



(一)回流污泥式沉澱池：

Accelator ( Degremont )	3 ~ 4	70 ~ 90
Koagulator ( Passavant )	3 ~ 4	70 ~ 90

(二)向上流式污泥層沉澱池：

V - Form Patterson	1.2 ~ 1.5	130 ~ 170
Pulsator ( 間斷操作 )	2.7	70
Hydrotreator	3.5	85

(三)高負荷污泥接觸式沉澱池：理論上可操作運轉，但實際上很少利用。

Cyclo flocc ( micro-sand 1.5-3.0 kg / m <sup>3</sup> )	5 ~ 8	35 ~ 55
Super Pulsator ( 詳圖五 )	8 ~ 12	15 ~ 20
Fluorapid	8 ~ 12	15 ~ 20

#### 四、污泥層之行爲

理論上，於實驗室中量測污泥顆粒的沉降速度，用以預測沉澱池之尺寸，是一具體且良好的方法。其實驗步驟是將污泥置於玻璃管內，令循環向上流之處理水連續流動，以量測污泥被處理過水携出時之流速。

然而於實驗情況卻發現數分鐘後，污泥於處理水中將不再保持於懸浮狀態，而由池之一壁開始逐漸累積，此乃正式形成濃縮顆粒污泥層 ( a solid mass of compact sludge ) 的過程。處理水於通過此種污泥層時，將於其間形成無數細小水道，是故顯而易見在此情況下，處理水與污泥顆粒間將不再產生有效接觸。

由另一角度來看，假設進流水採間歇式流入一亦即大量水於極短時間 ( Pulse time, 約 5 ~ 10 秒, 詳圖六 ) 內流入後，停滯一較長時間 ( Filling time, 約 30 ~ 40 秒, 詳圖七 )，則污泥層將保持於固定懸浮狀態 ( sludge remains in a constant of suspension )。所有污泥在短暫進流水時，會上浮幾至頂點，並於其後成功的停滯時段內下沉至一均衡狀態。此即如同泥狀水 ( sludgy water ) 於試管內維持懸浮不動，以量測污泥顆粒間之結合係數 ( Cohesion Coefficient )，用以確定污泥層內各點是否均屬同質 ( homogenous )。

假設水流為向上流式穿越污泥層，則污泥所佔體積將依流量和污泥膨脹度而異。但此一事實有一最高限值，超過此限，污泥內顆粒將因重力之不足以維繫其間結合力而各自分離，並隨進流水而流失，形成污泥層效果盡失。此一最高限值之流速，並非用以操作沉澱池時之最大流速。因其最大流速，將受計多因素影響 ( 如水溫，處理水之種類，……等 )，但可由量測污泥顆粒間之結合力係數 ( the coefficient of cohesion ) 而決定之。

(一)由經驗方式可得：

1. 沖擊時間：

$$\text{Pulse time ( 秒 )} = \frac{72 \times h}{( V_{\max} - V_{\text{ave}} ) \times 3600}$$

h：進水 Chamber 內 a, b 兩點間之水頭。

若以硫酸鋁為混凝劑 ( 詳見八 )

$$V_{\max} = 2.2 \text{ mm / sec}$$

$$V_{\text{ave}} = 1.4 \text{ mm / sec}$$

2.注水時間：

$$\text{Filling time (秒)} = \frac{72 \times A \times h}{Q_A}$$

A：沉降表面積 ( settling surface )

Q<sub>A</sub>：真空空氣排放流量 ( flow of vacuum )

一般而言 Filling time 約為 Pulse time 之 2 ~ 3 倍。

(二) 吸水高度之計算：( a, b 兩點間之水頭 )

由經驗而得：For Turbidity = 10 ~ 40 NTU

Flow Energy Preferable = 0.8 ~ 1.5 erg / cm<sup>3</sup>·sec

$$G = \sqrt{\frac{0.8 \sim 1.5}{0.01}} = 9.0 \sim 12.2 \text{ sec}^{-1}$$

$$G = \sqrt{\frac{QWh}{V\mu}}$$

Q = 處理水量 ( m<sup>3</sup> / sec )

W = 水之密度 ( 於 4 °C 時, W = 1000 kg / m<sup>3</sup> )

V = 沉澱池之體積 ( m<sup>3</sup> )

μ：絕對粘度 ( 因溫度而異 ) ( kg / m·sec )

當原水濁度超過 40 NTU 時，膠羽顆粒必須控制在 0.3 ~ 0.4 mm 間，可由實驗中調整加藥量，控制污泥層體積等方法，獲致理想結果。

## 五、污泥之分離及排除

無論是污泥層沉澱池或回流污泥式沉澱池，其污泥皆處於懸浮狀態，且具一相當大之體積，唯體積大小將因污泥顆粒的比重 ( specific gravity )，膨脹度，及向上流水流速度而異。上澄液與污泥在沉澱池的平靜區 ( calm zone ) 相互分離。然經分離後而排放之污泥量，卻僅佔總污泥量之一小部份而已。欲排放之污泥可先收集於一漏斗 ( hopper ) 中濃縮，待達預定濃度後，依設計者以虹吸原理或閥門控制等方式排除之。

## 貳、污泥層沈澱池之設計準繩暨設計範例

### 一、示意圖內各部名稱，參考尺寸及設計準繩 (詳圖九)

1. d<sub>1</sub>: 進流區 ( Inlet Zone )，0.5<sup>m</sup> ~ 0.1<sup>m</sup>。主要膠凝作用發生於此區域。
2. d<sub>2</sub>: 沉澱池 ( Flocculation and Sedimentation Zone )，2.0<sup>m</sup> ~ 4.0<sup>m</sup>。
3. d<sub>3</sub>: 澄清區 ( Clarification Zone )，1.0<sup>m</sup> ~ 1.5<sup>m</sup>。
4. d<sub>4</sub>: 出水高度 ( Guard Zone or Freeboard )，≤ 1.0<sup>m</sup>。
5. 堰溢流率 ( Weir Loading )：250 ~ 700 m<sup>3</sup> / m·day。
6. 表面負荷率 ( Surface Loading )：2.0 ~ 5.0 m<sup>3</sup> / m<sup>2</sup>·hr。

7. 停留時間 ( Detention Time ) : 0.5 ~ 2.0 小時。

8. 污泥溢流率 ( Sludge Bleed Ratio ) :  $\leq 0.10 Q$

## 二、設計術語

$V_p$ : 顆粒沉降速度 ( Particle settling velocity ), mm / sec 。

依顆粒種類而異 ( 詳附表一 ) 。

$V_s$ : 污泥層沉降速度 ( Sludge settling velocity ), mm / sec 。

$$V_s = V_p \times ( 1 - f C^{2/3} )$$

$f$ : 龐氏係數 ( Bond's number ),  $2.0 \leq f \leq 2.8$ , 依膠凝劑之種類而異。如以硫酸鋁為膠凝劑, 其  $f = 2.78$  。

$C$ : 膠羽之容積濃度 ( Volumetric Concentration of floc ), %。依向上流水流速度而異, 一般而言, 介於 6% 與 10% 之間。

$X_u$ : 污泥層上部尺寸, m 。

$X_l$ : 污泥層下部尺寸, m 。

$t_s$ : 污泥顆粒停留時間 ( Solid residence time ), hr 。

$t_w$ : 處理水停留時間 ( water residence time ), hr 。

$q_s$ : 污泥溢流比例 ( Sludge bleed ratio ), 介於 1% ~ 10%, 一般取用 2% ~ 3% 。

校核準繩:

1.  $G\phi T$ : 速度坡降函數 ( Velocity gradient function ) 。

$$60 < G\phi T < 120 。$$

( 當  $\phi = 1$  時,  $G\phi T$  稱為肯普氏函數 ( Camp's function ) ) 。

$$G\phi T = \frac{Aat X_l}{2 \bullet} \left[ \frac{(\rho_s - \rho_l) \times g}{Q \times \mu \times f^{9/2}} \right]^{1/2} \times F ( X_u / X_l )$$

$A$ : 污泥層下部面積

$\rho_s$ : 膠羽顆粒比重 ( 詳附表一 )

$\rho_l$ : 處理水比重, 因溫度而異 ( 詳附表二 ) 。

$\mu$ : 絕對粘度, 因溫度而異 ( 詳附表二 ) 。

$F ( X_u / X_l )$ : 詳圖十。

2.  $G\phi T \frac{t_s}{t_w}$ : 速度標準 ( Velocity Criterium )

$$3000 < G\phi T \frac{t_s}{t_w} < 4000 。$$

## 三、設計範例

設一自來水淨水場, 其原水取自河川 ( 水溫介於  $10^\circ\text{C} \sim 23^\circ\text{C}$  之間 ), 總處理水量為  $0.5 \text{ m}^3 / \text{sec}$  ( 43200 CMD ), 若經加藥混凝後, 以污泥層沉澱池為單元處理, 試設計該沉澱池之尺寸大小?

加藥量:  $20 \text{ mg} / \ell$  ( 以  $\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  計之 ), 並於必要時加入粉狀活性碳 (

Powdered Activated Carbon)。

濁度：20 g / m<sup>3</sup>

1. 若以去除濁度之膠羽顆粒設計，由表一查得：

V<sub>p</sub>: 0.9 mm / sec ( at 15°C )，茲因溫度對絕對粘度的影響，必須校正。

$$V_p ( \text{at } 10^\circ\text{C} ) = V_p ( \text{at } 15^\circ\text{C} ) \times \frac{\mu ( 15^\circ\text{C} )}{\mu ( 10^\circ\text{C} )} = 0.9 \times \frac{1.139 \times 10^{-3}}{1.307 \times 10^{-3}}$$

$$= 0.87 \text{ mm / sec}$$

2. V<sub>s</sub> ≤ 0.5 V<sub>p</sub>，若考慮最大膠羽顆粒可能溢流之流速，

$$V_s = 0.5 V_p = 0.435 \text{ mm / sec}$$

$$V_s = V_p ( 1 - f c^{\frac{2}{3}} )，以 V_p = 0.87 \text{ mm / sec}，f = 2.78$$

$$V_s = 0.435 \text{ mm / sec}，分別代入得 C = 7.5 \%，\phi = 0.075$$

3. 假設污泥層上，下部皆為正方形。上部面積 X<sub>u</sub><sup>2</sup>：

$$X_u^2 = \frac{0.5 \text{ m}^3 / \text{sec}}{0.435 \times 10^{-3} \text{ m / sec}} = 1150 \text{ m}^2，X_u = 34 \text{ m (太大)}。$$

4. 下部面積 X<sub>l</sub><sup>2</sup>：

$$X_l^2 = \frac{0.5 \text{ m}^3 / \text{sec}}{0.87 \times 10^{-3} \text{ m / sec}} = 575 \text{ m}^2，X_l = 24 \text{ m (太大)}。$$

5. 校核速度坡降函數，GφT：

$$X_u / X_l = 34 / 24 = 1.42，由圖十查得 F ( X_u / X_l ) = 0.19$$

$$G\phi T = \frac{A a t X_l}{2} \left[ \frac{(\rho_s - \rho_l) \times g}{Q \times \mu \times (f)^{9/2}} \right]^{\frac{1}{2}} \times F ( X_u / X_l )$$

$$\rho_s = 1.005，\rho_l = 0.9997，\mu = 1.0 \times 10^{-3}$$

$$G\phi T = \frac{576}{2} \left[ \frac{(1.005 - 0.9997) \times 9.81}{0.5 \times 1.0 \times 10^{-3} \times (2.78)^{9/2}} \right]^{\frac{1}{2}} \times 0.19$$

$$= 57 \text{ (太小)}，(60 < G\phi T < 120)$$

備註：

(1) 若污泥層沉澱池為圓錐形(詳圖十一)

$$\frac{X_u}{X_l} = \frac{R_u}{R_l} \quad R_u : \text{污泥層上部半徑。}$$

$$R_l : \text{污泥層下部半徑。}$$

(2) 若污泥層沉澱池為長方形(詳圖十二)

$$\frac{X_u}{X_l} = \frac{\sqrt{L_u \times W_u}}{\sqrt{L_l \times W_l}}$$

L<sub>u</sub>, L<sub>l</sub> : 污泥層上，下部長邊。

W<sub>u</sub>, W<sub>l</sub> : 污泥層上，下部短邊。

6.校核速度標準： $G \phi T \frac{ts}{tw}$

設污泥溢流比例  $q_s = 3\%$ ，則污泥溢流量  $Q_s = 0.5 \times 0.03 = 0.015 \text{ m}^3 / \text{sec}$ 。

又於污泥層中， $\frac{ts}{tw} = \frac{Q}{Q_s}$ ，

$$G \phi T \frac{ts}{tw} = G \phi T \frac{Q}{Q_s} = 57 \times \frac{0.5}{0.015} = 1900 \text{ (太小)}。$$

綜合上述計算，得知沉澱池尺寸太大，且速度坡降函數，速度標準，皆不在要求範圍內，故須予以修正。修正原則：(1)  $V_s$ : unchangeable，(2)  $X_u$ : unchangeable，但若尺寸太大時，可均分為兩池設計，(3)修正  $X_l$  值，較易獲至理想的結果。

第一次修正：將原有尺寸，均分為兩池設計。

1.  $V_p = 0.87 \text{ mm} / \text{sec}$ 。

2.  $V_s = 0.435 \text{ mm} / \text{sec}$ 。

3.  $X_u^2 = 575 \text{ m}^2$ ， $X_u = 24.0 \text{ m}$

4.  $X_l^2 = 288 \text{ m}^2$ ， $X_l = 17.0 \text{ m}$

5.校核  $G \phi T$  值：

$$\frac{X_u}{X_l} = \frac{24}{17} = 1.4 \quad F\left(\frac{X_u}{X_l}\right) = 0.19$$

$$G \phi T = \frac{288}{2} \left[ \frac{(1.005 - 0.9997) \times 9.81}{\frac{0.5}{2} \times 1.0 \times 10^{-3} \times (2.78)^{\frac{9}{2}}} \right]^{\frac{1}{2}} \times 0.19$$

$$= 40 \text{ (太小)} \quad (60 < G \phi T < 120)$$

6.校核  $G \phi T \frac{ts}{tw}$  值：

$$G \phi T \frac{ts}{tw} = 40 \times \frac{0.5 / 2}{0.015 / 2} = 1320 \text{ (太小)}$$

$$(3000 < G \phi T \frac{ts}{tw} < 4000)$$

第二次修正：變更污泥層下部尺寸  $X_l$  為  $12.0 \text{ m}$ 。

1.~3.: 同第一次修正

4.  $X_l^2 = 144.0 \text{ m}^2$ ， $X_l = 12.0 \text{ m}$

5.校核  $G \phi T$  值：

$$\frac{X_u}{X_l} = \frac{24.0}{12.0} = 2.0 \quad , \quad F\left(\frac{X_u}{X_l}\right) = 0.9$$

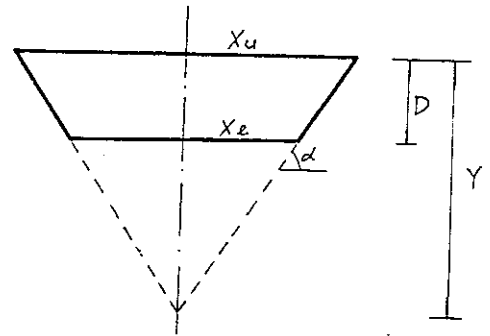
$$G \phi T = \frac{144}{2} \left[ \frac{(1.005 - 0.9997) \times 9.81}{\frac{0.5}{2} \times 1.0 \times 10^{-3} \times (2.78)^{\frac{9}{2}}} \right]^{\frac{1}{2}} \times 0.9$$

$$= 93.6 \text{ (OK)} \quad (60 < G \phi T < 120)$$

6. 校核  $G \phi T \frac{ts}{tw}$  值：

$$G \phi T \frac{ts}{tw} = 93.6 \times \frac{\frac{0.5}{2}}{\frac{0.015}{2}} = 3089 \text{ (O.K.)}$$

7. 污泥層厚度之計算：



若  $\alpha = 45^\circ$  ,  $\tan \alpha = 1$  ,  $Y = 12.0\text{m}$  ,  $D = 6.0\text{m}$

$$\text{Volume} = \frac{1}{3} [ (24.0)^2 \times 12 - (12.0)^2 \times 6 ] = 2016 \text{ m}^3$$

$$tw = \frac{V}{Q} = \frac{2016 \text{ m}^3}{\frac{0.5 \text{ m}^3 / \text{sec}}{2}} = 8064 \text{ sec} = 2.24\text{hr (太大)}$$

一般而言，處理水於污泥層之停留時間介於 0.5hr ~ 2.0hr 之間。

若  $\alpha = 30^\circ$  ,  $\tan \alpha = 0.58 = \frac{Y}{12.0}$  ,  $Y = 7.0\text{m}$  ,  $D = 2.9\text{m}$ 。

$$\text{Volume} = \frac{1}{3} [ (24.0)^2 \times 7.0 - (12.0)^2 \times 2.9 ] = 1147 \text{ m}^3 \text{。}$$

$$tw = \frac{V}{Q} = \frac{1147 \text{ m}^3}{0.25 \text{ m}^3 / \text{sec}} = 4588 \text{ sec} = 1.27\text{hr (O.K.)}$$

備註：若  $\alpha$  角度愈小，其相對構造物之建設費愈高。

#### 四、結 論

1. 處理水量：  $Q = 0.5 \text{ m}^3 / \text{sec} = 43200 \text{ CMD}$  。
2. 池數： 2 池
3. 污泥層尺寸：  $X_u = 24.0\text{m}$  ,  $X_l = 12.0\text{m}$
4. 污泥層厚度：  $D = 2.9\text{m}$  ( O.K ) , (  $2.0\text{m} < D < 4.0\text{m}$  ) 。
5. 停留時間：  $tw = 1.27 \text{ hr}$  ( O.K ) (  $0.5\text{hr} < tw < 2.0 \text{ hr}$  ) 。
6.  $G \phi T = 93.6$  ( O.K ) , (  $60 < G \phi T < 120$  )
7.  $G \phi T \frac{ts}{tw} = 3089$  ( O.K ) , (  $3000 < G \phi T \frac{ts}{tw} < 4000$  ) 。

#### 參、優、缺點之比較暨本省現有設備之分析

##### 一、傳統式沈澱池(水平流)與污泥層沈澱池優、缺點之比較

(一)傳統式沉澱池（水平流）：

1.優點如下：

- (1)有良好的理論基礎（ $G$  值和  $Gt$  值），故可信賴度高。
- (2)在水質變化時，僅須變更快混機、膠羽機之轉速，即可達到預期之沉澱效果，故易於控制。
- (3)不須具有特殊技術之操作人員。
- (4)排水系統較污泥層沉澱池為佳。

2.缺點如下：

- (1)佔地面積較大，故初設費高。
- (2)因具膠羽機，刮泥機等機械設備，故操作年費較高。
- (3)低濁度之原水，因其顆粒數目較少，故不易形成膠凝作用。
- (4)因池表面積較大，故沉澱效果，受風力及密度流之影響甚鉅。

(二)污泥層沉澱池：

1.優點如下：

- (1)無需膠凝池，佔地面積較小，故初設費低。
- (2)同質的污泥層厚度中，保有均一的污泥顆粒濃度，故沉澱效果較傳統式沉澱池為佳。
- (3)以污泥層之篩濾及吸附作用去除膠羽顆粒，且淨水容積利用率為 100%，故較傳統式沉澱池更接近理想狀態。
- (4)溢流率（表面負荷率）較傳統式沉澱池高，可節省工程費。
- (5)流綫以細小渠道方式垂直向上流，且於整池中流綫之分佈均屬同質，故較傳統式沉澱為佳。
- (6)污泥以溢流方式至漏斗中濃縮後排出，形成高污泥濃度，低水頭損失。
- (7)污泥之排除無需刮泥設備，故膠羽之沉降可不受其干擾。
- (8)水質或水量變化大時，僅須調整膠凝劑之加藥量及污泥之排放速度，而由污泥層的厚薄關係控制。
- (9)對工業用水之軟化處理效果非常理想。（去除水中鈣、鎂離子）。
- (10)對固定水質的原水是最理想的處理單元，且對低濁度之原水處理效果相當良好。

2.缺點如下：

- (1)運轉初期，污泥層尚未形成，沉澱效果不佳。造成快濾池的高負荷。
- (2)預期的處理效果不易評估，須依賴承商或他廠之經驗。
- (3)為保持污泥層於懸浮狀態，必須持續運轉。
- (4)真空幫浦因故無法操作時，即失去沉澱效果。
- (5)污泥層內污泥顆粒凝結固化後，必須排乾重新運轉。
- (6)排水系統較傳統式沉澱池為差。
- (7)真空室操作運轉時，產生巨大噪音。
- (8)須具特殊技術操作人員。

(9)理論上高負荷之污泥層沉澱池是可運轉的，但實際上不易運行操作。

(10)原水水質產生瞬間變化時不易應付，沉澱效果不佳。

## 二、本省現有四座污泥層沉澱池性能之比較

項 目	水廠名稱 新山水庫淨水場	豐原淨水場	鳳山水庫淨水場 新建工程	鳳山水庫淨水場 二期擴建工程
1.原水水源	基隆河(高濁度) 新山水庫(低濁度)	大甲溪、石岡壩	高屏溪、東港溪、 鳳山水庫	高屏溪、東港溪、 鳳山水庫
2.處理水量	50,000 CMD	200,000 CMD	350,000 CMD	350,000 CMD
3.池數	一池	四池	四池	四池
4.每池尺寸	27.0 <sup>m</sup> (L)×25.3 <sup>m</sup> (W)×4.5 <sup>m</sup> (水深)	27.0 <sup>m</sup> (L)×25.3 <sup>m</sup> (W)×4.5 <sup>m</sup> (水深)	37.0 <sup>m</sup> (L)×28.1 <sup>m</sup> (W)×4.5 <sup>m</sup> (水深)	45.4 <sup>m</sup> (L)×24.8 <sup>m</sup> (W)×4.5 <sup>m</sup> (水深)
5.每池面積及體積	A = 683 m <sup>2</sup> V = 3074 m <sup>3</sup>	A = 683 m <sup>2</sup> V = 3074 m <sup>3</sup>	A = 1040 m <sup>2</sup> V = 4680 m <sup>3</sup>	A = 1126 m <sup>2</sup> V = 5067 m <sup>3</sup>
6.溢流率	73 CMD / m <sup>2</sup> = 3.04 m / hr	73 CMD / m <sup>2</sup> = 3.04 m / hr	84.1 CMD / m <sup>2</sup> = 3.5 m / hr	77.7 CMD / m <sup>2</sup> = 3.24 m / hr
7.停留時間	89min = 1.48hr	89min = 1.48hr	77min = 1.28hr	83min = 1.39hr
8.沖擊時間 (Pulse Time)	10 秒	5 秒~10.秒	10.秒	不具脈動現象
9.注水時間 (Filling Time)	45 秒	15.秒~30.秒	30.秒	
10. Chamber 吸水高度	0.7 m (含水頭損失0.1 <sup>m</sup> )	0.6 <sup>m</sup>	0.6 <sup>m</sup> ~ 0.7 <sup>m</sup> (含水頭損失0.1 <sup>m</sup> )	利用進水能量0.6 <sup>m</sup> 水位高)使污泥層 維持懸浮，且G值 在10左右。
11.各部份尺寸	進流區+沉澱區 = 2.5 <sup>m</sup> 澄清區 = 2.0 <sup>m</sup>	進流區+沉澱區 = 2.5 <sup>m</sup> 澄清區 = 2.0 <sup>m</sup>	進流區+沉澱區 = 2.5 <sup>m</sup> 澄清區 = 2.0 <sup>m</sup>	進流區+沉澱區 = 3.0 <sup>m</sup> 澄清區 = 1.5 <sup>m</sup>
12.出水濁度	4 -- 8 NTU	1 -- 2 NTU	平均：5NTU 以下 目前：2.5NTU	平均：5NTU 以下 目前：2.5NTU
13.排泥方式	設定時間、借虹吸 原理排除	設定時間、借虹吸 原理排除	設定時間，借虹吸 原理排除	以sludge col- lection cone 收集後，設定時間 借重力排除

項 目	水廠名稱	新山水庫淨水場	豐原淨水場	鳳山水庫淨水場 新建工程	鳳山水庫淨水場 二期擴建工程
14. 運轉初期污泥層形成的方法		基隆河水(高濁度)+高加藥量(40~50 ppm Alum)進流量自20,000 CMD逐漸累積至滿載。	大甲溪石岡壩水(200,000 CMD)+高加藥量(PAC, 22 ppm)歷時3天,不影響供水。	鳳山水庫水+高加藥量(7.5% Alum, 100 ppm),進流量350,000 CMD,歷時1天,不影響供水。	鳳山水庫水+高加藥量(PAC, 60~70 ppm),進流量每池由40,000 CMD逐漸累積至滿載。歷時數天,不影響供水。
15. 污泥層形成之最佳方法		新山水庫水(低濁度)+Alum,進流量自10,000 CMD逐漸累積至滿載,不影響供水。		鳳山水庫水+高加藥量(7.5% Alum, 45~50 ppm),每池進流80,000 CMD,歷時1天,不影響供水。	
16. 操作上的問題		(1)運轉初期,污泥層之形成須3天,影響供水。 (2)一天內溫差太大,形成密度流膠羽上揚(中午12點~下午2點)出水濁度達10 NTU以上。 (3)基隆河水(水溫較高)+水庫水(水溫較低),混合後產生問題 (4)基隆河水(濁度高)+水庫水(濁度低,且取有anaerobic zone)混合後產生問題。	(1)年平均濁度,5度以下計223天,最高濁度3000度。 (2)密度流形成膠羽上揚,下午2點~5點。 (3)藻類呼吸或光合作用放出氣體,造成膠羽上揚。 (4)含砂量過高,堵塞進流管進水孔,且清除不易。	(1)密度流形成膠羽上揚,每天中午12點~下午6點 (2)池底穩流板因採用石棉板易破裂,形成污泥淤積,固化維護困難。 (3)真空吸氣系統故障率高維護不易	(1) sludge collection cone 欲清理時,吊起不易。 (2)密度流造成膠羽上揚,每天中午12點~下午6點 (3)排泥管(200 mm φ)略嫌小小。 (4)原水流量計容易卡住,造成電腦加藥量不易控制
17. 解決方法		(1)整池加蓋,避免日光照射。 (2)控制進流量及加藥量。	(1)整池加蓋避免日光照射。 (2)藻類之預除。 (3)加做沉砂池。 (4)加大排水管綫。	(1)整池加蓋,避免日光照射。 (2)穩流板以FRP板替代原有石棉板。	(1)整池加蓋,避免日光照射。 (2)加大排泥管綫。

備註：原水濁度低時，可不必運轉 Pulsator 之脈動裝置，僅以進流水能量形成脈動即可，唯污泥層上，下層污泥濃度以不超過 7% 為原則，否則污泥層會產生固化現象。

## 肆、參考文獻

1. Degremont , 1979 , Fifth Edition , “ Water Treatment Handbook ” 。
2. A.W. Bond , JIWES , 15 , 494 (1961) 。
3. 高肇藩、衛生工程(自來水)篇。
4. 中華民國自來水協會技術研究委員會編製，自來水工程設計指南(四)。
5. 盧清雄，70.5，自來水季刊27期“鳳山水庫淨水場淨水處理程序之檢討”。
6. Dr. W. J. Masschelein , “ Advanced Water Treatment ” 。

表一 Particle settling velocities of flocculated material at 15° C.

Type of particles	$\rho_s$ (wet)	$v_p$ (mm/s)	Conventional data	
			Overflow (mm/s)	residence time (s)
Clay, sand	2.65	5-10:7	28-100	30-540
Crist. Calcium carbonate	1.2	2-3 :2.5	0.5 - 3	3600
Softening precipitate.	1.15	1.2-1.9:1.5	0.8 - 1.4	< 7200
Floc (Al, Fe)			0.5 - 1.5	7200
Turbidity	1.005			
Colour	1.004	0.7 - 1.3:1		
Algae	1.002	0.6 - 1.2:0.9		
Act. sludge	1.005	1 - 2:1.5	1.4	3600 - 7200
Organic waste (polyelectrolytes)	1.001	0.3 - 0.5:0.4	0.3	3600 - 7200
Activated carbon powder	1.2 - 1.4	2	0.8 - 1.5	> 3600

表二、水之密度及黏度

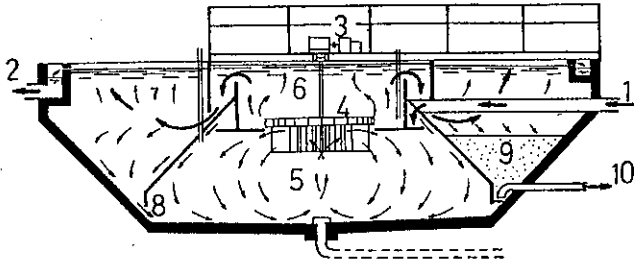
溫度 (°C)	密度 $\rho$ (grams / cm <sup>3</sup> ) <sup>c</sup>	絕對黏度 $\mu$ centipoises <sup>a</sup>	動黏度 centistokes <sup>b</sup>	溫度 (°F)
0	0.99987	1.7921	1.7923	32.0
2	0.99997	1.6740	1.6741	35.6
4	1.00000	1.5676	1.5676	39.2
6	0.99997	1.4726	1.4726	42.8
8	0.99988	1.3872	1.3874	46.4
10	0.99973	1.3097	1.3101	50.0
12	0.99952	1.2390	1.2396	53.6
14	0.99927	1.1749	1.1756	57.2
16	0.99897	1.1156	1.1168	60.8
18	0.99862	1.0603	1.0618	64.4
20	0.99823	1.0087	1.0105	68.0
22	0.99780	0.9608	0.9629	71.6
24	0.99733	0.9161	0.9186	75.2
26	0.99681	0.8746	0.8774	78.8
28	0.99626	0.8363	0.8394	82.4
30	0.99568	0.8004	0.8039	86.0

註：a. 1 centipoise =  $10^{-2}$  ( gram mass ) / ( cm ) ( sec ) 。若改為英制單位-- ( lb force ) ( sec ) / ( sq ft ) ，則 centipoise 需乘以  $2.088 \times 10^{-5}$  。

b. 1 centistoke =  $10^{-2}$  cm<sup>2</sup> / sec ，若改為英制單位-- ( sqft ) / ( sec ) 。

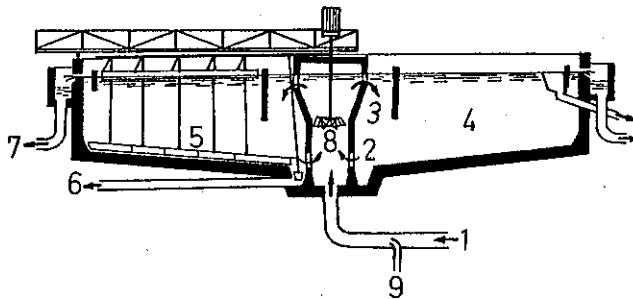
則 centistoke 需乘以  $1.075 \times 10^{-5}$  。

c. 1 gram / cm<sup>3</sup> = 62.43 lb / ft<sup>3</sup> 。



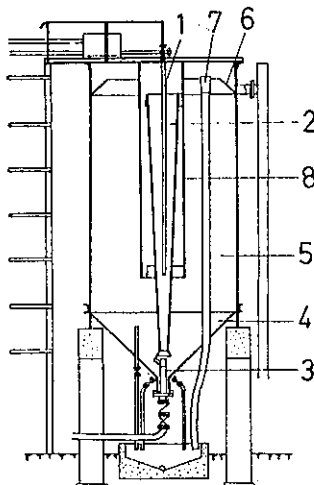
- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. Raw water inlet.                 | 6. Secondary mixing and reaction zone. |
| 2. Clarified water outlet.          | 7. Clarified water.                    |
| 3. Impeller drive.                  | 8. Sludge return.                      |
| 4. Rotor impeller                   | 9. Sludge concentrator.                |
| 5. Primary mixing and reaction zone | 10. Excess sludge discharge.           |

圖 — The ACCELATOR NS clarifier.



- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1. Raw water inlet.    | 6. Excess sludge.                                    |
| 2. Sludge recycling.   | 7. Treated water outlet.                             |
| 3. Floc maturing.      | 8. Mixing turbine for raw water and recycled sludge. |
| 4. Clarification zone. | 9. Reagent feed                                      |
| 5. Scrapers.           |  |

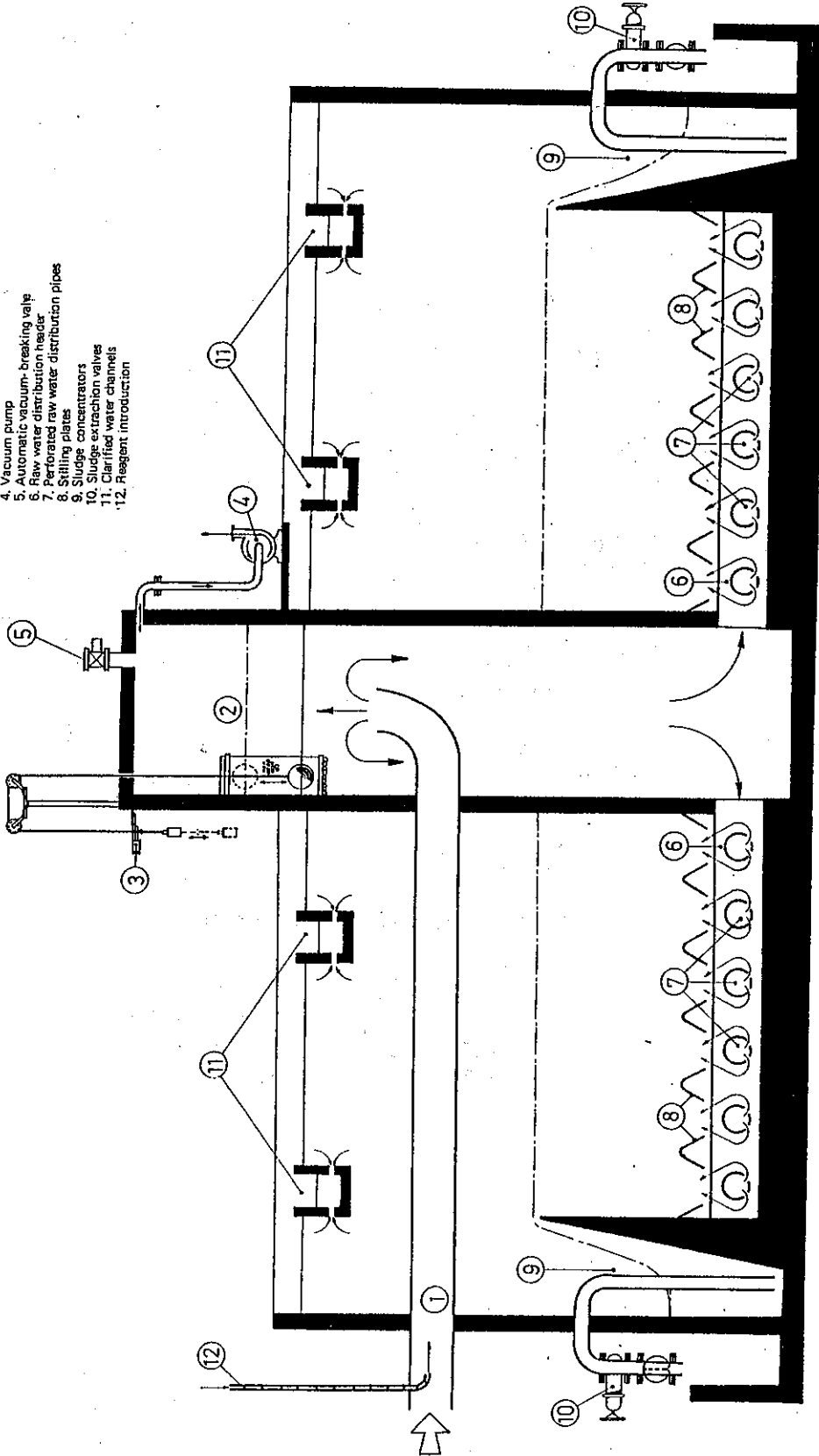
圖二 The TURBOCIRCULATOR clarifier.



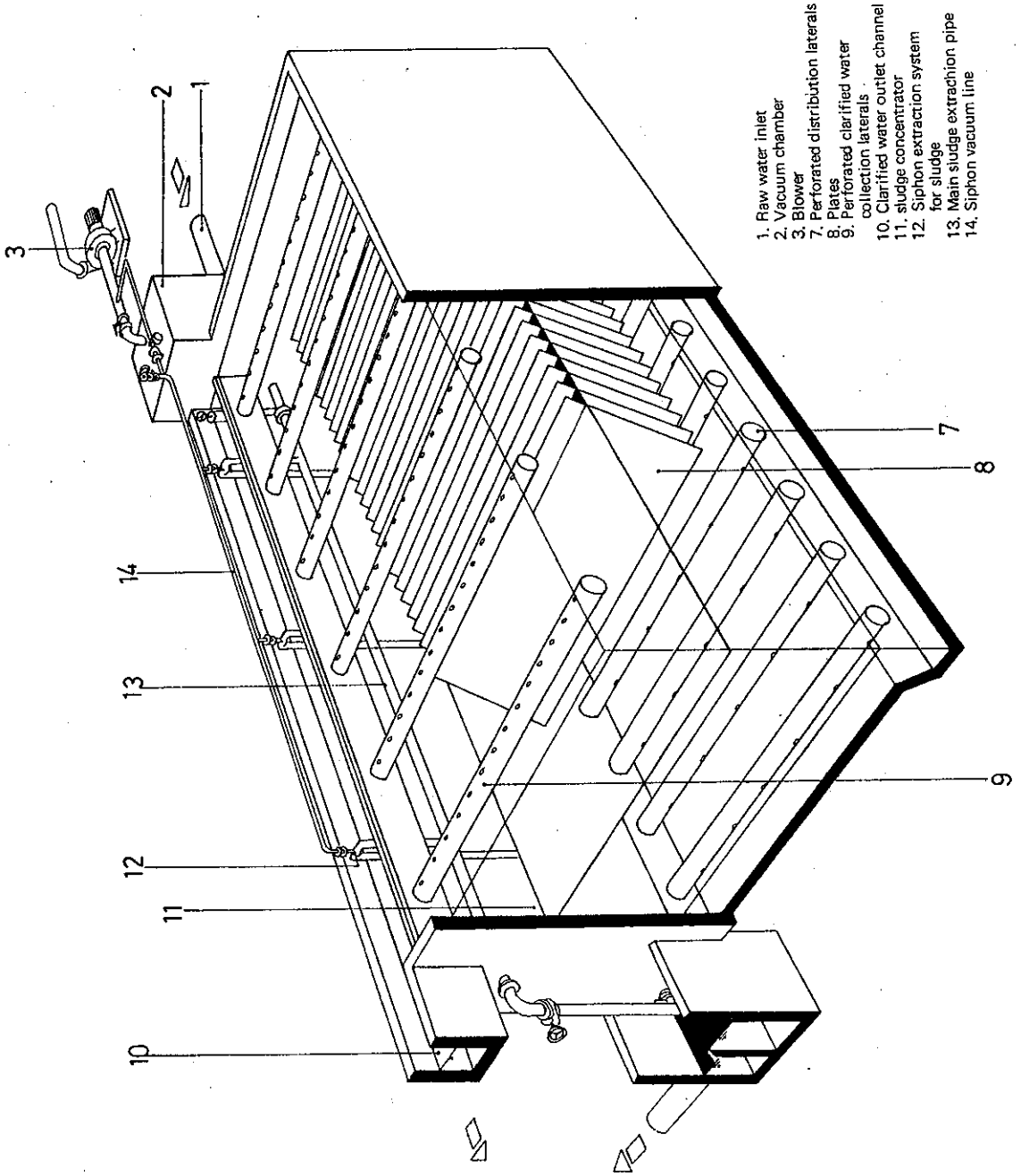
- |  |
|--|
| 1. Reagents.                           |
| 2. Reaction zone.                      |
| 3. Hydro-ejector.                      |
| 4. Sludge concentration.               |
| 5. Clarification zone.                 |
| 6. Clarified water collection channel. |
| 7. Overflow.                           |
| 8. Deflection skirt.                   |

圖三 THE CIRCULATOR CLARIFIER

1. Raw water inlet
2. Vacuum chamber
3. Float switch
4. Vacuum pump
5. Automatic vacuum-breaking valve
6. Raw water distribution header
7. Perforated raw water distribution pipes
8. Stilling plates
9. Sludge concentrators
10. Sludge extraction valves
11. Clarified water channels
12. Reagent introduction

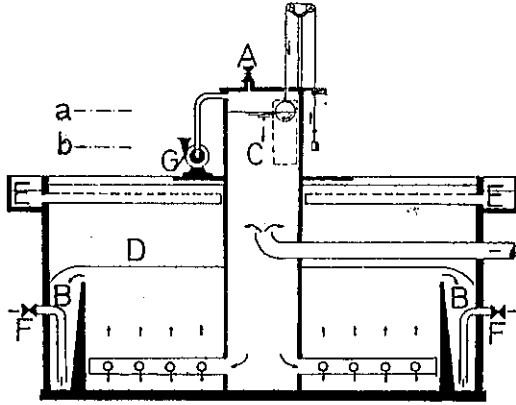


■ 四 The PULSATOR clarifier.



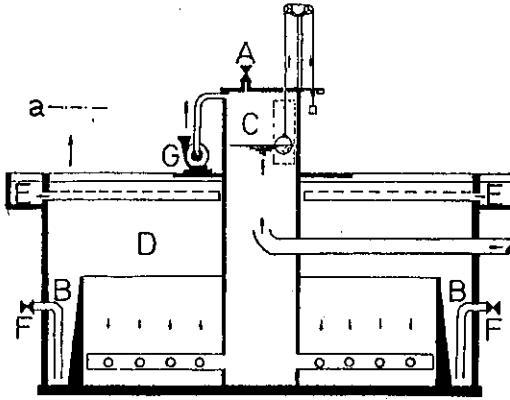
- 1. Raw water inlet
- 2. Vacuum chamber
- 3. Blower
- 7. Perforated distribution laterals
- 8. Perforated clarified water collection laterals
- 10. Clarified water outlet channel
- 11. Sludge concentrator
- 12. Siphon extraction system for sludge
- 13. Main sludge extraction pipe
- 14. Siphon vacuum line

圖五 The SUPERPULSATATOR clarifier



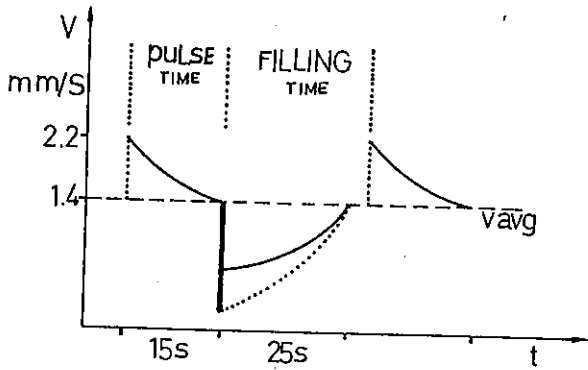
A: Air valve  
 B: Sludge concentrator  
 C: Vacuum chamber  
 D: Clarified zone  
 E: Outlet channel  
 F: Sludge discharge valve  
 G: Vacuum pump device  
 When the water in the vacuum chamber C reaches level a the air valve A opens. The water in the chamber C enters the clarifier D. The sludge contained in it rises with the water. The excess sludge enters the concentrator B. The clarified water flows off at E. When the water reaches level b in the vacuum chamber C, valve A will close. The compacted sludge in the concentrator B discharges through the automatic valve F.

圖六 沖擊示意圖 (Pulse time)

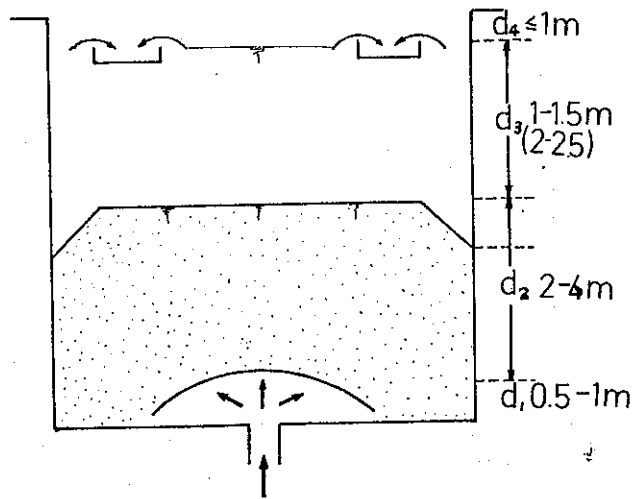


A: Air Valve  
 B: Sludge concentrator  
 C: Vacuum chamber  
 D: Clarified zone  
 E: Outlet channel  
 F: Sludge discharge valve  
 G: Vacuum pump device  
 Air valve A is closed  
 Water rises in vacuum chamber C.  
 The water in the clarifier D is stationary.  
 Sludge settles.

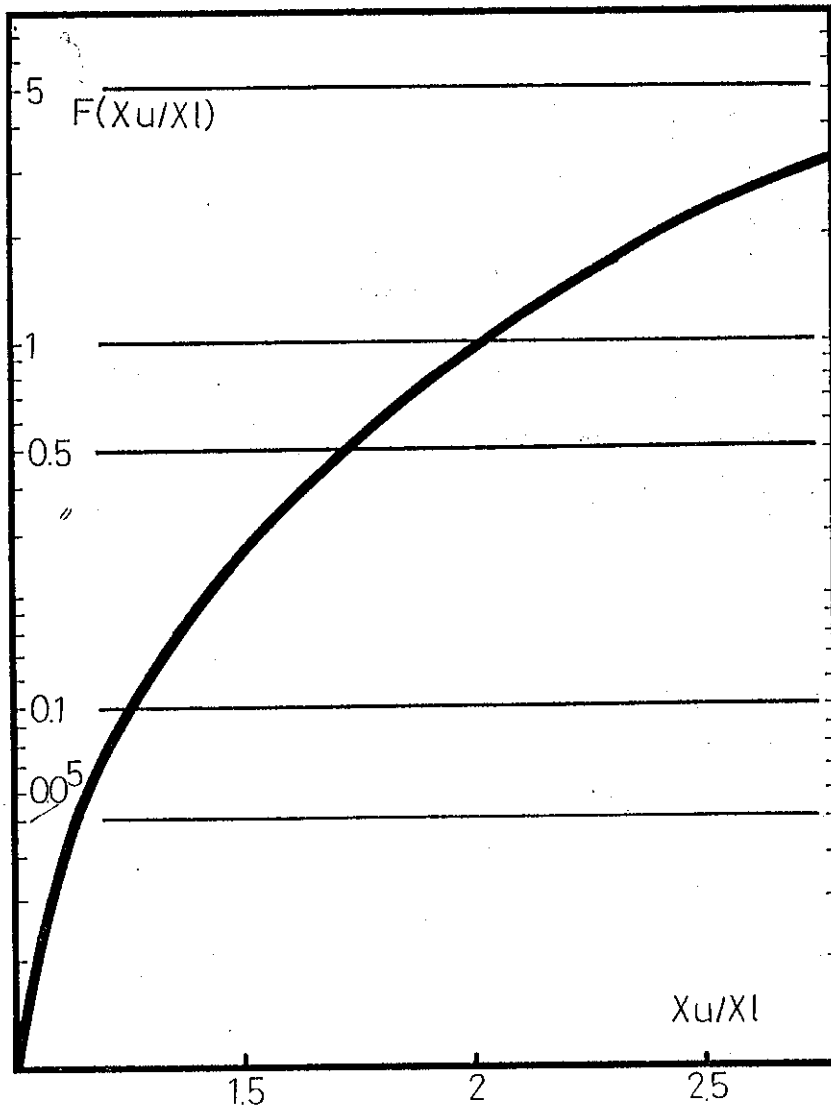
圖七 注水示意圖 (Filling time)



圖八



圖九 污泥層沉澱池各部參考尺寸



圖十