられる。

ロ) 下水用: 下水第1沈澱池よりの汚泥は尙多量の水を含んでゐて, そのまゝでは處理に手数と費用を要する故一旦貯へて出来る丈脱水し濃度を高める必要がある。

露橋及傳馬町下水處理場の貯溜槽は径夫々5m及6m, 深8mの円形槽で沈澱汚泥は暫時この中に放置せられ上澄水は未沈澱下水中に返送し, 濃度の高くなつた汚泥は唧筒で汲揚げ汚泥處理場に圧送せられてゐる。

III. 汚泥脱水槽 第1, 第2沈澱池より生じた汚泥は尙相當の水を含んでゐる故直ちに之を消化槽に注入する時は消化の熱効果を減ずるを以て出来る限り脱水するを有利とする。

この目的のため天白汚泥處理場構内に径18.9m, 深6mの脱水槽が設けられてゐる(圖-16参照)。この容積は1200m³で處理汚泥量の約2時間分に相當してゐる。

第4節 混糞装置

I. 上水用混糞装置 名古屋市上水用の混糞装置は鳥居松沈澱池と鍋屋上野淨水場にある。

鳥居松の混糞装置は内径1.7m, 深さ2.15m鉄筋コンクリートの溶解槽4個よりなる濕式で, 各槽内には廻轉式の攪拌機を有し2馬力電動機2臺, 1.5馬力電動機付揚水ポンプ1臺を備へ槽内に投入されたる硫酸礬土

圖-16. 天白汚泥脱水槽

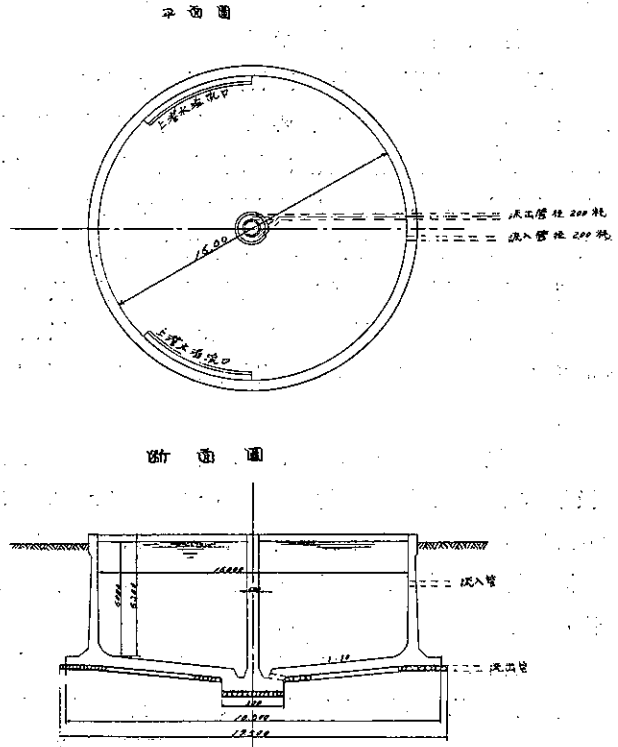


圖-17. 鳥居松沈澱池混糞渠

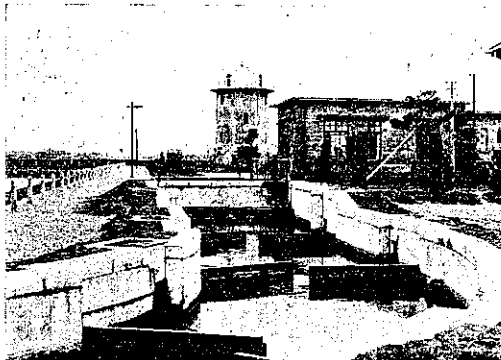
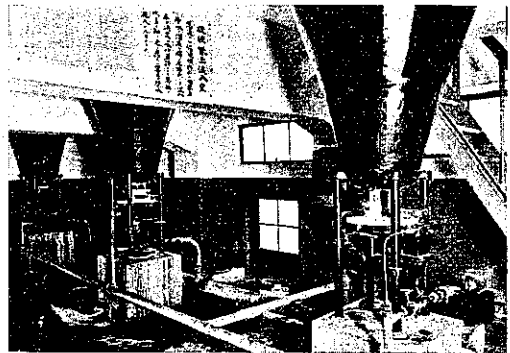


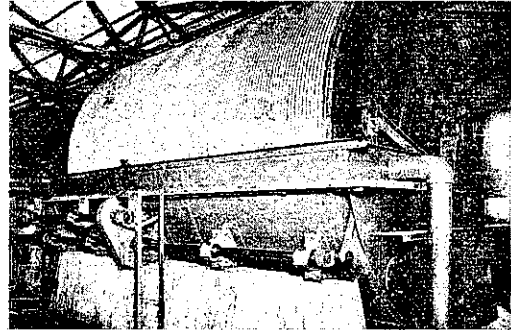
圖-18. 鼓式混糞機



は攪拌溶解せられ唧筒圧送により混薬渠に注入せられる(図-17 参照)。

淨水場構内のものは 図-18 の如き円盤回転式乾式混入機で階上より hopper 中に入れられたる硫酸礬土は円盤上にて計量せられ溶解槽に入り半ば溶解せる薬品は射水に依つて更に溶解せられつゝ鉛装鋼管を流下し混薬渠に注入せられる 図-9 参照。尙使用硫酸礬土は粉末状のものであるから濕氣により凝固しない様鎖状攪拌機がホッパー中に取付けてある。

図-19. 真空廻転濾過機



II. 下水用混薬装置 名古屋市では汚泥脱水の場合以外、下水沈澱池には薬品を使用してゐない。而して汚泥脱水は真空廻転濾過機(図-19 参照)により薬品には過鹽化鉄を使用し容量 33m³ を有する角形混和槽に於て撒氣盤を用ひ汚泥と混和してゐる。

第 3 章 池内の流れ

沈澱池内の流れは極めて緩慢で且つ渦流逆流等複雑なるため正確な流速測定は殆ど不可能であるが、表面浮子又は竿浮子を使用するも大体の傾向は推知し得られる。

即ち浮子が渦流又は緩流部に入つた際には流れに従つて複雑な経路を辿り流過距離の測定は殆ど不可能で、比較的正確に浮子に依つて測定し得るものは池内に於ける最大流速であるが、一方浮子の状況を観測することに依り渦流又は静止部分の推定は出来る。而して最大流速は沈澱可能粒子の大きさ並に量の推定に役立つ、渦流又は静止部の推知は流過時間延長の推定に役立つと考へる。

この意味で著者は浮子に依り各水深に於ける流向並に流速を測定した。

以下に述べる流速は渦流又は静止部に入つて測定不可能となれる浮子を除き比較的滑かに流下せるもののみを抽出し求めたもので池内最大の流速を示す故、之より流過時間を求むる時は實際より小なる時間となることは當然である。

尙表面流速が水深大なる部分の流速に比し大きな場合には表面流速の影響を受け水面標識と所要深さに於ける位置の相違又竿浮子に在つては多少傾斜をなすためこの點の實際流速を示さない。而して流速小なる場合には大體に於て垂直を保ち表面標識の示した流速は所定深に於ける流線並に流速と大差なく又竿浮子の水上部の示す流速は竿の通過線の平均流速と大差がないと考へらる。

本實驗に於ては可及的之等の點に留意せる水深大なる部分では浮子の見透しが出来ず、特に下水に於ては表面のみより見へないから水深大なる部分の流速は大體の傾向を示し表面に比し正確度の低下は免れない。

又溢流堰により放流する沈澱池特に四周を溢流堰とする放射流沈澱池に於ては溢流水深は極めて小なるを以て僅かの風にて各部の溢流量に不均一を生ずる。故に測定は無風時になすを要するも一般に沈澱池は其の表面積が大なる上外氣に開放され全くの無風状態は得られない。従つて多少溢流量に不均一を來し風下に當る部分に多量に溢流する。而して流入口より或る範圍までは流入水の慣性もあつて大體放射状をなすも、それより外部に於ては次第に溢流量多き側に向ひ之等が合成され大流速を示すに至る。然し流入水量多く溢流水深大なる場合にはこの影響も少くなる。

従つて放射流円形沈澱池の如く理論上からは一様な放射流をなすべきものにあつても實際には上記の如き理由

但し途中で旋回又は停滞したもの等は全部除外し之等は唯池内の水の動きの推定のみを使用した。
尙上水では可成りの深さ迄浮子は認められたが、それ等は大体表面標識と垂直に保たれてゐた。

(1) 汚泥聚集機取付前 毎時 2180 m³ 即滞溜時間 約 3.5 時間の場合の各水深に於ける流線は図-20~23 の通りで風の影響にて風下へ比較的多量に溢流したので浮子も多くは其の方向に流下し又池の四隅に渦流が認められた。

今流過距離及所要時間より流速を求むると 図-24 の如く各部の流速は可成り大で深 0.5 m に於ては断面に一樣に流下すると考へたものの(以下理論流速と稱す)何れも 25 倍前後となり又流入筒の上下端と溢流堰頂とを結ぶ線に囲まれた倒錐内のみを一樣に流下すると假定した流速(以下倒錐流水帯(velocity of inverted conical stream zone)と稱す)の 15 倍前後となつた。

かく大流速となつたのは流線図より明かなる如く風のため溢流が片側に偏し風下へ多く流れたこと、表面流速が大なるため深き部分では水面標識に作用する力に引かれて本浮子の眞の流速を示さなかつたこと及流入口に阻板なく流入水は筒上部より直ちに溢流堰に向つたことなどが原因と考へられる。

又中心を去ると共に同一水深の同心円筒を通過する水量が増大してゐるのは上下流の存在を示すものである。

(2) 汚泥聚集機取付後

イ) 速転せざる場合: 流入量を毎時 2196 m³ (滞溜時間約 3.5 時間)の場合の各水深に於ける流線は図-25. の如く聚集機なき場合と大差なく之又風の影響にて流線は一方に傾いてゐる。尙中心よりの距離と各深さに於ける流速

図-24. 方形沈澱池に於ける流速分布 (聚集機なし)

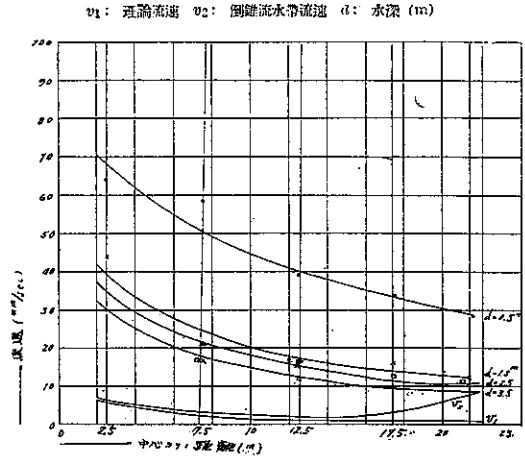
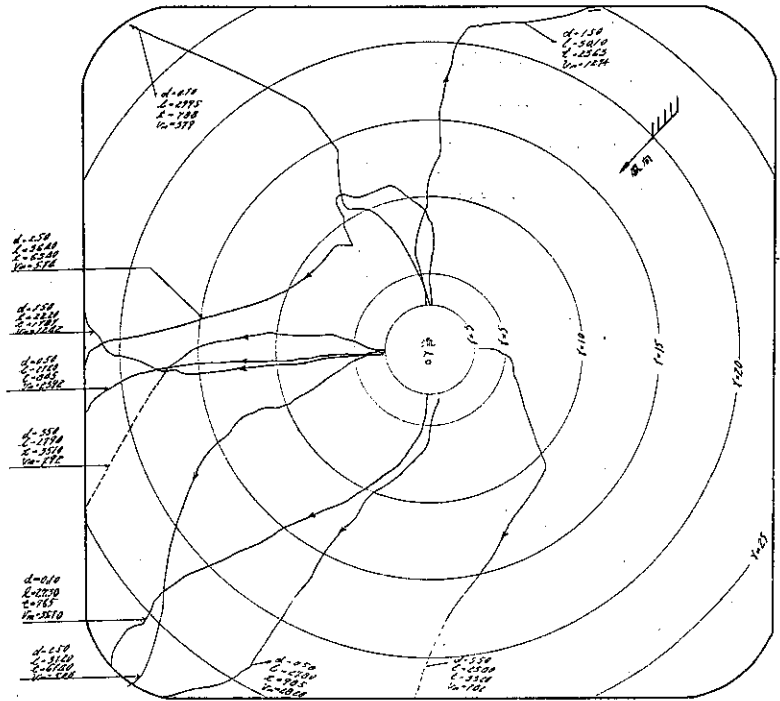


図-25. 方形沈澱池の流線図 (汚泥聚集機を有す)

Q: 2196 m³/hr; d: 深さ (m), l: 流過距離 (m), t: 流過時間 (sec); v_m: 平均流過速度 (mm/sec); r: 中心よりの距離 (m)



は 図-26, 27 の如く深さを増すと共に流速を減ずるのは聚集機なき場合と同様であるが、流入筒周囲に阻板ある

も其の上部は水面以下に設けてあり、しかも下部は底面まで達してゐないので一部の水は之に添つて下降するため池底に於て多少流速を増してゐる。其の他は略聚集機なき場合と同様な結果を示してゐる。

図-26. 方形沈澱池流速の垂直分布

(通水量: 2108 m³/hr, 攪集機停止中, r: 中心よりの距離 (m))

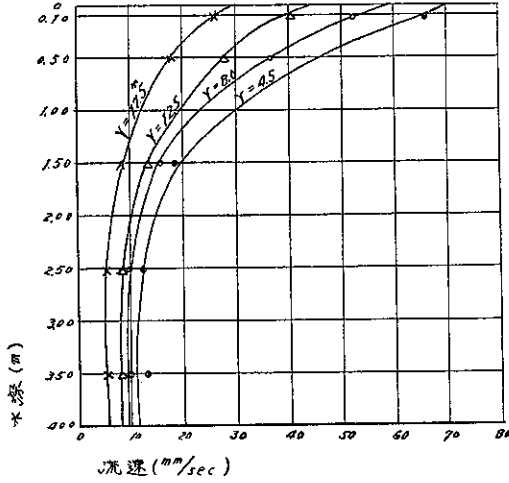
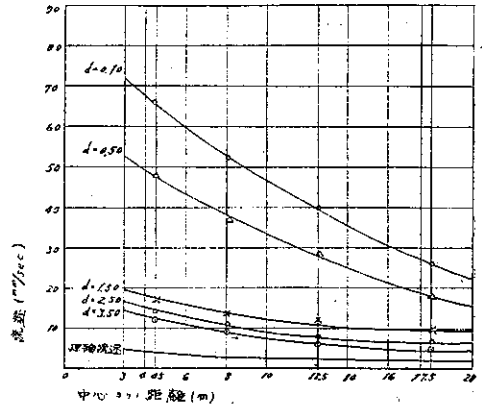


図-27. 方形沈澱池流速の水平分布

(通水量: 2193 m³/hr, 攪集機停止中, d: 水深 (m))



ロ) 停水中聚集機を運転せる場合: 停水中の聚集機を毎時 2.3 回の速度で回転し、45 度圏内の流下状況を調査せしに図-28 の如く池底に於ては聚集機羽根の運動により生ずる求心分力のため流線は中心に向つて居り池の表面近くでは外方に変つてゐるのが認められる。

即ち回転による池内水流は底部に於ては内方に向ひ池の半径の中央深さを減ずると共に次第に方向を変じ表面近くに至つて外方に向ひ外壁に達すると壁に衝突し下降し再び底部に沿つて中心に向ふ循環流を生じてゐる。尚四隅には聚集機の回転方向と反射の渦流を生じてゐる。

図-28. 流入水なく聚集機回転時の流線図

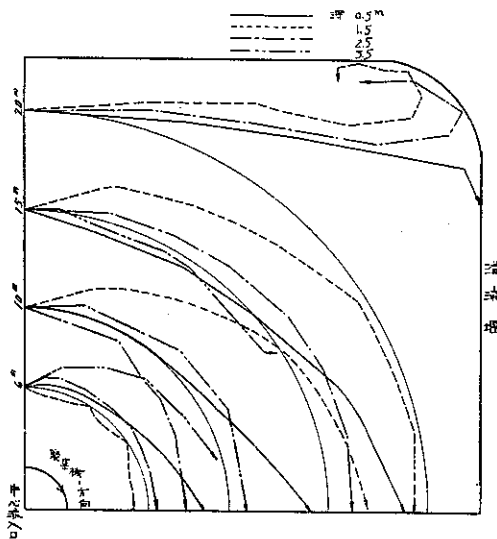
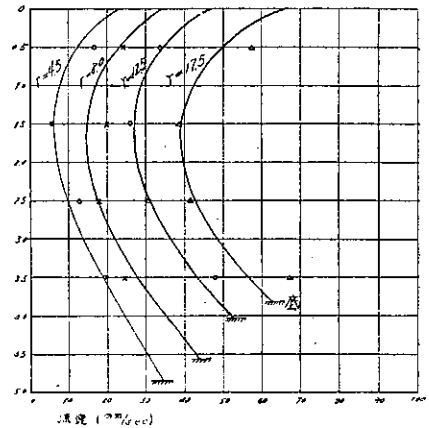


図-29. 循環流速の垂直分布 (方形沈澱池)

流入水 なく 攪集機を回転せる場合, r は中心よりの距離 (m)



次に實際流下方向の流速(循環流速と稱す)を求むると図-29, 30 の如く表面及底部に於て大であるが、その放射方向の分速度は表面附近では外方に底部附近では内方に向つてゐる。而して底部では聚集機速度の約 80% の速度となつてゐる。

(3) 通水中聚集機を運転せる場合 通水量毎時 950m³ (滯留時間約 8 時間) 聚集機毎時 2.3 回転の場合は図-31 の如く流入水量少きため放射方向への流速増加も少く流入水なき場合と大差なく、この程度の水量では聚集機の影響の方が大である。

図-30. 循環流の水平分布 (方形沈澱池)

流入水なく聚集機を回転せる場合、 d は水深 (m)

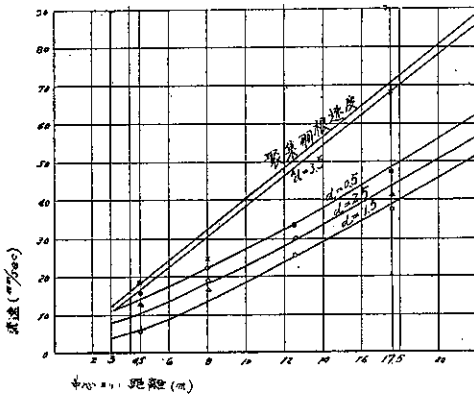


図-31. 汚泥聚集機を回転せる時の流線図 (方形沈澱池)

(回転数毎時 2.3 回)

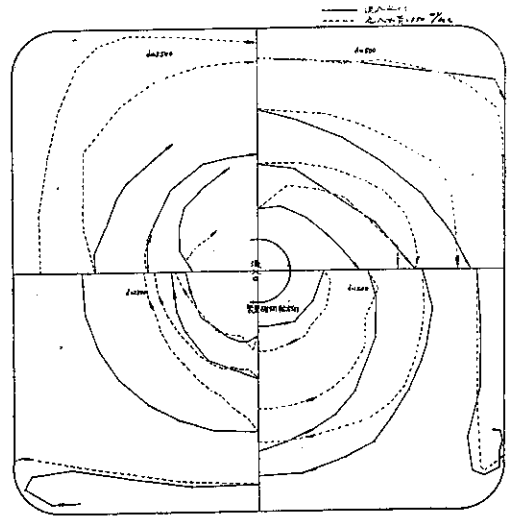


図-32. 円形沈澱池流線図

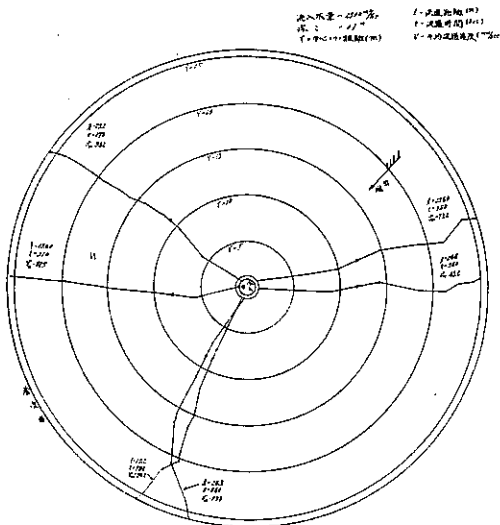


図-33. 円形沈澱池流線図

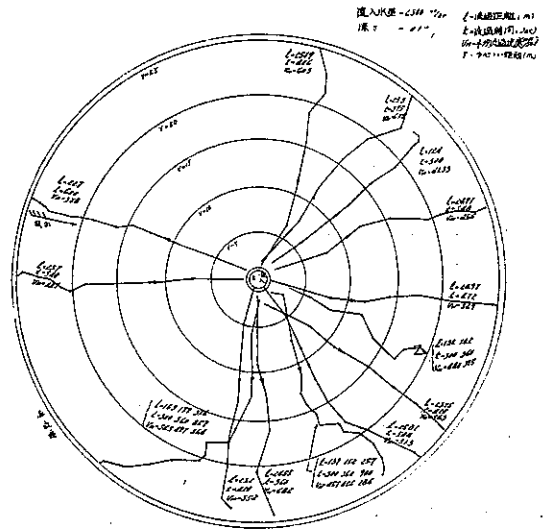


図-34. 円形池澱池流線図

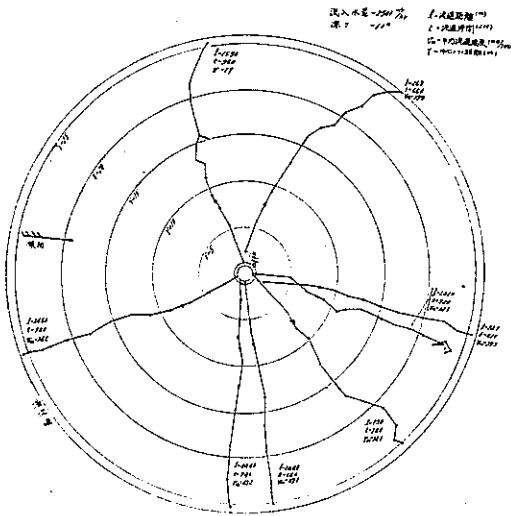


図-35. 円形沈澱池流線図

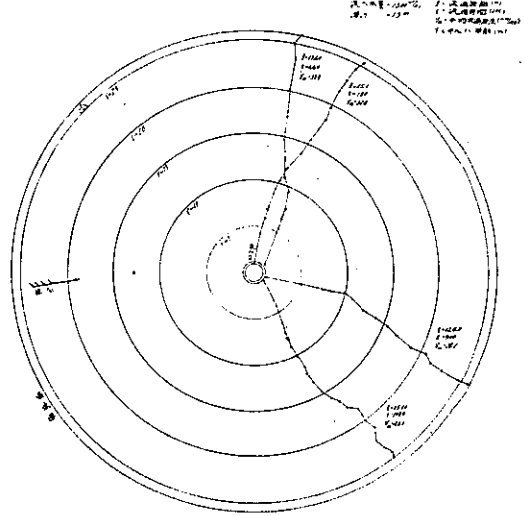


図-36. 円形沈澱池流線図

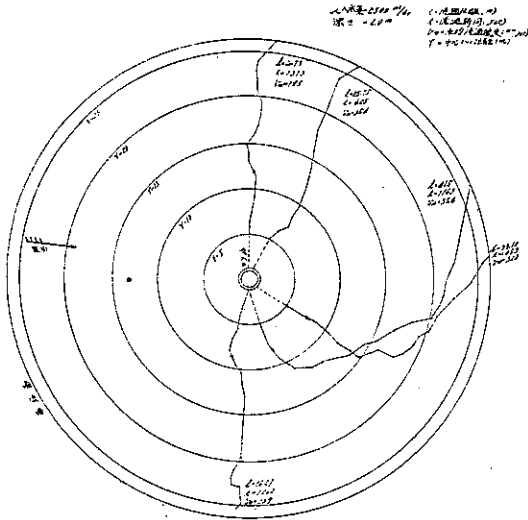
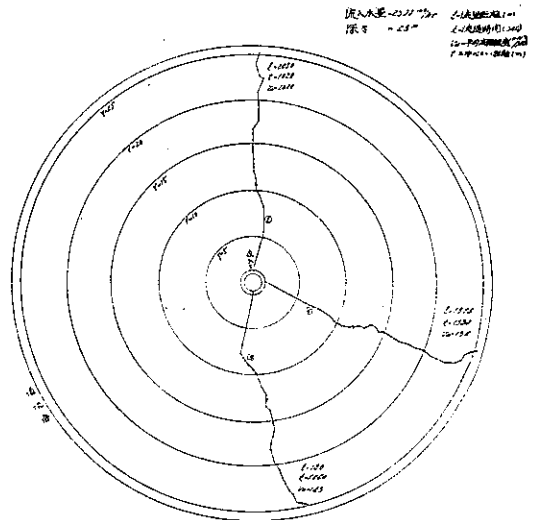


図-37. 円形沈澱池流線図



第 2 節 円形沈澱池に於ける流れ

(1) 汚泥聚集機なき場合 上用水円形沈澱池に於て聚集機取付前に方形沈澱池に於けると同様の方法にて、通水量毎時 2500m³ (滯溜時間約 4 時間) のときの池内の流線を測定せしに図-32~41 の如く方形沈澱池と同様の理由にて浮子は溢流量多き側に殆ど落下した。従つて流速は非常に大きくなり深 0.5m にては理論流速の 30 倍前後に、倒集流水帯流速の 15 倍前後となつてゐる。

(2) 聚集機を有する円形沈澱池 露橋及傳馬町下水処理場の第 1 沈澱池にて聚集機停止及廻転時に於ける流向及流速を測定した。

測定には直径 60mm のゴム球を人造テグス線の極く細いもので各水深に応じた長さに繋ぎ絲の上端に標識(長

図-38. 円形沈澱池流線図

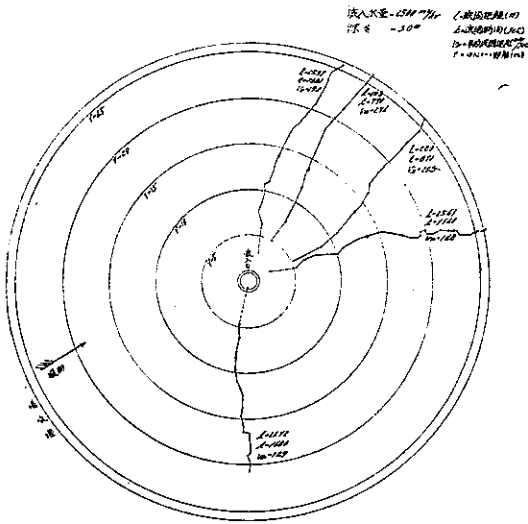


図-39. 円形沈澱池流線図

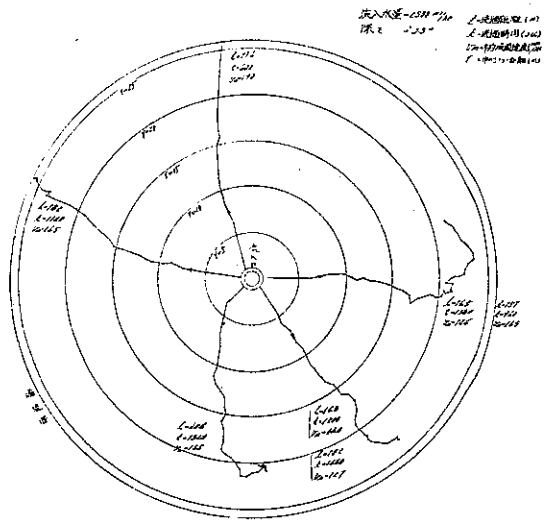


図-40. 円形沈澱池流線図

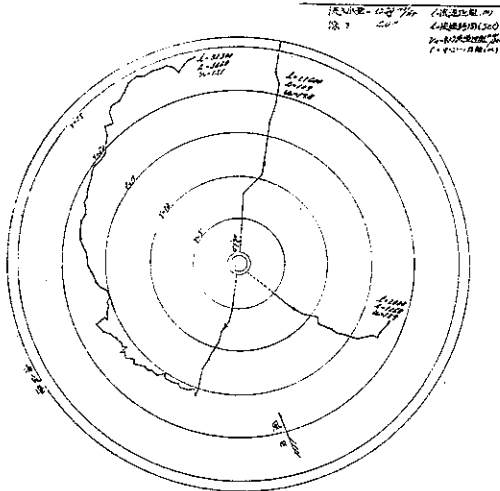
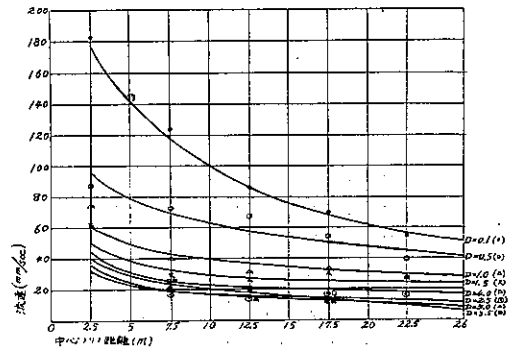


図-41. 円形沈澱池に於ける流線図

(汚泥聚集機なし)

D は水深 (m)



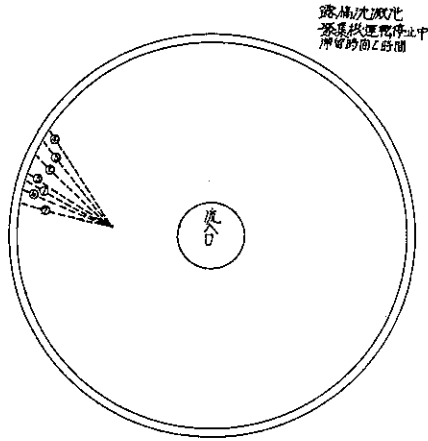
100mm, 直径 6mm セルロイド製)を附し風の影響を避けるため水面上僅かに認め得る程度に直立せしめ、又ゴム球の下端に錘用として鉛を附し各水深に応じ調整した。表面標識は比較的長いので表面流速に支配せられ本浮子と位置も多少異り完全に所定水深に於ける流速を表はさないが近似値の推定は出来る。

イ) 露橋沈澱池: 本池の流入筒は周囲に阻板なきため溢流水深比較均一な場合に於ても表面では流速は非常に大きい。即ち滞留時間 3 時間、聚集機停止の場合は図-42 の如く表面では 54.9mm/sec を示してゐる。

次に流入水なく聚集機を毎時 2.5 回転の場合は図-43 の如く表面では早く外側に到達したが底に近づくとき方形と異り何回もの渦をなして外側に到達した。

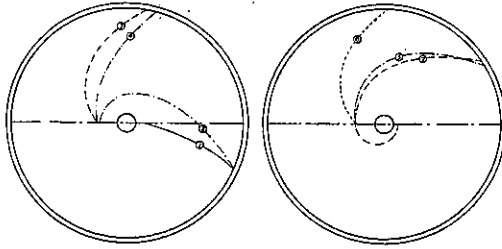
次に滞留時間 3 時間及 4 時間の割合に通水せし處図-44, 45 の如く、滞留時間 4 時間の場合は 3 時間のも

圖-42. 円形沈澱池線並流速図表



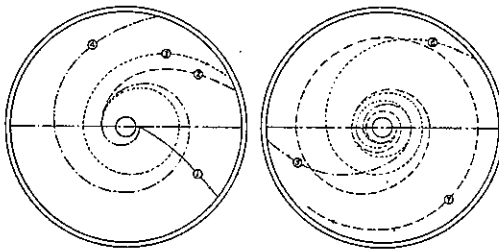
滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)	滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)
1	200	2.00	8.00	5	1200	12.00	27.5
2	300	3.00	12.00	6	1600	16.00	33.3
3	400	4.00	16.00	7	2100	21.00	40.7
4	500	5.00	20.00	8.5	2550	25.50	49.1

圖-44. 露橋沈澱池流速及方向 (集集機運轉滯留時間 2 時間)



滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)	滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)
1	200	2.00	8.00	5	1200	12.00	27.5
2	300	3.00	12.00	6	1600	16.00	33.3
3	400	4.00	16.00	7	2100	21.00	40.7
4	500	5.00	20.00	8.5	2550	25.50	49.1

圖-45. 露橋沈澱池流速及方向 (集集機運轉滯留時間 4 時間)



滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)	滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)
1	200	2.00	8.00	5	1200	12.00	27.5
2	300	3.00	12.00	6	1600	16.00	33.3
3	400	4.00	16.00	7	2100	21.00	40.7
4	500	5.00	20.00	8.5	2550	25.50	49.1

圖-43. 露橋沈澱池流速及方向 (集集機運轉停止中)

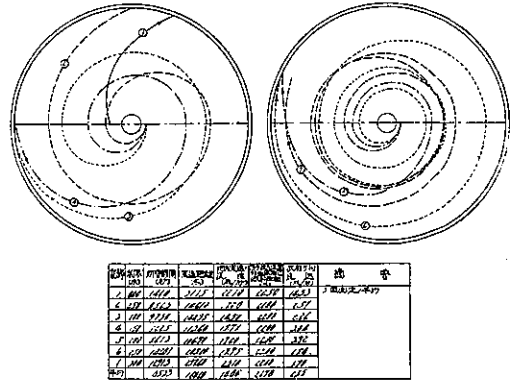
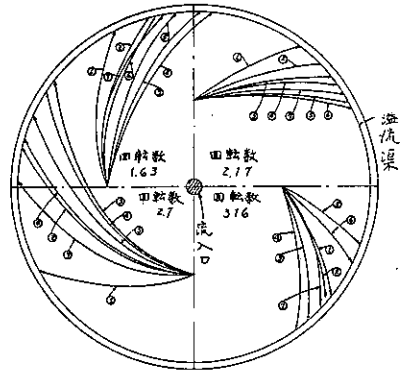


圖-46. 円形沈澱池線並流速図表 (傳馬町沈澱池) (滯留時間 2 時間)



滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)	滞留時間 (分)	距離 (m)	流速 (cm/sec)	半径 (m)
1	200	2.00	8.00	5	1200	12.00	27.5
2	300	3.00	12.00	6	1600	16.00	33.3
3	400	4.00	16.00	7	2100	21.00	40.7
4	500	5.00	20.00	8.5	2550	25.50	49.1

の比し放射分速は $1/3$ に減少し流過時間は大となるも旋廻流速には大差がない。これから見ると聚集機回転時には滞留時間を増すも池内流速はあまり減少せず沈澱には効果が少いと考へられる。

ロ) 傳馬町沈澱池: 聚集機の回転速度と流速との關係を傳馬町沈澱池にて調査せしに図-46 及表-9 の如く回転数を増すと共に旋廻流速を増しその割合は毎時 0.5 回毎に約 10% を増加してゐる。

表-9. 聚集機回転數と循環流速

回転數 (毎時)	1.63	2.17	2.70	3.16
平均流速 (mm/sec)	17.78	20.70	23.23	23.12

第3節 矩形沈澱池に於ける流れ

上水用矩形沈澱池に於て流入量 $2400 \text{ m}^3/\text{hr}$ (滞留時間 15 時 24 分) の場合長 0.1 m, 1.0 m, 2.0 m, 3.0 m の竹浮子を流入口に於て各方向に投入し竿長深迄の平均流速を測定した。

その結果は図-47~50 の如く兩側に向つたものは一旦側壁に達し然る後出口の方へ流下した。

図-47. 矩形沈澱池流れ線圖 (第5號池)

深さ 0.1 m, 流入量 $2400 \text{ m}^3/\text{hr}$, 昭 9.12.5 (無風)

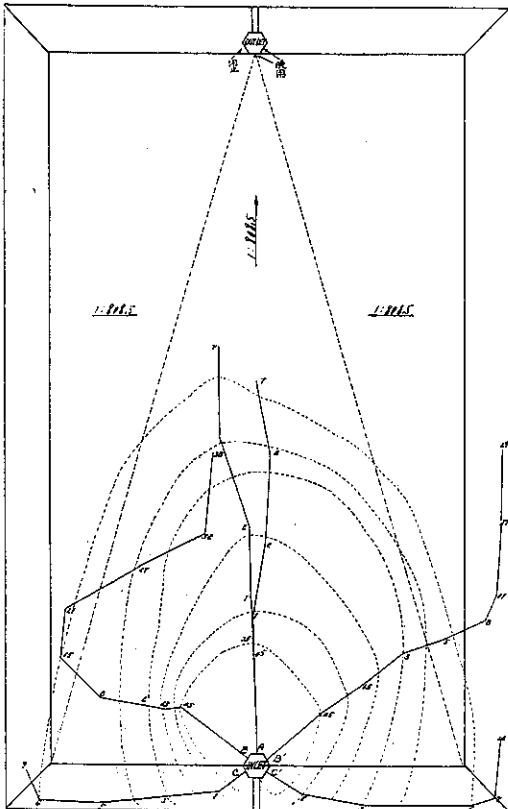


図-48. 矩形沈澱池流れ線圖 (第5號池)

深さ 1.0 m, 流入量 $2400 \text{ m}^3/\text{hr}$, 昭 9.12.5. (無風)

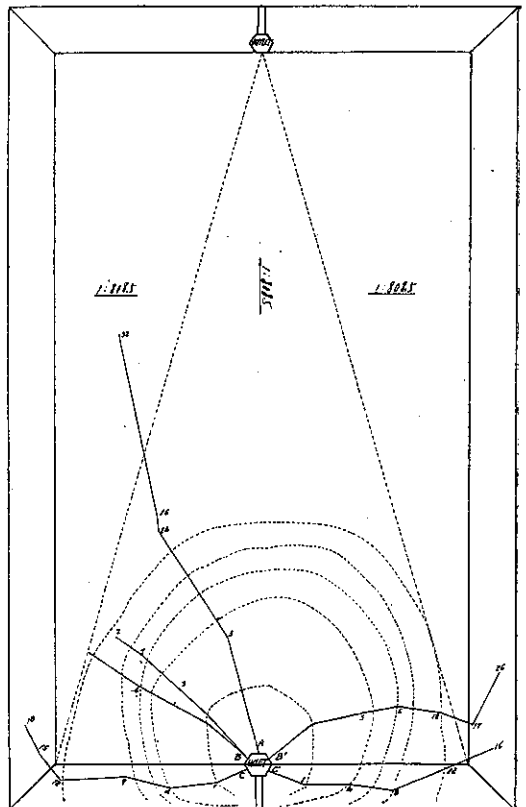


図-49. 矩形沈澱池流線図 (第 5 號池)

深さ 3.0 m, 流入水量 2400 m³/hr, 照 9.12.5. (無風)

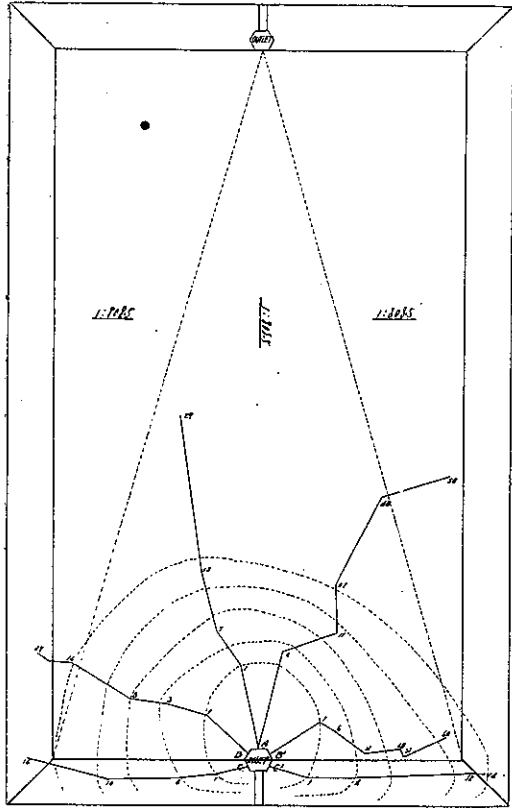
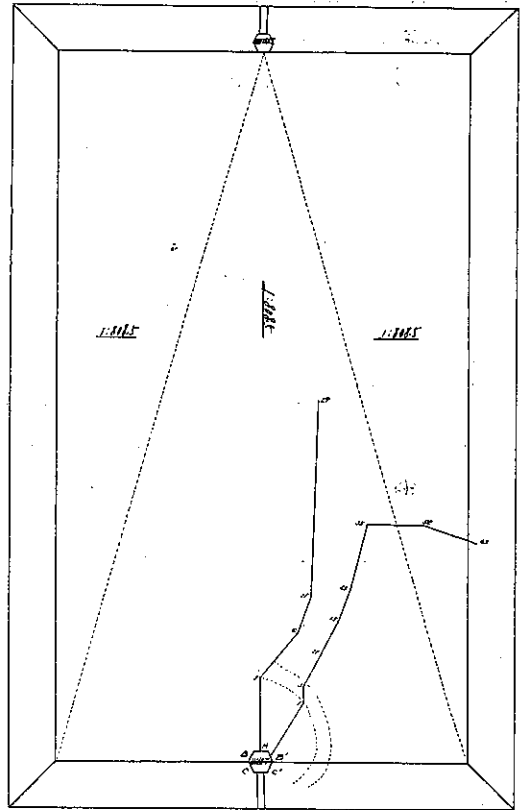


図-50. 矩形沈澱池流線図 (第 5 號池)

深さ 3.0 m, 流入水量 2400 m³/hr, 照 9.12.5. (無風)



次に流過距離と時間より流速を求むると表-10 の如く流入口を距ると共に次第に減少し中央部で最小となりそれ以後は再び増加する。

又流入口と流出口を結ぶ直線上に於ては大流速となる故出来る寸全面より流入し反対側の全面より流出する構造が必要である。

表-10 矩形沈澱池流速分布 (第 5 號池)

水深 (m)	0.10			100			200			300		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0 ~ 10	920	1100	1250	2720	2480	2100	2680	2600	2100	110		
0 ~ 20	3790	1500	1020	870	600	460	530	380	465	435		
0 ~ 30	1680	1000	710	560	340	230	270	170	400	280		
0 ~ 40	1110	710	480	350	210	130	150	90	260	180		
0 ~ 50	1000	510		280			100		160	110		
0 ~ 60	320			150			70		100	70		
0 ~ 70	270			140			60		80	60		

第 4 章 流 過 時 間

沈澱池内の流れは既述の如く複雑であるから浮子に依り測定した流速より流過時間を知ることは困難である。然るに池内へ流入する水の浮游物中沈澱可能粒子を除き他は大体出入口に於て相似の変化をなすから流入口、流出口の水質の時間的変位に依り流過時間を大体推定することが出来る。又池内に於て流入水温と異なる一定水温部分は静水帯又は渦流帯と考へらるゝ故にこの容積からも流過時間の推定が出来る。

(1) 流入物の含有物変化より見たる流過時間 上水方形沈澱池にて聚集機回転中、流入水を 2000 m³/hr 及 2500 m³/hr とし、石灰を溶解し混糞渠にて投入し流入口及溢流口にて 10 分毎に採水しアルカリ度を調査せしに 図-51~54 の如く流過時間は滯留時間の大体 1/3~1/2 に當つてゐる。尙石灰の擴散速度は流下速度に比し小

図-51. アルカリ度変化による流過時間

試験月日 昭 11.3.6 聚集機停止中
 流量 $Q=2000 \text{ m}^3/\text{hr}$
 滞留時間 3.9 時間、西風あり

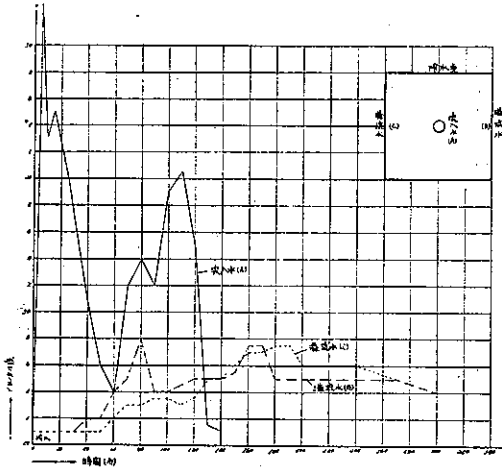


図-52. アルカリ度変化に依る流過時間

試験月日 昭 11.3.10 聚集機運転中 (2 時間前より運転)
 流量 $Q=2000 \text{ m}^3/\text{hr}$ 微西風
 滞留時間 3.9 時間

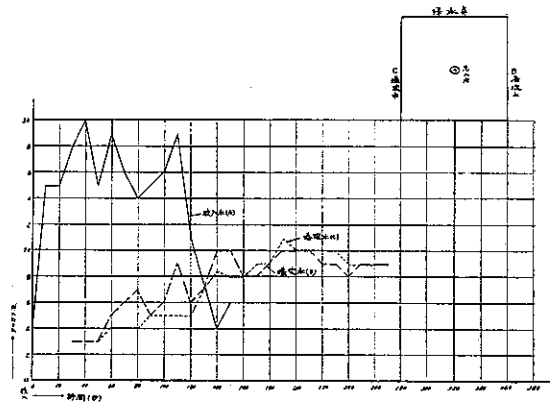


図-53. アルカリ度変化に依る流過時間

試験月日 昭 11.3.20 聚集機運転中 (5 時間前より運転)
 流量 $Q=2000 \text{ m}^3/\text{hr}$ 微風
 滞留時間 3.0 時間

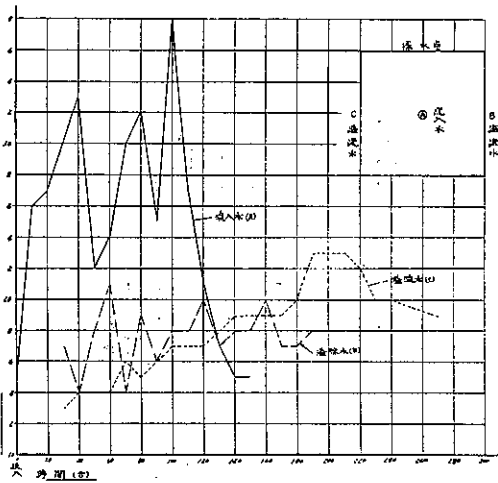
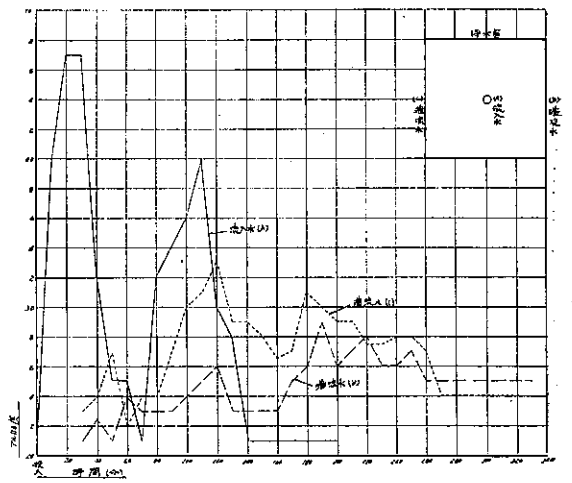


図-54. アルカリ度変化による流過時間

試験月日 昭 11.3.11 聚集機停止中、風稍強し
 流量 $Q=2500 \text{ m}^3/\text{hr}$
 水温 3.8°C 石灰炭 16 p.p.m
 滞留時間 3.1 時間



さいから考慮に入れて居ない。

Capen 氏の鹽濃度試験では流過時間は滞留時間の 9~48% となつてゐるが、食鹽水を使用するときはその擴散象現のため明確の結果を得る事は困難と思ふ。

参考に著者の實驗結果を示すと 図-55 の如くである。

更に下水円形沈澱池では図-56~58 の如く滞留時間 3 時間、聚集機毎時 2.5 回の場合流過時間は滞留時間の 2/3~1/3 位になつてゐる。

(2) 温度分布より見たる流過時間 露橋沈澱池に於て滞留時間 2 及 6 時間とし聚集機停止及運転時に、放射

図-55. 鹽濃度に依る滯留時間 (方形沈澱池)
 試験月日 昭 10.2.8, 流入水速 $Q=22.19 \text{ m}^3/\text{min}$, 汚泥集積速度 2.3 回/時

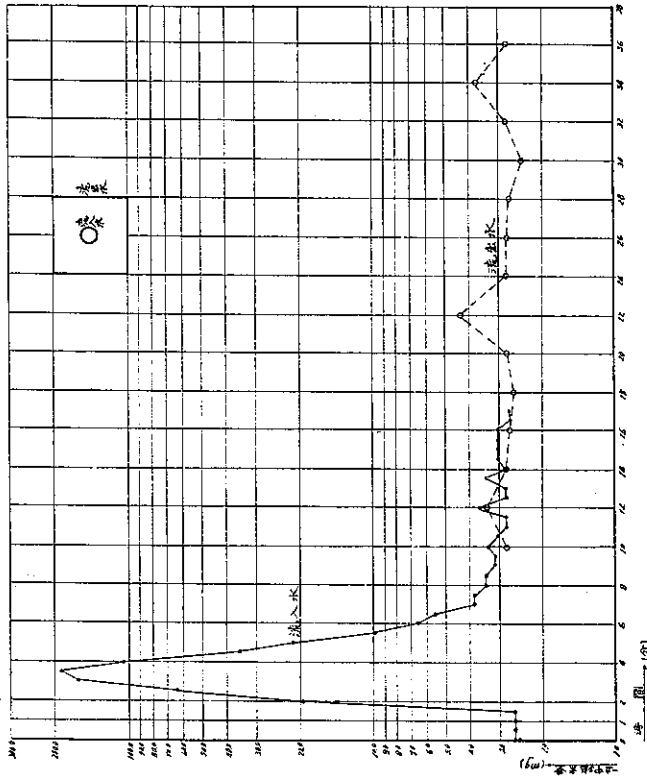


図-57. クロール含有量変化による流過時間

霧沈澱池, 滯留時間 3 時間, 泥集積速度 2.5 回/時

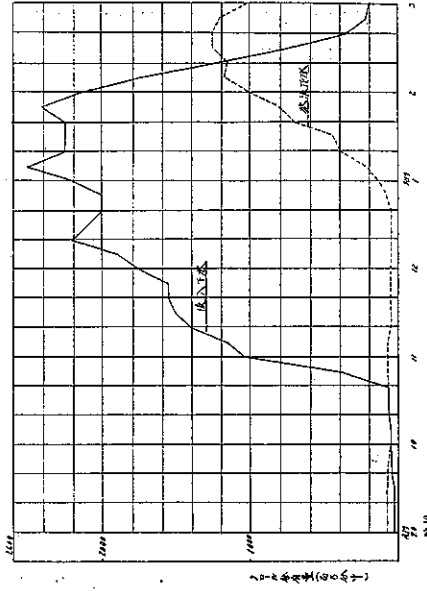


図-58. 浮遊物量変化による流過時間

霧沈澱池, 滯留時間 3 時間, 汚泥集積速度 2.7 回/時

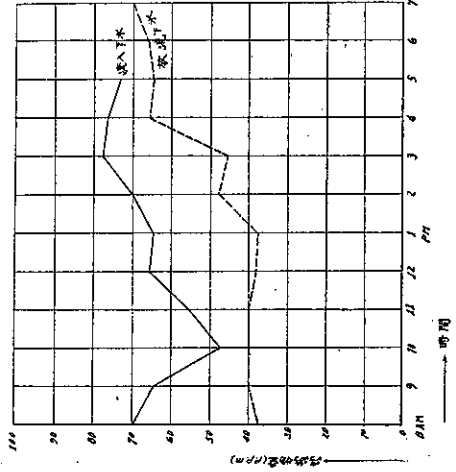
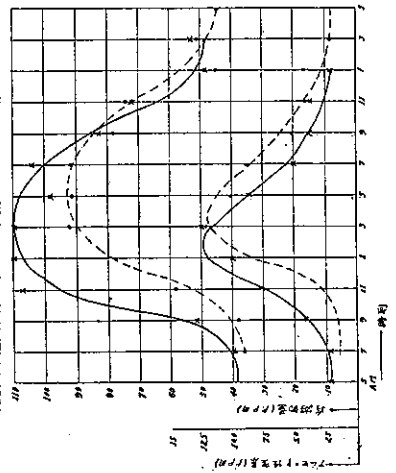


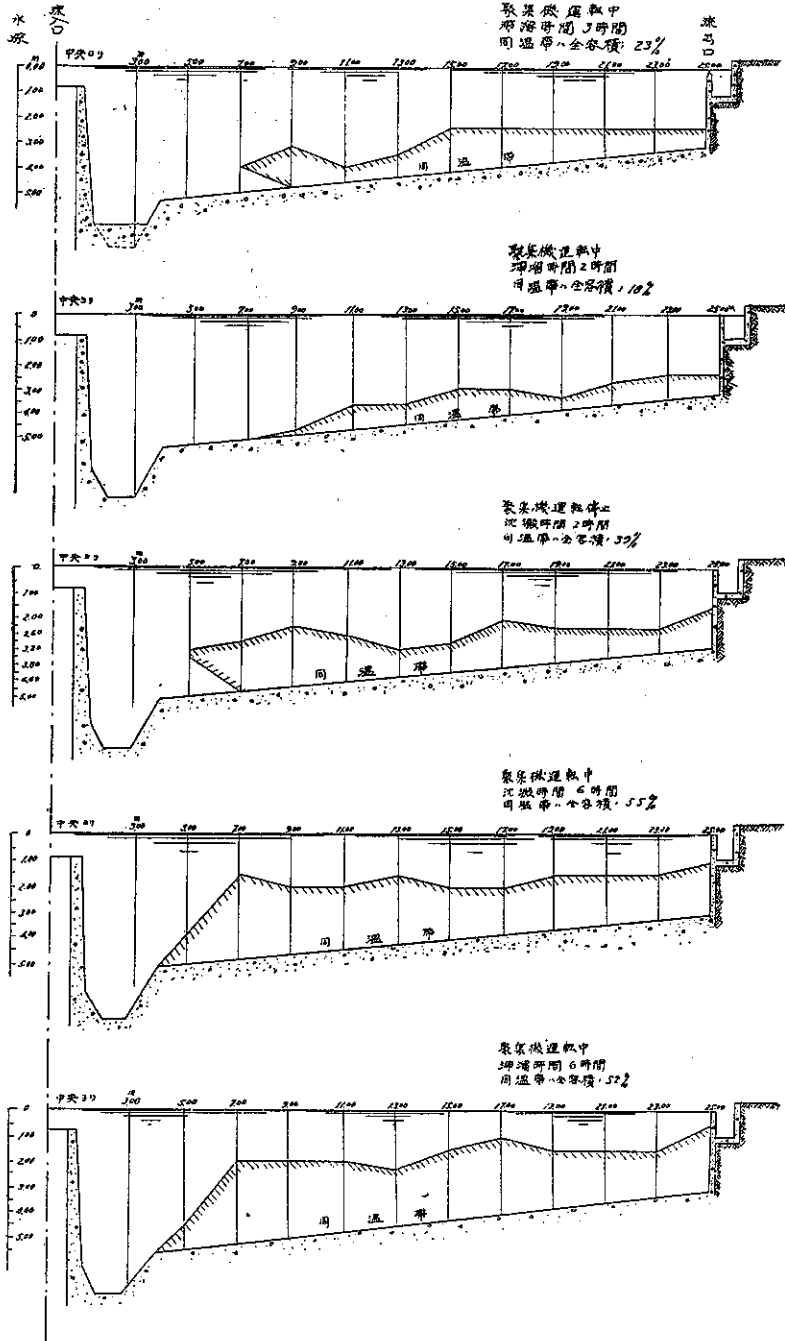
図-56. 浮遊物並にアムモニア窒素変化による流過時間

霧沈澱池, 滯留時間 3 時間, 泥集積速度 2.5 回/時



方向 2m 毎の各水深に於ける水温を測定せしに 図-59 の如く底部一帯に同温帯を生じ之が外部に至るまで連続してゐる。

図-59. 円形沈澱池内水温分布図 (露橋沈澱池)



又運転中は聚集機的作用により、同温帯は減少しその割合は表-11 の様である。

表-11.

滞留時間	同温帯に對する割合の全容積(%)	摘要
2	20.5	聚集機 運転中
2	38.7	停止中
6	52.4	運転中
6	55.4	停止中

即ち滞留時間 2 時間の場合に於ける聚集機運転中と停止中の同温帯の相違は約 20% である。

以上の結果より円形放射流沈澱池の流過時間は滞留時間 2~3 時間の際には滞留時間の大略 2/3 となる。次に傳馬町沈澱池に於て聚集機を速度を種々変化して同温帯を測定した結果は図-60 の如く運転停止中は最深部に同温帯が認められるも運転を開始すると次第に断面の中央に移動する。

又廻転速度と同温帯の関係は表-12 の如く毎時 0.5 同増す毎に平均 2% づゝ同温帯は減少してゐる。

図-60. 円形沈澱池内水温分布図 (傳馬町沈澱池)

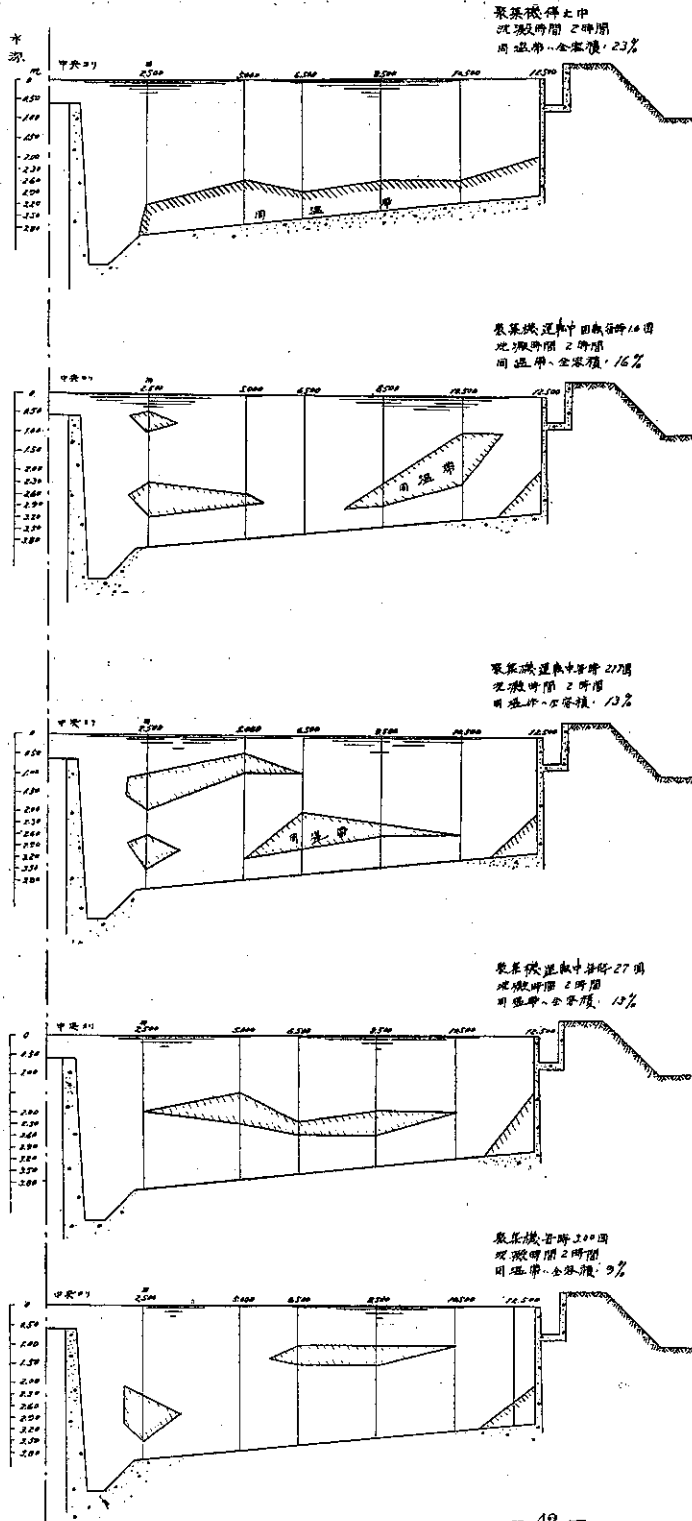


表-12. 汚泥聚集機回転速度
と同温帯の関係

聚集機 回転数 (毎時)	同 温帯 の全 容積 (%)	摘 要
停止中	23.20	澄澄時間 2 時間
1.60	15.90	
2.17	13.10	
2.70	12.10	
3.16	9.30	

第5章 沈澱効率

第1節 上水沈澱池

(1) 沈澱効率 名古屋市水道水源木曾川水質は平素良好であるが降雨出水時には相當の濁度を認め最近10ヶ年の実績を見るに最高700度平均4度で又最近3ヶ年の成績は表-13の如く夏季を除き常時は良好である。従つて沈澱用としては出水時以外薬品を使用しない特に方形沈澱池に流入する原水は木曾川より直送の場合を除

表-13. 名古屋市水道原水季節別水質表

年	種類	水温	浮遊	フローラ	濁度(度)	浮遊物(度)	細菌数(個/ml)
昭和九年	冬	11.6	2.7	2253	2.23	4177	4142
	夏	22.1	8.1	2239	34.25	5223	8453
	木	16.5	6.8	2139	31.12	4672	4040
昭和八年	冬	11.5	2.2	2379	1.47	4577	7853
	夏	22.1	5.3	2155	3.24	4307	7222
	木	16.2	2.4	2229	3.69	5237	2499
昭和七年	冬	16.2	2.6	2387	3.33	4579	688
	夏	18.2	1.1	2591	3.67	3476	464
	木	16.2	2.4	2442	3.34	4364	822
昭和九年	冬	11.2	1.2	2128	3.73	4817	3677
	夏	14.2	2.2	1727	1.97	4029	3677
	木	11.5	1.7	2324	3.59	4302	2862

表-14. 方形沈澱池効率調査成績表

月別	日別	流入水			池内水			沈澱率(%)	備考
		濁度	浮遊物	細菌数	濁度	浮遊物	細菌数		
4	4	11.4	22.5	820	5.5	18.0	370	37.2	
5	11	16.2	8.0	970	16.5	3.9	400	3.5	71.7
6	5	20.6	100	119.7	20.7	14.0	78.0	32.5	79.2
7	17	20.8	109	87.4	23.7	31.4	31.6	3.6	76.7
8	15	22.1	208	116.6	22.1	18.6	27.7	48.5	38.4
9	21	19.7	142	122.6	12.7	10.7	112.6	28.5	73.2

(昭和10年中)

き此處に到達するまでに一旦矩形沈澱池を通過したものであるから尙清澄である。同池に於ける昭和10年春季及夏季に於ける比較的濁度高き場合混糞時の除去成績は表-14の通りである。

図-61. 鳥居松矩形沈澱池泥土堆積図 (No. 1 沈澱池)

数字は泥土厚 (mm)

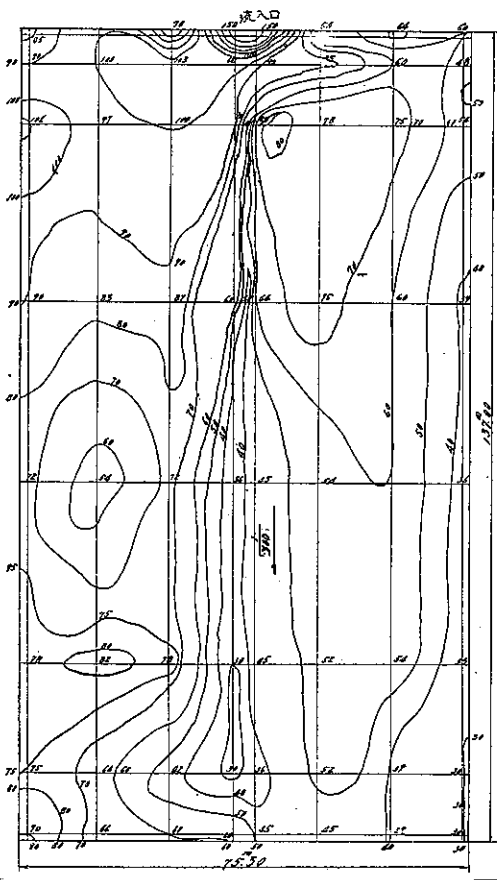
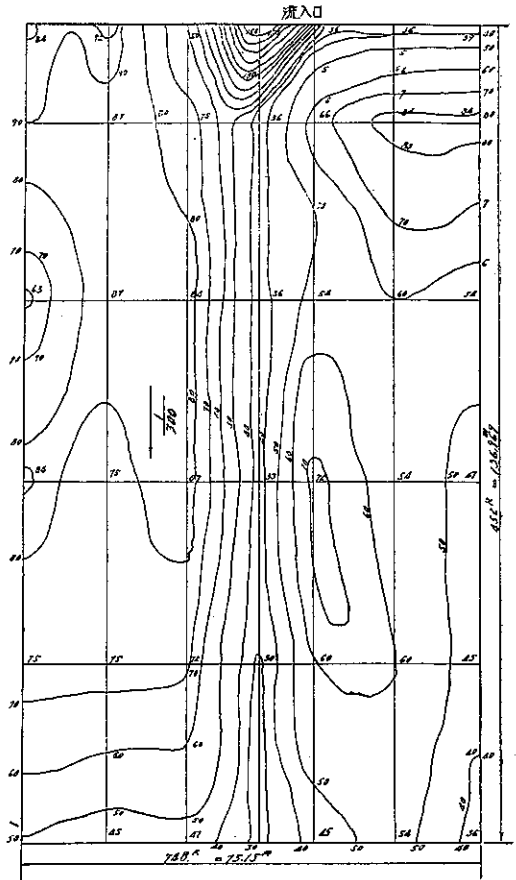


図-62. 鳥居松矩形沈澱池泥土堆積図 (No. 2 沈澱池)

数字は泥土厚 (mm)



2. 汚泥堆積状況 イ) 矩形沈澱池: 昭和8年11月より昭和9年10月に至る間操作せる鳥居松沈澱池 No. 1, No. 2, No. 3 (図-11. 参照) の各池に就て汚泥堆積状況を調査せしに図-61~63 の如く No. 1, No. 2 と No. 3 の堆積状況の相違は流入口及底部構造を異にするため又 No. 1, No. 2 の両側にて汚泥量の異なるは風のため風上へは新しい原水の流入することが少いのを示すものである。

ロ) 方形沈澱池: 聚集機なき場合の汚泥堆積状況は図-64 の如く流入口に特に多量で溢流堰近くが之に次いでゐる。

図-63. 鳥居松矩形沈澱池泥土堆積図 (No. 3 沈澱池)

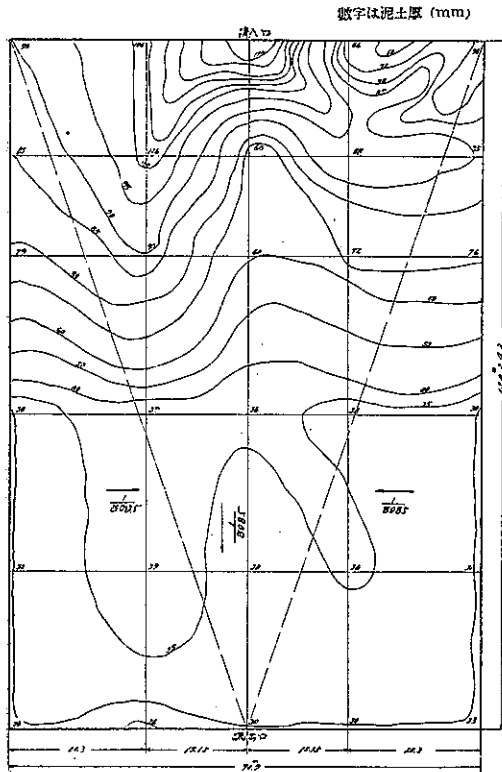
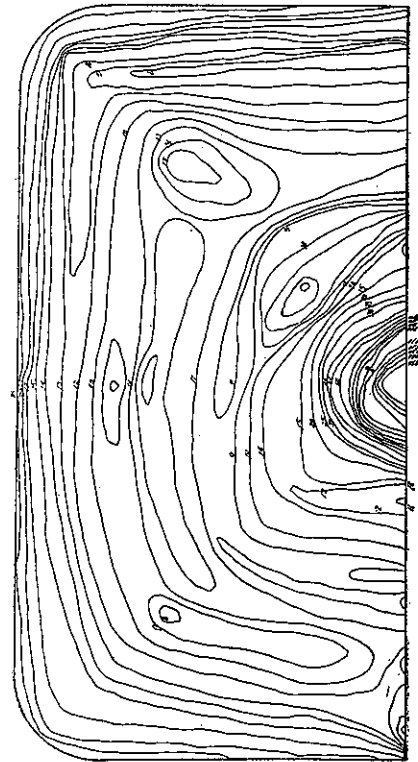


図-64. 方形沈澱池泥土堆積図 (聚集機なし)
数字は泥土厚 (mm)



第2節 下水第1沈澱池

(1) 流出入水の水質 露橋及傳馬町沈澱池の流入水の水質は表-15 の如く區域面積大なる割合に入口小なるため滞留處理場流入水に比して汚染度は低くなつてゐる。

次に昭和9年7月より翌年6月に至る1ヶ年間の露橋沈澱池に於ける放流水の水質は表-16 の如く現在この池は計畫量より遙かに多量の下水を取扱つてゐるため沈澱の效率が低下してゐる。尙温度高き夏季に低下せるは殊に汚染度低き下水が多量に流入せるためである。而して、除去率平均及最大は表-17 の如くである。

表-15. 下水第1沈澱池流入水々質表

項目	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	備註
濁度 (単位不明)	723	816	6322	13222	7851	100	化学成分一主中、 系(百分中)量 測定資料一土質 中、明集注
臭度 (単位不明)	1067	703	2261	13230	4260	136	
色度 (単位不明)	274	175	1632	7120	5820	824	
濁度 (単位不明)	520	642	3125	10580	3380	829	
濁度 (単位不明)	2820	1577	7000	22170	12720	1354	
濁度 (単位不明)	3522	1532	7204	32220	25530	1732	

表-16. 露橋下水第1沈澱池放流水々質表

日	時	色度	濁度	酸素吸収量	...
1	1	10	15	1.2	...
1	2	12	18	1.5	...
1	3	15	22	1.8	...
1	4	18	25	2.1	...
1	5	20	28	2.3	...
1	6	22	30	2.5	...
1	7	25	32	2.7	...
1	8	28	35	2.9	...
1	9	30	38	3.1	...
1	10	32	40	3.3	...
1	11	35	42	3.5	...
1	12	38	45	3.7	...
2	1	40	48	3.9	...
2	2	42	50	4.1	...
2	3	45	52	4.3	...
2	4	48	55	4.5	...
2	5	50	58	4.7	...
2	6	52	60	4.9	...
2	7	55	62	5.1	...
2	8	58	65	5.3	...
2	9	60	68	5.5	...
2	10	62	70	5.7	...
2	11	65	72	5.9	...
2	12	68	75	6.1	...
3	1	70	78	6.3	...
3	2	72	80	6.5	...
3	3	75	82	6.7	...
3	4	78	85	6.9	...
3	5	80	88	7.1	...
3	6	82	90	7.3	...
3	7	85	92	7.5	...
3	8	88	95	7.7	...
3	9	90	98	7.9	...
3	10	92	100	8.1	...
3	11	95	102	8.3	...
3	12	98	105	8.5	...
4	1	100	108	8.7	...
4	2	102	110	8.9	...
4	3	105	112	9.1	...
4	4	108	115	9.3	...
4	5	110	118	9.5	...
4	6	112	120	9.7	...
4	7	115	122	9.9	...
4	8	118	125	10.1	...
4	9	120	128	10.3	...
4	10	122	130	10.5	...
4	11	125	132	10.7	...
4	12	128	135	10.9	...

表-17.

	平均除去率 (%)	最大除去率 (%)
色度	18.97	27.83
濁度	30.78	43.25
酸素吸収量	23.13	36.80

図-65. 滯溜時間と除去率の関係 (聚集機運転中)

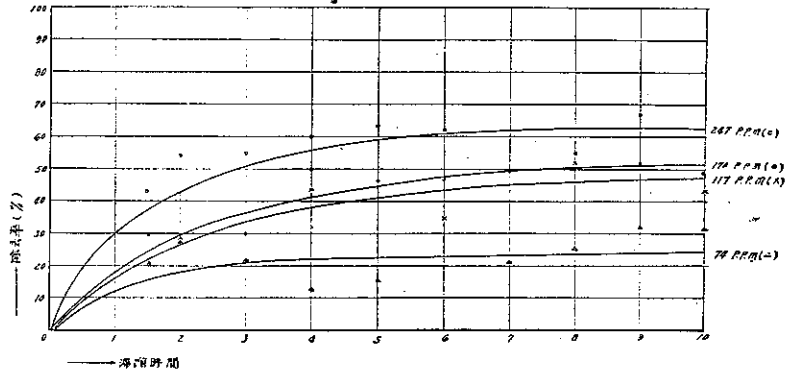
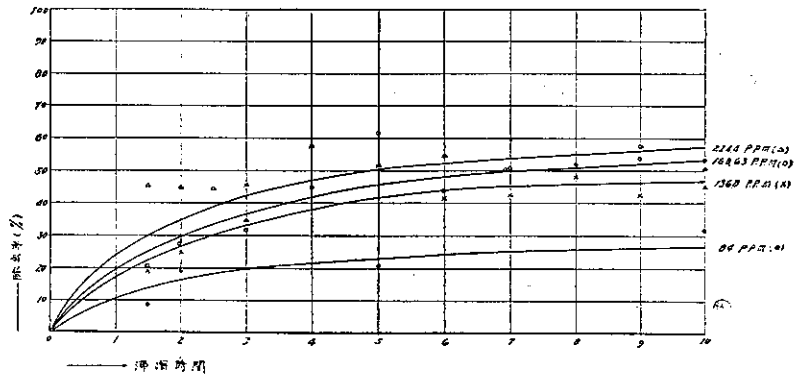


図-66. 滯溜時間と除去率の関係 (聚集機停止中)



(2) 浮游物の除去 露橋沈澱池の滯溜時間、浮游物濃度を異にせる場合の浮游物除去成績を示すと図-65, 66 の如く滯溜時間より見ると浮游物の多少にも

よるが大体 4 時間までは除去率を増加しそれ以上は時間の割合に増加しない。之は滯溜時間が増加しても静水帯

の増加が大で流過速度は比較的小さくならないことを示すものである。又浮游物濃度を増すと共に除去率は増加してゐる。

(3) 温度の高低と除去率 露橋沈澱池に於て昭和 9 年 7 月より翌年 6 月に至る間の滯溜時間 3 時間前後のものに就て浮游物除去成績を示すと

表-18 季節別除去率

季 別	夏	春	秋	冬
流入水温 (C)	25.08	15.46	19.14	13.81
流出水温 (C)	24.25	16.12	19.14	13.64
浮游物除去率 (%)	37.91	36.72	33.97	30.74

表-18 の如く夏季に於て最高，春秋之に次ぎ冬季は最低となつてゐる。

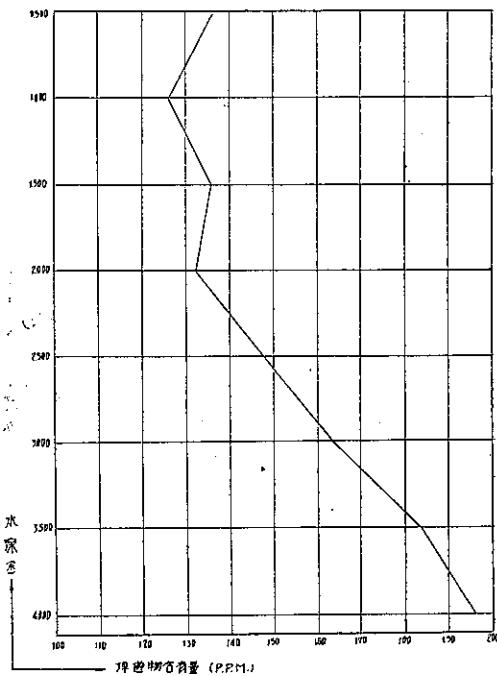
(4) 沈澱物 1) 池内の汚泥濃度： 1 日前より聚集機の運転を停止し出来る丈汚染度の高い下水を流入し，底部汚泥を半径上に添つて 2m 毎に wing pump を用ひて採酌し之を目盛付硝子筒に入れ濃度を測定した。その結果は表-19 の如く流入口，流出口及半径 15~20m の間が濃度は高い。之は中心部では前日聚集機により集められたまゝであること及大粒子が直ちに沈澱したため，又放流口前で濃度の高いのは聚集機にて集められないで堆積したまゝである爲と考へられる。

表-19. 沈澱池底部に於ける汚泥濃度

採取年月日	露橋沈澱池											
	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	平均
昭和9年7月5日	18	21	27	24	24	13	12	14	17	24	18	22
昭和9年7月8日	41	23	28	25	9	5	9	11	20	12	4	11
平均	29	22	27	24	16	9	10	12	18	18	11	17

備考： 数字は15分採取したものを10分採取したものと見做して算出したもの

図-67. 露橋沈澱池の表面より 50cm 毎各水深に於て浮遊物の變化 (排水場所は沈澱池半分 1/2 の點)



次に池内に於ける水深別の浮遊物濃度を見るに 図-67 の如く水深 2m 附近までは浮遊物量にはあまり變化ないが，それより深くなるに従ひ次第に増加してゐる。

ロ) 汚泥の性質： 露橋及傳馬町沈澱池の汚泥成分は表-20 の如く有機物は比較的少く流入口より流出口までの間の沈澱汚泥の性質は表-21 の如く流入口を去るに従つて有機物の割合を減じてゐる。

ハ) 汚泥量： 昭和 9 年 7 月より 1 ケ年間の汚泥量は表-22 の如く下水量に對する汚泥量の割合は月別に

表-20. 沈澱池汚泥成分表

水分 (%)	生汚泥 (%)		乾燥汚泥 (%)		備考
	比重	固形物	有機物	無機物	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	
72.0	1.25	1.4	1.25	1.4	

表-21. 沈澱池内各點に於ける浮遊物成分表

場所	露橋沈澱池					備考	
	全量	有機物	無機物	比重	固形物		
2.00	3425	2735	620	63.75	20.30	45.45	126.7
2.00	3377	2660	717	66.73	13.23	53.00	20.55
11.00	3235	2521	640	67.65	14.08	53.17	20.22
13.00	3125	2560	627	68.05	14.05	53.60	20.22
15.00	3112	2350	726	68.88	15.72	53.16	20.35
17.00	3043	2286	757	69.57	13.94	53.73	20.78
12.00	3008	2245	763	69.72	13.33	56.59	21.06
21.00	2936	2318	618	70.64	14.72	55.22	20.82
23.00	3025	2316	779	69.05	14.76	54.29	20.76
25.00	2602	1706	826	73.28	15.72	58.26	21.14
平均	3103	2377	726	68.70	13.06	53.21	20.57

場所	傳馬町沈澱池		比重	備考		
	有機物	無機物				
2.00	1200	8100	6.775	1.225	1.61	比重ハ水より1.04倍
5.00	1870	8130	6.475	1.455	1.65	成分ハ乾燥(100%)
6.50	1570	8020	6.620	1.870	1.70	汚泥百分中ノ量...
8.50	1445	8355	6.855	1.700	1.73	
10.50	1300	8700	6.590	2.110	1.87	
12.50	1165	8835	7.080	1.755	1.95	
平均	1535	8460	6.733	1.702	1.765	

て最大 1 万分の 4.06, 最小 2.04 平均 3.18 となつてゐる。

第 3 節 下水第 2 沈澱池及汚泥槽

(1) 下水第 2 沈澱池

下水の浮游物の一部は第 1 沈澱池に於て除去せられるが、更に曝氣により再び沈澱可能な浮游物量を増して第 2 沈澱池に流入する。而して曝氣汚泥は比重が小さいため第 1 沈澱池以上に温度の影響あり、特に曝氣時間の適否は汚泥塊の大小を左右し沈澱効率に影響する。

堀留下水處理場に流入する下水中の浮游物は 150~400 p.p.m であるが、曝氣の際促進汚泥を加へるから 1000~2000 p.p.m となり第 2 沈澱池に入り約 1 時間半の滯留時間にて 99~99.5% の除去率を示してゐる。

次に溢流堰頂の長さが沈澱効率に及ぼす影響を見るに表-23 の如く長さの影響が明かに認められる。

尚一方溢流に於ける溢流側と反対側に於ける池内の浮游物量を調査せらるに溢流せざる側は少くなつた。

之は溢流せざる側へは新しい下水の流入の少いことを示すもので更に四方溢流に於ける各水深別浮游物量は図-68 の如くである。

尚汚泥成分の詳細等は本誌第 20 巻第 12 號登載拙著“下水汚泥處理に就て”を参照され度い。

表-22. 露橋下水第 2 沈澱池汚泥量

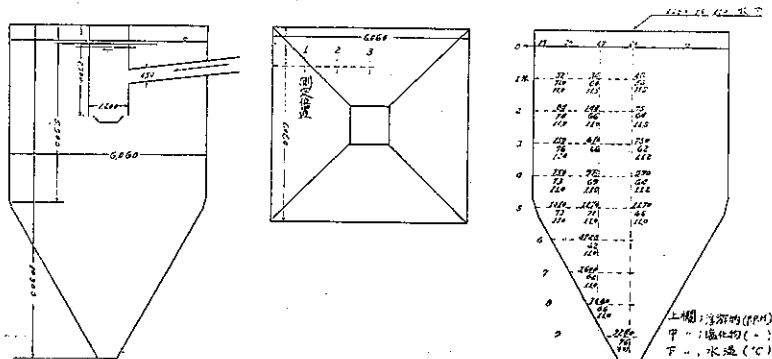
月別	沈澱池流入水量 (公升)				汚泥量 (公升)				汚泥濃度 (%)			汚泥基+T 比率		
	日最大	日最小	毎日の平均	月總量	日最大	日最小	毎日の平均	月總量	曝氣	曝氣	曝氣	日最大	日最小	日平均
1	11280	17212	20706	161220	4165	1837	2407	24082	228	722	220	2.04	2.12	2.08
2	9252	41212	2471	171720	1572	240	2407	2782	100	220	220	2.04	2.12	2.08
3	25212	41212	27024	171720	1227	240	2407	2782	100	220	220	2.04	2.12	2.08
4	12282	41212	2222	171720	1227	240	2407	2782	100	220	220	2.04	2.12	2.08
5	22282	17212	12282	22222	4117	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
6	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
7	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
8	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
9	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
10	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
11	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
12	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08
平均	22277	22282	12282	22222	2222	2222	2412	2412	100	220	220	2.04	2.12	2.08

表-23.

區分	流入下水中浮游物量	放流下水中浮游物量	除去率
四方溢流	1.728 (p.p.m)	8.5 (p.p.m)	99.51 (%)
一方溢流	1.744	15.1	99.13

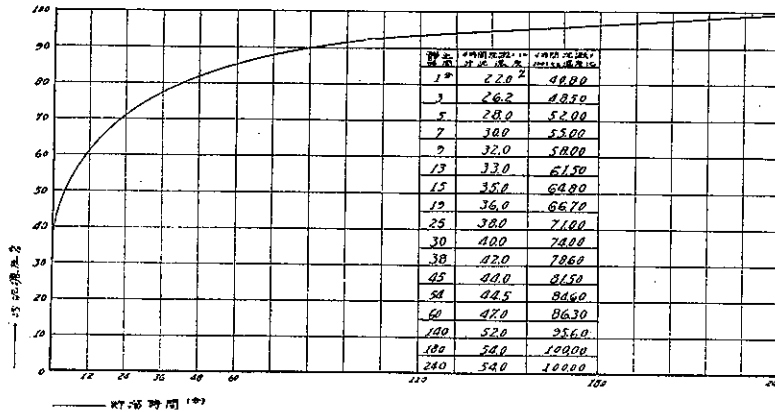
備考 滯留時間 1 時間 25 分
流入下水は 5 回の平均
放流下水は、一方溢流は 3 ケ所、四方溢流は 4 ケ所の平均

図-63. 堀留第 2 沈澱池内汚泥沈澱状況



(2) 汚泥貯溜槽 露橋第 1 沈澱池附属の汚泥貯溜槽に於て第 1 沈澱池よりの汚泥排出管閉止後各時間毎に汚泥を汲揚げ 4 時間放置し含有汚泥の割合を調査せしに図-69 の如く貯溜時間を増すと共に濃度は次第に増してゐる。即ち貯溜が脱水に役立つ汚泥處理を容易ならしめてゐることが判る。

図-69. 懸橋汚泥貯溜槽に於ける沈澱状況



第 6 章 結 論

常流式沈澱池をして最大効果を擧げしめるには池内流速を均等且つ最小にして其の流過時間を最大ならしむる點にあることは理論並に實驗より明かなことである。而して流過時間は流入出方法の影響を受くることが最も大である故その構造に特に考慮を拂はねばならぬ。

このため矩形沈澱池に於て片側の壁全面より一様に流入せしめ、反對側の壁全面より一様に流出せしむることが理想であるが、かかる設備の困難なる際には少くとも數ヶ所より流入及流出せしむることが必要である。且つ池の長さを粒子の沈降速度で表面から池底に達し得る様にすることはもとよりである。

放射流沈澱池に於ては流入筒の周圍一面に孔を設けるか又は無數に孔を有する阻板を流入筒の外側全面に亘つて設け且つその孔の大きさは池内に一様に流入する様抵抗を考へて定め、流出口は放射流沈澱池の特徴として溢流堰は長く流下速度も小さいから上端のみの溢流で差支へないと考へる。

而して溢流水深は極めて小さく風のある場合には風下へ多量に溢流し池内流速に不均一を生ずる故溢流堰の前面に阻板を設けるとよい。

又放射流沈澱池にあつては流入口を距ると共に次第に流速は減少して行くが沈澱せしむべき粒子の沈降速度以下に小さくする必要はないから、此流速に達してからは底を次第に浅くする事が出来る。即ち此形は直角双曲線となり池の建設費が著しく低廉となる。又池の深さが餘り深いと徒らに静水帯を増すのみで沈澱には効果がない。

滞留時間と浮游物の大小、聚集機回転速度とは密接な關係があるから聚集機の回転速度は適宜変化し得る様にする必要があり、實驗に供した様な構造の沈澱池では聚集機を毎時 2~3 回転せる場合には流過時間は倒錐流水帯の滞留時間と考へて大差ない。

下水第 2 沈澱池では汚泥の比重小で量も多いから滞留時間、汚泥の除去等には特別の注意が必要である。

操作上からは計畫以上の水を入れて全体の流過時間を縮少せぬ様に、又薬品使用の場合にはその効果を充分發揮せしむる爲注入場所の選定に注意が必要である。尚汚泥聚集機の回転速度は汚泥の質及量に応じ適宜変化する等運行上微細の點に色々の注意が肝要である。

要するに常流式沈澱池の計畫に當つては各部の流速を小にし流過時間を大とすること換言すれば静止せる所に沈澱なしと考へて行ふべきである。