

板新給水廠廢水水質特性與處理程序之研討

The study on back wash waste water characteristics
and treatment process of Bang – Shin water supply plant

林益鋈※ 吳美慧※※

摘要：

本文旨在研究板新給水廠廢水水質特性，更進而規劃出最佳且最經濟性之廢水處理程序，而本研究是希望能合於民國八十七年環保署擬實施之自來水廠放流水標準 COD：100 PPm、SS：50PPm，總餘氯量0.5PPm，在現有板新廠廢水水質項目中，發現SS排放含量幾乎全部超過放流水標準，COD則偶有超過排放標準，但次數不多，而總餘氯量皆能低於0.5 PPm之排放標準，因SS偏高先研究廢水水質沈降性，由實驗結果知，可分為兩類，為不易沈降型，另一則為易沈降型，對於不易沈降型以JAR Test添加PAC（多元聚氯化鋁）和PA-322試劑試驗，得知僅需個別添加PAC：1PPm、PA-322：0.01PPm，則膠凝效果良好，而上層液皆能合於八十七年排放標準，在實驗結果得知僅加PAC：1PPm，SS去除率約在91%，COD去除率約在53%，添加polymer PA-322：0.01PPm，SS去除率約在91%~96%，COD去除率在58%~72%，而處理費用之低應歸功於廢水中含有殘餘氧化鋁含量，可說是此次實驗最大發現和收穫。

在研究板新給水廠廢水處理之最佳，最經濟處理程序，最好是能利用現有廢水設備以達經濟效益，由廢水特性我們可採初級處理（primary-Treatment）由JAR Test得知必須增設混凝設備，以達去除SS和COD的效果，因而建議處理流程為：反沖洗廢水→廢水調整池（現有）→快慢混池（新設）→沈澱池（現有）→汙泥濃縮池（新設）→汙泥脫水機（新設）→泥餅運棄，在板新廠現有廢水量約8000CMD，如經廢水處理後，約可回收5000~6000 CMD回收水，如1CMD以一元計，每日可省5000~6000元，亦可降低廢水處理之營運成本。

※林益鋈：台灣省自來水公司第十二區處工程員

※※吳美慧：台灣省自來水公司第十二區處工程員

一 前言

近年來由於經濟繁榮，生活品質的提升，相對於環保意識的高昇，因而人們對水源污染的重視和廢水排放標準的要求與日俱增。而廢水排放則再也不能未經處理任意排放、傾倒。板新給水廠成立於民國六十五年，而廢水處理設備如（圖一），其步驟是反沖洗廢水、辦公室用水、沈澱池溢流水及實驗室排水先集中於廢水池，再經污泥沈澱池，然後至污泥曬乾場處理。民國七十年廢水處理設備如（圖二），雖有擴建廢水池容積和增建廢水回收池，但曬乾場，因北部天候多雨，潮溼性以至於完全不能使用。後因板新廠廢水量由4000CMD增至8000CMD，因而有民國八十年廢水池擴增設增如（圖三），但改善完工後，所排放之廢水懸浮固體量（S、S）仍超過放流水標準，因而板新廠曾連續六天遭受罰款三十六萬元，而增加整體營運成本。而現今自來水廠廢水排放標準為BOD：100ppm，S、S：100ppm，COD：200ppm，然而行政院環保署於八十年一月十六日環保署法令修正後從八十二年一月一日至八十七年一月一日自來水廠放流標準為COD：150mg/L，S、S為100mg/L總餘氯量為0.5ppm，而從八十七年一月一日以後擬實施之放流水標準為COD：100mg/L SS：50mg/L，總餘氯量為0.5ppm由此可知排放水標準愈趨嚴格，而取締頻率愈多，因而廢水處理場之廢水排放，再也不能以敷衍，任意排放方式處之，而必須以刻不容緩之心態來建立一個完備的廢水處理程序，並且是經濟的、耐用的，而能使排放廢水能達到放流水標準，以免受罰且污染水源，因而做了以下實驗，乃針對廢水水質分析，再而研究以何種程序處理為最佳。

二 文獻回顧

目前廢水處理方法可分為物理、化學及生物處理三種而依處理程序可分為初級處理（PRIMARY TREATMENT），中級處理（INTERMEDIATE TREATMENT），二級處理（SECONDARY TREATMENT），及三級處理（ADVANCED TREATMENT），而下水中所含物質的種類、質量乃是廢水處理程序之依據。普通粗大固體過篩沈澱除之，而微細沈澱性固體物以沈澱法，懸浮狀固體物則以浮去除除。膠凝狀物質則以化學凝聚及沈澱等處理之，沈澱浮除後之污水生物、化學、氧化處理以達安定化，生物化學氧化處理為目前下水處理的主流。而污水處理必須依一定的原理進行，若忽視其原理或改變其處理程序，不僅不能獲得處理效果，反會導致反效果。

2 - 1 初級處理

初級處理為前處理，可分為沈澱法、浮除法和中和法。下水中粗大上浮性物質，以及沈澱性懸浮物質、油脂等以處理設備去除及自液體中分離可沈澱性的有機物和砂土之處理程序稱為初級處理。沈澱為污水及廢水處理最普遍，最廉價之方法。浮除法係用以去除廢水中微細懸浮固體物，油脂、漂浮物細泥等設在沈澱池前，以減輕沈澱池之負荷或以代替沈澱池做廢水預備處理之用，本法將空氣注入廢水中，使氣泡附著於顆粒表面，減少顆粒

比重，使小於水，產生浮上作用。中和法乃係調整適宜之PH值，加酸、加鹼中和之。對於不易沈澱之懸浮物可加入混凝劑，以提高沈澱效果。

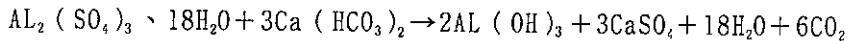
2 - 2 混凝作用

混凝及膠凝為廢水處理之重要單元，膠狀懸浮液之混凝作用，可使微小粒子因物理及化學程序而連結；膠凝作用則由架成較大的可沈降物，通常為廢水處理的第一步驟去除懸浮物質或色，實驗室的混凝及膠凝試驗，常做為廢水處理設計之用，而瓶杯試驗（JAR TEST）已被廣泛用為試驗和做為操作上的依據，如何打破膠體粒子在水溶液中的穩定性，乃視不同的混凝劑在不同的狀況下，對膠體穩定功能，又不盡相同，欲掌握混凝劑的種類和使用量我們可以下列反應機構說明之：

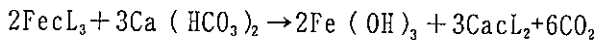
(1) 多元聚氯化鋁（PAC）

PAC主要成份通常以 $[AL_2(OH)_n CL_{6-n}]_m$ 分子式表示，在水中濁質表面負電荷 \ominus 與PAC陽電荷 \oplus 中和，水中濁質與PAC產生架橋，同時使之粗大化而加速凝集效果。

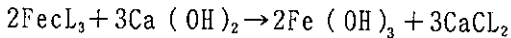
(2) 硫酸鋁



(3) 氯化鐵



如鹼度不足則加石灰為：



除主凝劑外需加助凝劑則加高分子（POLYMER）較適合，且經濟，而（POLYACRYLAMIDE）之非離子型、陽離子和陰離子型聚電解質被廣泛之運用。水中顆粒表面帶電形成電雙層，由於靜電力及凡得爾作用穩定之膠體顆粒間無法接觸，當離子強度之電解質加入水中時，由層含有較高濃度之正離子，因此為維持電中性，擴散層之體積勢必因而壓縮了電雙層厚度，造成粒子間之斥力下降，而使凝聚之機會大增。混凝劑適當之加藥量，可達成良好效果，當加藥量過剩時則成再穩（RE-STABILIZATION）現象，位能降低，帶電性改變，造成穩定現象。一般常用藥劑不外乎鋁鹽、鐵鹽及各種不同之聚合物，而鋁鹽及鐵鹽加入水中時，僅少部份以正三價離子存在多以同位（COORDINATE）之水合金屬離子型態出現，經一連串之水解作用產生鋁聚合物，隨PH值之變化而有不同比率之分佈以鋁鹽為例，如 $AL_3(OH)_{34}^{+5}$ 、 $AL_7(OH)_{17}^{+4}$ 、 $AL_9(OH)_{20}^{+4}$ 等，其間由氫氧離子架橋而成，此部分始為混凝作用之最主要原動力與鋁鹽主要之水解反應與PH之關係如圖（四~六）。

2 - 3 沈澱池

一般沈澱時間愈長，懸浮物的去除效果愈佳，但若超過某一定時間，其去除效果並不顯著增加，反而會使沈澱池處於厭氧狀態（ANAEROBIC），致沈澱水水質惡化。而沈澱可分為三類即為單獨沈澱（DISCRETE SETTLING）混凝沈澱（FLOCCULENT SETTLING）及層沈澱（ZONE SETTLING），單獨沈澱的沈降過程中，顆粒始終維持其獨立性，大小形狀及密

度均不變。混凝沈澱的特點為沈降之顆粒有凝聚作用，沈降速度及顆粒大小會隨時改變，而層沈澱大部份為由膠凝狀態懸浮物形成的格子狀結構（LATTICE STRUCTURE），以塊狀層降，上澄液與沈澱固體間出現明顯之界面，如（FLOC），明礬膠羽及活性污泥之沈澱皆是。沈澱時間與BOD及SS去除率（%）之關係示如（圖七），而都市下水沈澱池沈澱時間，一般經驗以1.5~2小時為標準，若下水僅經沈澱即行放流之沈澱池，其沈澱時間以3小時為標準，而該一標準值係沈澱池內平均流速在 $30\frac{cm}{sec}$ 以下，以最大日污水量設計，沈澱池形狀一般為長方形或圓形、長方形一般寬與長之比為1:3~1:5，但應考慮污泥搔泥機之可能使用寬度以決定池寬而池之坡度為1/100~2/100之坡度，有效水深理論上2.5~4m為宜。圓形的沈澱澄清池可採中央進水井式或四週進水式，池子可設計中央排泥或全池底真空排泥式，中央排泥須維持有（8.5公分/公尺）的最小坡度，以利排泥，刮泥裝置有鏟型及旋轉鋤型兩種，以3公尺/分鐘速度轉動，才不致影響沈澱。而總去除率為 $X + \frac{E_1}{E_0}$ （10）+ $\frac{E_2}{E_0} + \dots = X + \frac{E_1}{E_0}$ （10），X = 沈降速度大於或等於 V_0 之顆粒所佔有的比率， V_0 ：沈澱速度或溢流率。 E_0 E_1 $E_2 \dots$ 水深。

2 - 4 污泥濃縮（SLUDGE THICKENING）

大部份污泥處理的先前步驟為濃縮，可用重力濃縮或空氣浮除濃縮，重力式濃縮槽，普通以能容納12小時份之污泥的容積，使含水率98%或以上之污泥得以重力沈降於槽之底部壓密濃縮，使污泥含水率降至95%。槽之形狀有圓形、長方形。附著污泥搔泥機之圓形濃縮池，槽底部之坡度應為5/100以上。未設有搔泥機者，其底部普通與水平成40-60度漏斗狀，槽之有效水深為4m。浮除濃縮（FLOTATION THICKENING）一般使用加壓浮除法，利用分離液做為加壓水，有時亦以處理水，做為加壓水，乃利用釋出之空氣泡使與污泥接觸並絆住污泥膠羽，如此空氣一固體混合物升至池面，當它濃縮於池面時，再將它去除。

2 - 5 污泥之機械脫水（SLUDGE MECHANICAL DEWATERING）

大部份的污泥，主要為膠凝狀之微粒子具複雜的化學構造，與水之親和力甚強，若直接予以機械脫水，不易分離明礬污泥中化學結合水所佔比例約40%，這部分的水無法藉任何機械裝置分離，於實際脫水操作所能達到的最大固體物含量約45%~50%左右，因之脫水前先加高分凝劑石灰、氯化亞鐵、淘洗改善之。污泥機械脫水方式主要可分為真空過濾脫水機（VACUUM FILTRATION）離心式脫水機（CENTRIFUGATION DEWATERING），壓濾式脫水機（PRESS FILTER），及帶濾式脫水機（BELT FILTER PRESS）四種，其中真空過濾脫水機，由於操作動力費較高，且機械問題多，因此在國內較少使用，而其它三種脫水機，依污泥性質操作而各有其優缺點。

2 - 6 污染最終處分（SLUDGE ULTIMATE DISPOSAL）

污泥之最終處分將為未來污水處理上的一大問題，如能以資源回收乃是最有利之途，而處分方法包括

1. 綠農地利用
2. 填地 (LANDFILL OR RECLAMATION)

其處分方法有：

- (1) 衛生掩埋
- (2) 污泥塘
- (3) 海面掩埋
- (4) 建築材料之利用

三 實驗設備、材料與檢驗方法

(一) 實驗設備、材料：

真空過濾機、抽氣裝置、烘箱、濾紙 (不含有機黏合劑之玻璃纖維) 分析天平 (靈敏度 0.1mg)、蒸發皿、杯瓶試驗機、COD迴流裝置、加熱裝置、PH計、濁度計、餘氯比色盤、空氣壓縮機、氣泡散發器、海棉、量筒、燒杯、量瓶、取量筒、吸管、滴定管、吸球、250ml之圓形燒瓶。

(二) 試劑：PAC稀釋試劑 (1ml=1ppm)，高分子PA-322

稀釋試劑 (1ml=0.01ppm)、蒸餾水、硫酸汞 ($HgSO_4$) 硫酸試、重鉻酸鉀標準溶液、菲羅林 (FERROIN) 指示劑、硫酸亞鐵滴定溶液、氨基磺酸、硝酸、EDTA溶液、醋酸鈉緩衝溶液、二甲酚橙溶液、M/50鋅溶液。

(三) 水中懸浮固體檢驗法 (S、S)

步驟

- (1) 將濾紙置入薄膜過濾器 (或古氏坩堝)，連接抽氣裝置，連續以20ml蒸餾水洗滌濾紙三次、俟洗液抽盡後，繼續保持抽氣狀態三分鐘，小心取下濾紙，置於鋁盤上以103°C-150°C烘箱乾燥一小時，取出移入乾燥器冷卻至室溫備用，使用前稱重之。
- (2) 將備用之濾紙或坩堝裝置，妥當以少量蒸餾水潤濕濾紙，保持抽氣狀態，濾過適量均勻混合之水樣 (水樣所含懸浮固體量，在0.5mg以上)，再以適量之蒸餾水充份洗滌濾紙，俟洗液抽盡後，繼續保持抽氣狀態三分鐘，取下濾紙或古氏或古氏坩堝及濾紙，在103°C-105°C烘箱乾燥至少一小時，取出移入乾燥器，冷卻至室溫、稱重。
- (3) 重覆以上乾燥、冷卻及稱重之步驟，直至前後兩小時重量差小於0.5mg為止。

$$(4) \text{計算懸浮固體量 } mg/L = \frac{(A-B) \times 10^6}{C}$$

A = (濾紙 (或古氏坩堝及濾紙) + 水樣殘留物) 重量 (g)

B = 濾紙 (或古氏坩堝及濾紙) 之重量 (g)

C = 水樣體積 (ml)

(四) 水中化學需氧量檢驗法：

- (1) 水樣視需要先將沈澱物打碎，並混合均勻後取20ml或適量水樣 (水樣之COD值應

小於900mg) 稀釋至20ml, 然後置於迴流燒瓶, 加入0.4g 硫酸汞, 數粒沸石, 然後緩慢加入2.0ml 硫酸試劑, 並同時混合使硫酸汞溶解, 為避免揮發性物質逸失, 混合時需冷卻燒瓶內容物。

(2) 加入10.0ml 0.25N重鉻酸鉀標準溶液, 連接冷凝管, 並通入冷卻水。

(3) 由冷凝管頂端加入28ml 硫酸試劑, 同時混合之, 俟充份混合均勻後, 加熱迴流二小時(如已知水樣不需二小時即可達到二小時迴流之COD值時, 可酌減迴流時間)

(4) 冷卻後, 以適量蒸餾水由冷凝管頂端沖洗, 冷凝管內壁取出燒瓶, 稀釋混合物至140ml, 冷卻至室溫。

(5) 加入2-3滴菲羅琳指示劑, 以0.1N硫酸亞鐵銨滴定, 溶液滴定至紅棕色之終點。

(6) 同時以蒸餾水作空白試驗。

(7) 若水樣中COD值小於50mg/L應使用0.025N重鉻酸鉀標準溶液及0.025N硫酸亞鐵銨滴定溶液, 依上述步驟操作。

(8) 計算: 化學需氧量 (mg/L COD) = $\frac{(A-B) \times N \times 8000}{\text{水標體積 (ml)}}$

A = 空白消耗之硫酸亞鐵銨滴定溶液體積 (ml)

B = 水樣消耗之硫酸亞鐵銨滴定溶液體積 (ml)

N = 硫酸亞鐵銨滴定溶液之當量濃度。

(五) PAC中氧化鋁成份之檢驗

(1) 取試樣約10g, 精稱至1mg, 移入500ml量瓶, 加水至標準。

(2) 精取20ml 試樣溶液, 放進200ml錐形瓶, 加硝酸(1+12) 2ml, 煮沸一分鐘, 冷卻後, M/20EDTA溶液20ml。

(3) 用醋酸鈉緩衝液使PH約為3, 煮沸二分鐘。

(4) 冷卻後, 加醋酸鈉緩衝液約10ml及二甲酚橙溶液 2 - 5

(5) 以M/50鋅溶液滴定, 當溶液由淡黃色轉變成淡紅色為終點。

(6) 另取水約200ml, 硝酸(1+12) 2ml及M/20 EDTA溶液20ml於200ml錐形瓶與(3)(4)及(5)同樣操作。

(7) 計算: 氧化鋁 (%)

$$A = \frac{0.00102 \times (a^1 - a)}{S \times 20 / 500} \times 100 - (b \times 0.9129)$$

A : 氧化鋁 (%), 0.00102相當於M/50鋅溶液1ml之氧化鋁量 (g)

a : 消耗於試樣溶液之M/50鋅溶液量 (ml)

a1 : 於第(6)節所消耗之M/50鋅溶液量 (ml)

b : 鐵 (%), 0.9129 : 由鐵換算至氧化鋁之係數。

S : 試樣 (g)

四、研究方法概要

首先我們必須先了解以往廢水水質資料和現今廢水水質之狀況, 然後由以往廢水水質

資料與現今廢水水質資料追蹤得知在現今放流水標準中那些項目超過排放標準，再針對這些超過放流水標準的項目研究處理方法以達能合於放流水標準。而本實驗乃規劃研究至民國八十七年一月一日環保署擬施行之放流水標準為COD：100ppm，SS：50ppm，總餘氯：0.5ppm然後由現今放流水項目超過八十七年實施標準，把這些超過項目，用實驗方法、理論依據、找出降低該項目之對策，然後再就板新給水廠現有處理廢水程序各單元一一加以研討並找出在現有設備上能直接改善以達物盡其用之經濟效果。

五、實驗方法與結果

板新給水廠廢水乃來自於反沖洗砂水，沈澱池進入過濾池之溢流水，辦公室使用廢水，實驗室排放之廢水和沈澱池排放之污水與污泥，而統籌集中於廢水池，而原水水質與廢水水質從七十七年三月到八十年九月如（表一、表二與圖八）得知廢水PH值非常穩定從6.9~8.0不等，BOD值亦從0.4~35.6不等，可謂非常穩定，COD則從3.7~151.6其中只有兩次超過八十七年標準100ppm，而S、S則變化較大從68~2035ppm可謂皆不符合八十七年放流水標準50ppm，由圖八知COD有漸增趨勢因而本實驗方法重點乃擺在如何降低SS至50ppm以下及COD值控制在100ppm以下因而做了以下實驗：

水樣 時間	原 水				廢 水			
	PH	BOD ppm	COD ppm	濁度 NTU	PH	BOD ppm	COD ppm	SS ppm
77.3.31	7.6	1.3	21	52	8.0	8.8	32.6	118
77.6.29	7.9	0.9	20	31	7.5	3.8	67	110
77.9.21	7.8	0.9	23	30	8.0	2.5	36	135
77.12.28	7.6	1.0	18.4	80	7.6	3.6	27.4	296
78.3.22	7.4	0.9	31.4	68	7.2	1.8	66.7	408
78.6.29	7.8	0.9	18.4	48	7.4	2.7	36.9	68
78.9.25	7.2	0.9	27.5	85	7.3	1.4	40.8	1443
78.12.27	7.3	1.0	38.4	40	7.1	2.7	40.2	80
79.3.22	7.5	0.9	32.4	38	7.1	1.2	48.6	88
79.6.27	7.8	0.9	11.8	100	7.4	1.1	67.2	81.5
79.9.25	8.0	0.9	20.1	280	6.9	0.7	19.3	168
79.12.19	7.9	0.9	3.4	40	7.1	0.6	11.9	86
80.3.18	8.3	1.1	3.7	40	7.8	6.1	128.8	1430
80.6.24	7.1	0.8	9.4	145	7.0	35.6	151.6	2035
80.9.6	7.9	0.4	5.6	45	7.5	0.4	3.7	146

(表一)

水樣 項目	原 水				廢 水			
	77 年	78 年	79 年	80 年	77 年	78 年	79 年	80 年
BOD	1.0	0.9	0.9	0.8	4.7	2.2	0.9	14.0
COD	20.6	28.9	16.9	6.2	40.8	46.2	36.7	94.7

年平均值表
(表二)

5 - 1 首先探討廢水水質沈降性與SS值的分析

採不同日期、時間與濁度之廢水放入1L量筒中，靜置看其沈降情形，判斷是單獨沈澱（不易沈降）或是層沈澱（容易沈降），然後測其上層液值SS值。如（表三）

(1)由（表三）知其靜置30分鐘後S、S頗高，界面層不很明顯如（圖九照片），知其不可自然沈澱，其水質屬於單獨沈澱型。

(2)十一月五日九時廢水濁度：5900NTU SS：4015ppm PH：7.6 COD：190ppm 取1L廢水放入量筒觀察自然沈澱情形，並量0.05m，0.10m 0.15m各S、S值和界面層高度如（表四）

由表四知其沈澱效果良好，界面層明顯（如圖十照片）為各種不同時間下沈澱與界面高度。而此種層沈澱，乃以重力方法自然沈降，而靜置三十分鐘時S、S亦降低很多，由（表四）我們可作出沈降時間與在0.05m，0.10m，0.15m SS去除率關係（圖十一），由知愈上層之水樣SS去除率愈高，而時間愈長去除率愈高，但到達某一時間則呈壓縮狀態，而SS去除率亦近停滯現象，而由沈降實驗裝置，我們可得到水深與沈降時間的關係，（圖十二）

由（圖九、圖十）和表三、表四知板新給水廠廢水有二種型態一、為不可沈澱之懸浮物二、為能自然重力沈降，且液固界面明顯。

PH：7.6 水溫 22 °C

日期時間	沈澱時間 SS值 (PPm)	5分	10分	15分	30分	1小時	2小時	廢水 SS值	備註
		11.4.9:00	上層液 SS值 PPm	148	139	136	98		
11.4.14:30	上層液 SS值 PPm	321	285	249	185	150	112	360	(圖九)

(表三)

沈降時間	界面高度 面層(cm)	1L相對量筒 量位(ml)	0.05 M		0.10 M		0.15 M	
			SS PPm	去除率(%)	SS PPm	去除率(%)	SS PPm	去除率(%)
0分	34	1000	4015	0	4015	0%	4015	0%
1分	32.3	950	2052	48	2770	31	3091	23
2分	29.6	870	924	77	1726	57	2289	43
3分	26.5	780	160	96	843	79	1767	56
4分	23.5	690	120	97	235	94	1125	72
5分	20.4	600	105	97.3	135	96.6	482	88
6分	17.7	520	76	98.1	82	98	105	97.3
30分	7.5	220	52	98.7	56	98.6	61	98.4
60分	6.5	190	48	98.8	51	98.7	55	98.6
120分	5.1	150	46	98.9	49	98.8	53	98.7

(表四)

5 - 2 廢水水質COD、總餘氯、SS的密集追蹤

密集追蹤近日各時間的COD，總餘氯，SS值，可得表五，由表五得知經過近日對廢水水質密集追蹤發現COD僅在高濁度時超過八十七年放流水標準100ppm，而總餘氯量均在0~0.4間合於放流水標準，至於SS則是頭痛問題，大部份皆不符於放流水標準50ppm，而PH值則非常穩定在 7.4~7.8 間，雖然從廢水濁度知高濁度高SS值但目前板新廠尚難找出關係圖。

5 - 3 廢水水質氧化鋁成份調查

板新給水廠廢水水質在一天二十四小時有反沖洗時剛開始產生高濁度廢水易生成層沈澱，反沖洗末期之排放水、沈澱溢流水與辦公室產生廢水則不易沈降，當兩者混合於廢水池時呈混濁不易沈澱，故必須利用加藥法產生顆粒或浮除法予以去除SS與COD使其合乎放流水標準，而在加藥前我們必須調查廢水中氧化鋁含量，因氧化鋁為影響膠羽的重要機能，如有氧化鋁 (Al_2O_3) 含量，則加主凝劑、助凝劑必降很多。至於廢水中是否有 Al_2O_3 量，乃因淨水處理場加多元聚鋁化氧 (PAC)，於反沖洗砂時或沈澱溢流水中多少會有氧化鋁成分流入廢水池。

氧化鋁成份調查如 (表六)

由表六知廢水中含有氧化鋁，但氧化鋁含量並不隨濁度高低有所關係，而是與PAC在淨水處理中加藥量有關。

日期	時間	廢水濁度 (NTU)	pH	SS (PPm)	COD (PPm)	總餘氯 (PPm)
11.5	9:00	5900	7.6	4015	190	0
11.6	8:30	3200	7.5	2185	162	0
11.7	8:30	25	7.6	9	1.0	0.3
11.8	9:00	30	7.7	35	3.8	0.3
	10:00	1200	7.5	705	34.6	0
	11:00	1000	7.5	458	19.2	0
	12:00	190	7.6	210	3.8	0
	14:00	1300	7.5	770	40.4	0
	15:00	1100	7.5	635	24.3	0
11.13	8:00	58	7.7	53	3.8	0.1
	9:00	5700	7.6	3885	205	0
	10:30	80	7.7	107	7.6	0.1
	11:30	46	7.7	64	3.8	0.2
11.29	8:30	25	7.7	14	1.2	0.3
	9:00	1000	7.8	563	24.8	0
12.4	9:00	17	7.5	12	0	0.4
	9:30	250	7.4	271	18.5	0
	10:00	130	7.5	114	3.7	0
12.5	8:30	240	7.5	276	10.5	0
	9:30	270	7.5	356	21.4	0
	10:30	24	7.5	33	2.5	0.2

(表五)

日期	時間	廢水濁度 (NTU)	氧化鋁 Al_2O_3 (%)	pH	備註
11.22	9:00	45	1.02×10^{-3}	7.3	
	10:30	1100	5.08×10^{-4}	7.3	
	13:30	37	5.09×10^{-4}	7.4	
	15:00	18	7.50×10^{-4}	7.4	
11.29	8:00	25	2.54×10^{-4}	7.7	
	9:00	1000	2.53×10^{-4}	7.8	
12.4	9:00	17	5.2×10^{-3}	7.5	
	9:30	250	2.5×10^{-4}	7.4	
	10:00	130	5.55×10^{-3}	7.5	
12.5	8:30	240	5.3×10^{-3}	7.5	
	9:00	270	6.8×10^{-3}	7.5	
	10:30	24	5.5×10^{-3}	7.5	

(表六)

5 - 4 廢水水質加藥處理實驗

板新廠廢水水質由以上調查得知主要為SS含量過高，COD偶而有超過標準，處理方法以加藥法（加PAC，高分子PA~322）藉混凝作用，產生較大膠羽，然後藉重力沈澱以去除SS和COD，而實驗方法乃藉杯瓶試驗（JAR TEST），添加藥劑為(1)PAC(2)PA~322（高分子）含有POLYACRYLAMIDE為陰離子型，因已知廢水中含有氧化鋁含量故僅添加微量PAC與PA~322試驗之。

快混：1.5分，90rpm，慢混：10分，50rpm，靜置10分，0rpm。

由表七，可畫出圖十三，得出PA~322加藥量與上層液SS之關係圖，由表七、圖十三中發現在中濁度與高濁度廢水僅需加PA~322 0.1ppm，則SS皆能達放流水標準50ppm以下，可計算出SS去除率約在96%，而COD亦達放流水標準，由圖十三中發現加藥超量時SS有再升高傾向。

添加PAC與PA~322之比較，由表八可畫出圖十四得加PAC、PA~322與SS上層液關係圖，而由表八和圖十四知加PAC 1ppm時在各種不同廢水濁度SS去除率約91%，COD去除率約為53%，而加0.01ppm PA~322 SS去除率約93%，COD去除率約為58%。由表（七、八）知在加藥處理時，加PAC 1ppm SS去除率約91%，COD去除率約為53%，而加PA~322 0.01ppm SS去除率從91%~96%，COD去除率從58%~72%，餘氯量皆在0~0.4ppm間而餘氯來自原水處理加預氯後於溢流水，或反沖末期的澄清水只要能好好加以控制必能低於0.5ppm標準以下。

日期	時間	廢水水質				加藥量 PPM		上層液			備註
		濁度	SS	COD	pH	PA-322	PAC	SS	COD	濁度	
11.18	9:00	440	483	18.5	7.6	0.01		26	5.4		
						0.015		21			
						0.02		15			
						0.025		12			
						0.03		10			
						0.035		7			
11.20	9:00	1300	760	42.3	7.7	0.01		30	11.0		
						0.02		21			
						0.03		19			
						0.04		14			
						0.05		12			
						0.06		14			
11.20	14:00	1600	1532	60.7	7.7	0.01		46	17.4		
						0.02		36			
						0.03		30			
						0.04		26			
						0.05		24			
						0.06		25			

(表七)

日期	時間	廢水水質				加藥量 PPM		上層液			備註
		濁度	SS	COD	pH	PA-322	PAC	SS	COD	濁度	
12.4	14:00	220	266	25.9	7.6		5	15	11.1	5.0	
							10	15		4.5	
							15	13		4.3	
							20	11		4.0	
						0.01		20	11.1	7.5	
						0.02		17		6.0	
12.4	15:00	280	365	30.2	7.4		1	25	14.8	8.9	
							2	21		8.5	
							3	17		6.9	
							4	15		5.5	
						0.01		22		8.6	
						0.02		18		7.2	
12.5	14:00	150	142	18.5	7.7		1	17	8.5	7.0	
							2	15		5.8	
							3	14		5.4	
							4	12		5.2	
						0.01		14	7.1	5.8	
						0.02		10		4.5	

(表八)

6. - 2 快混、慢混池

功能：添加PAC或助凝劑PA~322，先快混再慢混，以使反沖洗廢水中，懸浮固體物適度碰撞，並有足夠時間膠凝，以形成較大之膠羽以利SS，COD之沈澱去除。

(1)設計：停留時間 $DT=17.2$ 分

所需容積 $V_r=95.55M^3$

設計尺寸~3座（串聯）~3.5ML×3.5MW×2.6WD其中第一座為快混池，後兩座為慢混池。

(2)攪拌機：採用槳板式

快混5rpm~10rpm

慢混2rpm~3rpm

(3)加藥設備：（兩種）

一、經實驗得知加PAC量約為1ppm，8000M³廢水所需為PAC量 $=8000M^3 \times 1ppm \div 1000 = 8Kg$ / 日所需費用約為 $8Kg \times 4元 / Kg = 32元 / 日$

二、PA~322加量約為0.01ppm，8000M³廢水所需PA~322量 $=8000M^3 \times 0.01ppm \div 1000 = 80g$ / 日所需費用約為 $80g \times 250元 / Kg = 20元 / 日$

三、設備：PAC每日約8Kg，只需2M³塑膠TANK足夠使用，但PA~322必須先稀釋1000倍方能順利使用。

6 - 3 沈澱池

功能：以沈澱廢水中可沈澱性固體物及膠羽使上層澄清液由表面溢流出，而溢流水可作回收用，污泥則於池底加以沈澱收集後排出，採圓形，如圖（十六）

設計：表面溢流率採 $24M^3 / M^2 / 日$

需池面積： $8000 / 24 = 333.3M^2$

設計停留沈澱時間為2.5小時

所需容積為 $333.3 \times 2.5 = 833.3M^3$

設計尺寸：21M ϕ × 2.5MD

而現有污泥沈澱池：26M ϕ × 2.5MD大於設計尺寸，可資利用。

6 - 4 污泥濃縮池

功能：將沈澱池排出之污泥，加以濃縮，以減少濕污泥體積，並提高污泥中固體物含量至5%，以利污泥脫水。

設計污泥量：設計平均流入之SS為1000ppm，流出之SS為50ppm（87年標準）

去除率 $=1000 - 50 = 950ppm$

SS重量 $=8000M^3 \times 950ppm \div 1000 = 7600KG / 日$

污泥濃度 $=1.5\%$ ，1M³=1000公斤

污泥量 $=7600 / 15 = 507M^3 / 日$

濃縮池(1)固體物負荷 $120Kg / M^2 / 日$

需池面積 $7600 / 120 = 63.3M^2$

尺寸：9M ϕ \times 4MD

(2) 水力負荷 $28.5M^3 / M^2 \cdot 日$

需池面積 $507 / 28.5 = 17.8M^2$

尺寸：5M ϕ \times 4MD

故採用 9M ϕ \times 4MD

Vol = $254.5M^3$

停留時間 $\frac{254.5}{507} \times 24 \text{小時} = 12 \text{小時}$ 可採用 (圖十七)。

6 - 5 污泥脫水機

功能：將濃縮污泥經加高分子調理後，加以脫水，以減少污泥體積，且含水量降至 80 ~ 75% 以利污泥量運棄。

設計：污泥濃度 (濃溶液) 5%

濃縮污泥體積 = $7600 / 50 = 152M^3 / 日$

每日脫水機操作時間為 12 小時

每小時處理量 = $152 / 12 = 12.7M^3 / 小時$

假設污泥脫水後污泥濃度 20%

處理後污泥量 = $7600 / 200 = 38M^3 / 日$

理論 POLYMER 加量為 3Kg / 1000Kg

故 POLYMER 加量 = $7600 \times \frac{3}{1000} = 22.8Kg / 日$

POLYMER 加量可採 (圖十八) 方式而各種機械脫水法比較如 (表九、十)，現在較常採用之方式為帶狀壓濾機，因其優點多如 (圖十九) 最終泥餅運棄可採衛生掩埋法。

6 - 6 建議處理流程與現有處理單元之利用

PAC 或 PA ~ 322

↓

反沖洗廢水 → 廢水調整池 → 快混池 → 沈澱池 → 放流水回收池 → 至原水分井

1 ~ 60ML \times 30MW \times 3MD 3 ~ 3.5ML 26M ϕ (現有設備)

\times 3.5ML \times 2.5MD

(利用現有) \times 2.6MD (現有)

(新設) ↓

9M ϕ \times 4MD 污泥濃縮池

(新設) ↓

(新設) 污泥脫水機

↓

泥餅運棄

其建議處理流程配圖如 (圖二十)

(表九) 各種機械脫水法之比較

型式	真空過濾	加壓過濾	離心脫水	帶狀壓濾
凝集劑種類及添加率	石灰 (40% TS) 氫化鐵 (10% TS)	石灰 (40% TS) 氫化鐵 (10% TS)	高分子凝集劑 (0.5~1.5% TS)	高分子凝集劑 (0.3~1.0% TS)
操作型式	連續	批式	連續	連續
脫水效果 固體物回收率% 泥餅含水率%	95 74~84	97 55~65	95 74~84	95 70~80
日常維護工作	1. 交換濾布 2. 上油 3. 濾布蛇行調整 4. 濾布洗淨狀態檢查	1. 交換濾布 2. 上油 3. 濾布蛇行調整 4. 隔膜交換 5. 濾布洗淨狀態檢查	1. 上油 2. 軸承清洗	1. 交換濾布 2. 上油 3. 濾布蛇行調整 4. 濾布洗淨狀態檢查
優點	1. 構造簡單 2. 操作簡單 3. 機械疲勞情形較少 4. 污泥運轉可藉目視調整	1. 泥餅含水率低 2. 泥餅硬化時, 助燃劑用址少 3. 泥餅量少 4. 泥餅含水率可調整 5. 自動化操作可能 6. 噪音小	1. 加藥設備體積小 2. 固體物不增加, 熱值高 3. 裝卸簡單 4. 完全密封, 臭味發生少, 作業環境優良 5. 污泥、藥品混合容易 6. 構造簡單 7. 需更換之設備少	1. 污泥運轉可藉目視調整, 維持管理容易 2. 固體物不增加, 熱值高 3. 脫水加壓為階段式, 泥餅含水率低且穩定 4. 新濾布與高分子凝集劑之不同組合, SS回收率穩定 5. 滾輪與濾布組合構造簡單, 故障少 6. 污泥、藥品混合容易 7. 機械疲勞部份少 8. 初投資低 9. 消耗電力最少

(表十)

型式	真空過濾	加壓過濾	離心脫水	帶狀壓濾
缺點	1. 濾布更換必要 2. 臭氣發生影響的面積大 3. 機械體積大 4. 維修所需空間大 5. 濾布洗滌水量大 6. 泥餅剝離不易, 固體物回收率低 7. 污泥與藥品混合不易 8. 濾布洗淨水飛散 9. 泥餅量增加 10. 良好的操作條件不易控制 11. 電力消耗大 12. 石灰易造成濾布阻塞	1. 機械體積大 2. 機械重量重 3. 常補修 4. 濾布更換必要 5. 污泥與藥品混合不易 6. 泥餅量增加 7. 泥餅之生成為批式 8. 石灰易造成濾布阻塞	1. 高速回轉造成聲音、振動、摩擦等問題 2. 藥量控制必要 3. 藥品費用較高 4. 機械維修麻煩	1. 濾布更換必要 2. 泥餅剝離性調節 3. 藥量控制必要 4. 藥品費用較高

七、結論與建議

板新給水廠廢水水質分析得知在BOD, COD, SS, 總餘氯量四種項目中, 從以往資料及近期密集追蹤其放流水標準中SS含量幾乎都超過標準, 而COD偶而超過標準, 但有增高趨勢, 而BOD與總餘氯量皆在標準之內, 經杯瓶試驗得知加PAC 1ppm或PA~322 0.01ppm經攪拌混凝沈澱後, 加PAC 1ppmSS去除率約在91%, COD去除率在53%, 而加PA~322 0.01ppmSS去除率約在91%~96%, COD去除率約在58%~72%, 而上層液皆達放流水標準, PAC每日所需處理費用約32元, PA~322每日所需費用約20元, 可說是此次實驗中最大的發現與振撼, 處理費用之低主要歸功於廢水中有氧化鋁成份存在。因在淨水處理時若原水高達1000NTU以上所需添加PAC約在70ppm, 而PA~322助凝劑用時也約在0.035ppm左右, 但在廢水混濁高達1000NTU時所需添加PAC約1ppm左右而PA~322則約0.01ppm, 可說加藥量非常懸殊, 非常經濟的, 因而建議在現有廢水處理設備中, 處理程序修正為反沖洗廢水先流入廢水調整池 (現有), 然後加藥入快混池 (增設), 流入慢混池 (增設), 將其水排入沈澱

池（現有），沈澱時間約為2.5小時上層液溢流回收至原水分水井，估計每天約可省5000~6000CMD的回流水，而經沈澱池沈澱後之污泥抽送至濃縮池（增設），將污泥加以濃縮，以減少污泥體積，並提高固體物含量至5%，以利污泥脫水，污泥脫水設備乃是必須增設的處理設備，因政府於廢棄物清理中，將污泥列事業廢棄物之一種，並於施行細則中明確規定污泥處理應備有脫水、乾燥或焚化設備，脫水設備一般選擇以帶狀壓濾機較多，最後泥餅運棄可採衛生掩埋法。

建議：

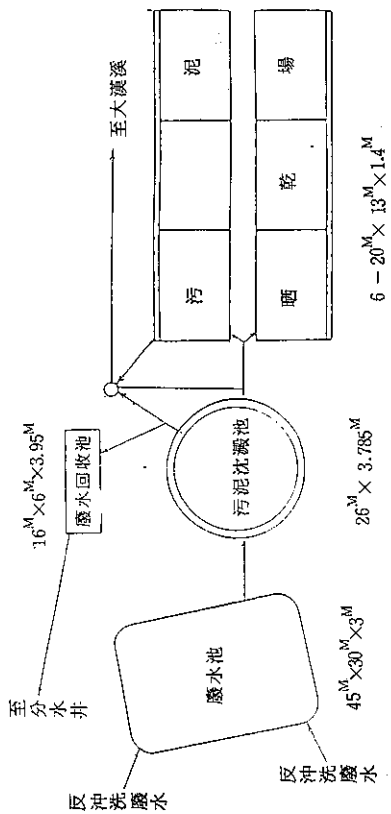
- (1)本實驗目的乃是提供廢水水質資料與特性和處理程序以供設計單位參考用。
- (2)廢水排放水質的標準要求已刻不容緩，不能再以拖延或任意排放視之，因未來環保署取締廢水會更趨嚴格，且頻率會更多，不能有存僥倖的心理，必須加速改善處理程序，以符放流水標準，以免受罰，以減少營運成本。
- (3)希望能夠有實驗研究經費，以購買材料或做模型實驗（PILOT PLANT）能得更正確的實驗數據。
- (4)COD有漸增趨向，可在廢水調整池中間加裝氣泡機或浮筒式氣泡以降低COD值。

誌謝

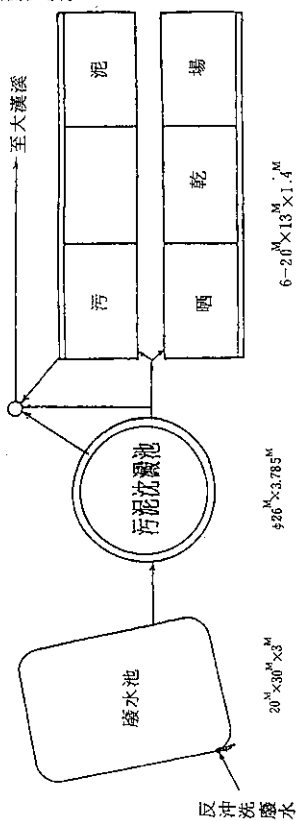
本次實驗承蒙板新給水廠尹蔡錦雀小姐和陳坤忠先生及本室林淑媛小姐的協助實驗，在此致最深謝意。

參考文獻

1. WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION , (1987) , WASTE WATER TREATMENT PLANT .
2. 歐陽崎暉編著 下水道工程學 (1981)
3. 李公哲譯述 水質工程學 (1983)
4. 高肇藩編著 水污染防治 (1985)
5. 葉宜顯著 改進污泥砂脫水效率及實驗室規模污泥機械脫水性之研究 (1991)
6. 環保通訊社 檢驗方法 (1989)
7. 環保通訊社 環境法令 (1988)
8. 省政府環境保護處編印 放流水標準 (1991)
9. 衛源公司 PAC~322簡介 (1987)
10. U、S、EPA OFFICE OF RESEARCH AND DEVELOPMENT , DEWATERING MUNICIPAL WASTEWATER SLUDGES (1987)
11. METCALFZ EDDY , INC , (1972) , WASTE WATER ENGINEERING , COLLECTION , TREATMENT , DISPOSAL .
12. SYEDR . QASIM (1985) , WASTE WATER TREATMENT PLANTS , PLANNING , DESIGN AND OPERATION .
13. HARDAM、S、AZAD , (1976) , INDUSTRIAL WASTE WATER MANAGEMENT HANDBOOK .



(圖三)



(圖一)

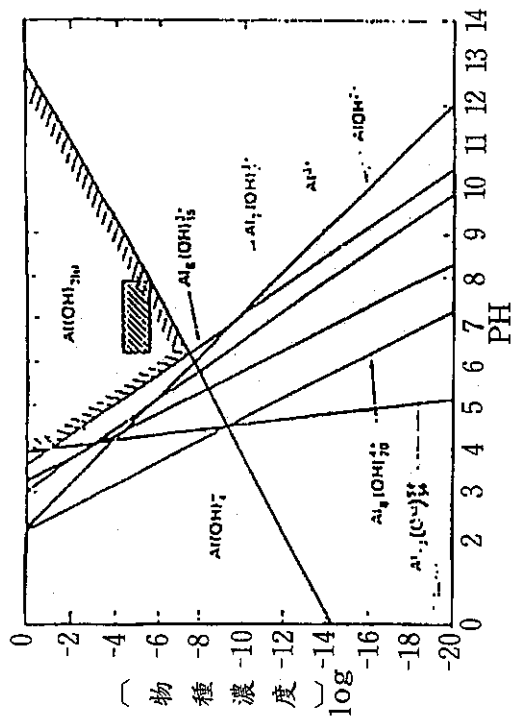
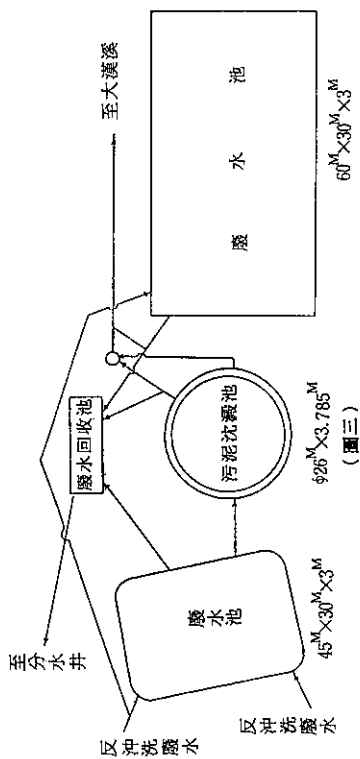
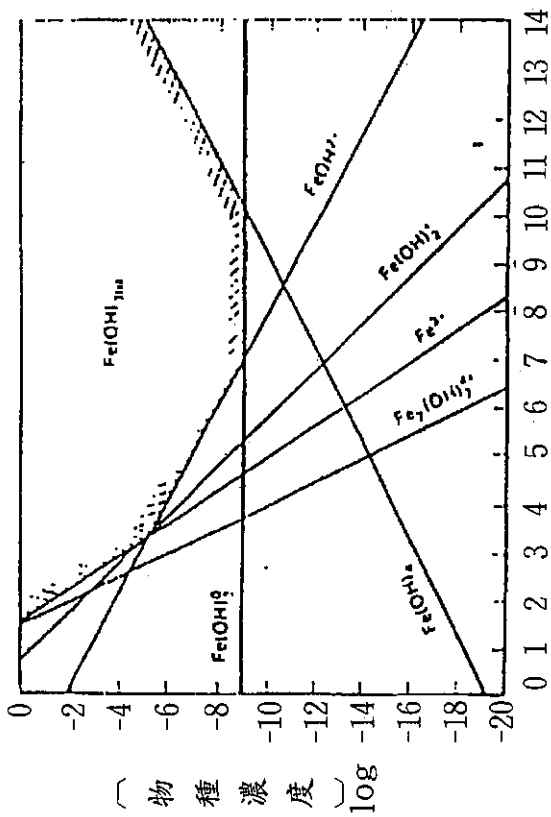


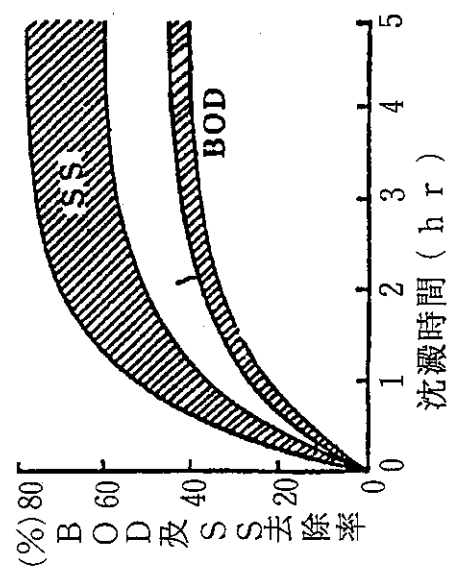
圖 (四) 氫氧化鋁溶度圖



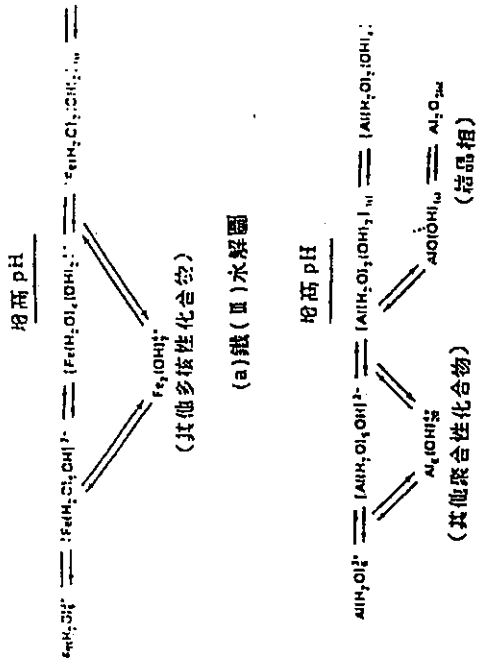
(圖三)



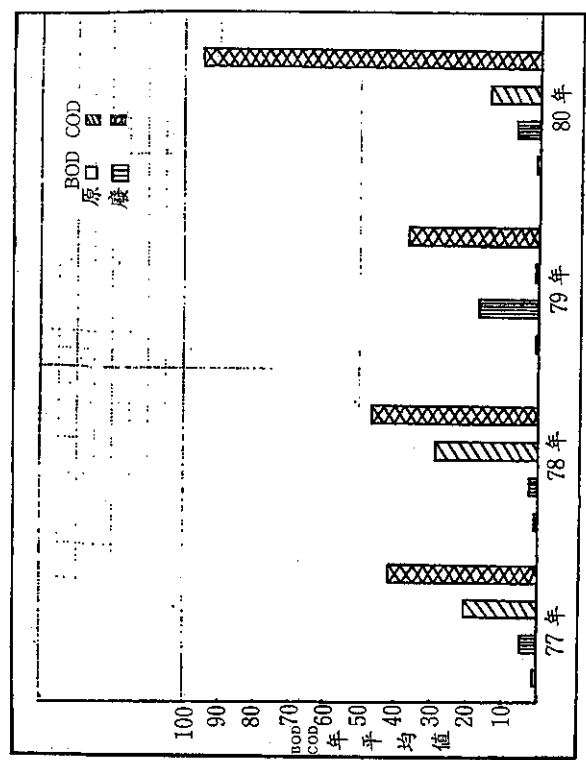
圖(五) 氫氧化鐵(III) 溶渡圖



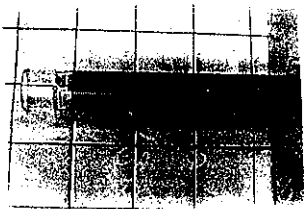
圖七 初級沈澱池沈澱時間與BOD及SSS去除率關係



圖(六) 鐵(III)及鋁(III)水解圖 (Rubin及Kovacs, 1974)

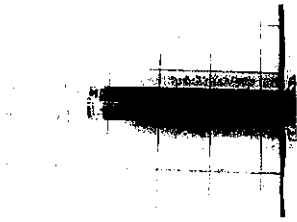


(圖八)



圖九

十一(1)沈澱前



十一(2)沈澱一分鐘



十一(3)沈澱二分鐘



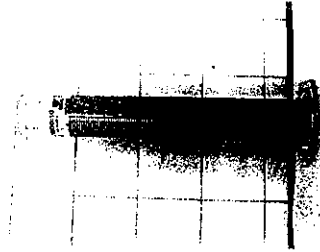
十一(4)沈澱三分鐘



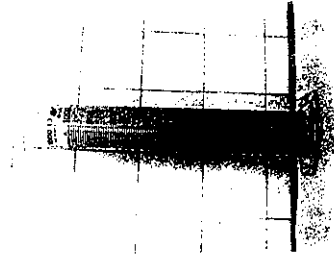
十一(5)沈澱四分鐘

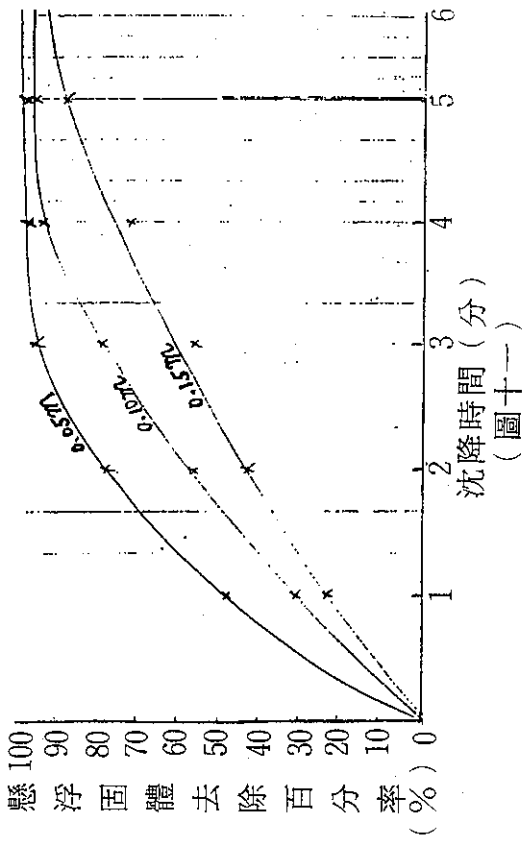


圖十一(6)沈澱五分鐘

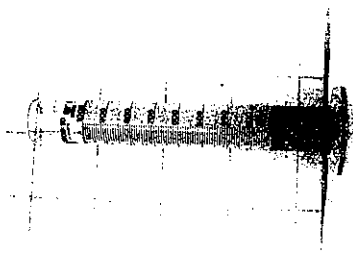


十一(7)沈澱六分鐘

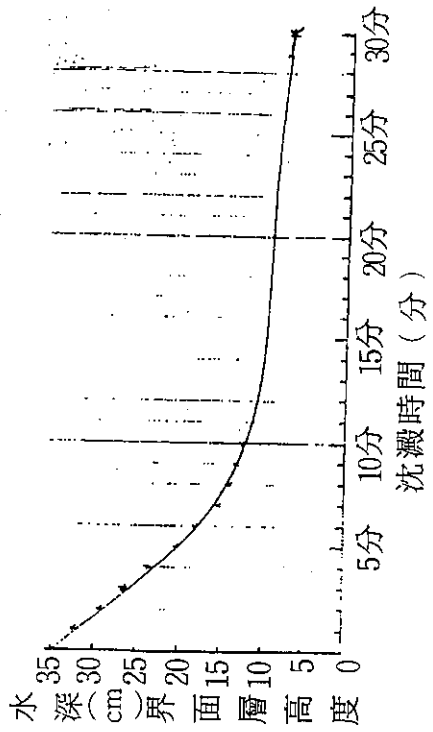




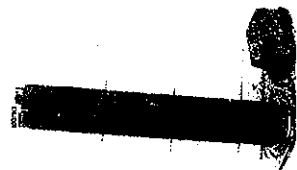
十一(9)沈澱1小時



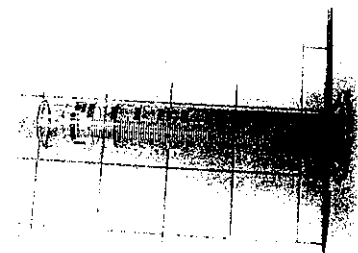
十一(8)沈澱30分鐘



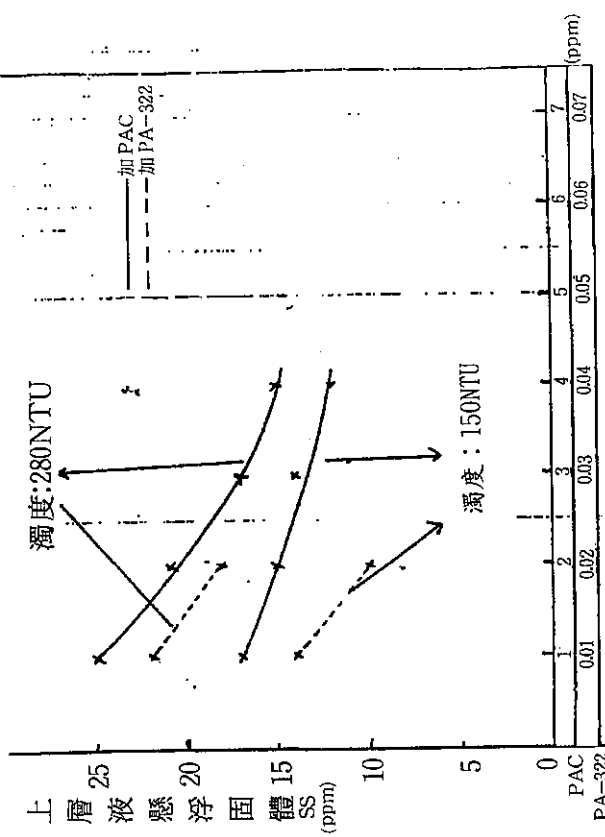
(圖十二)



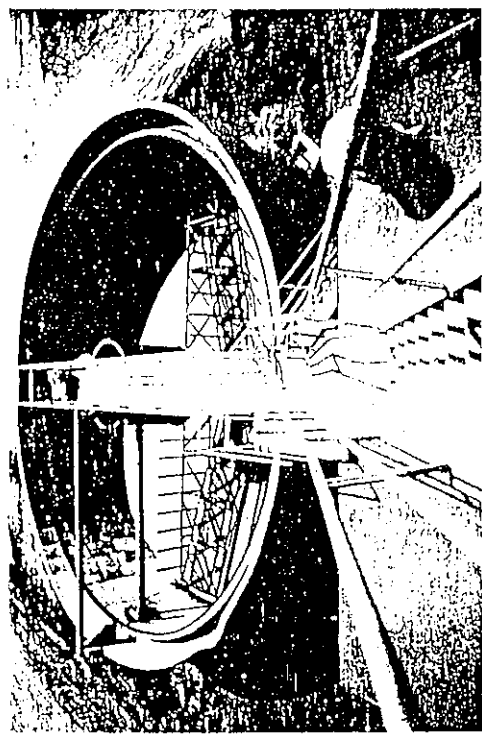
圖十五



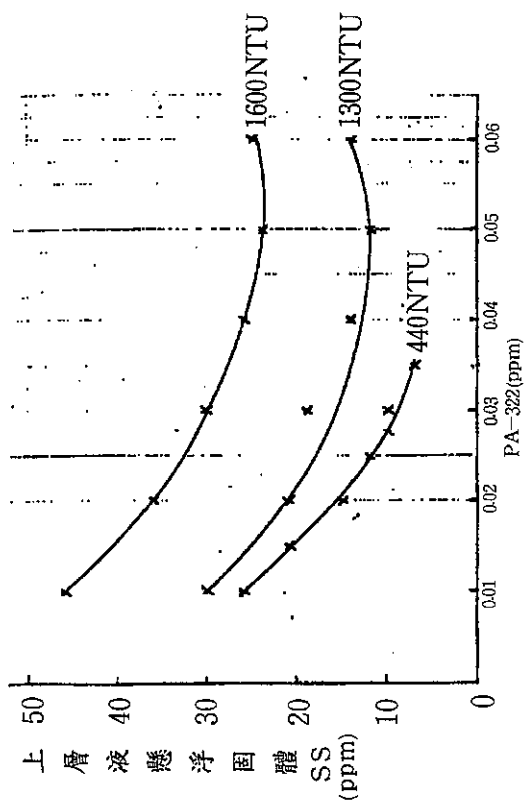
十一(10)沈澱2小時



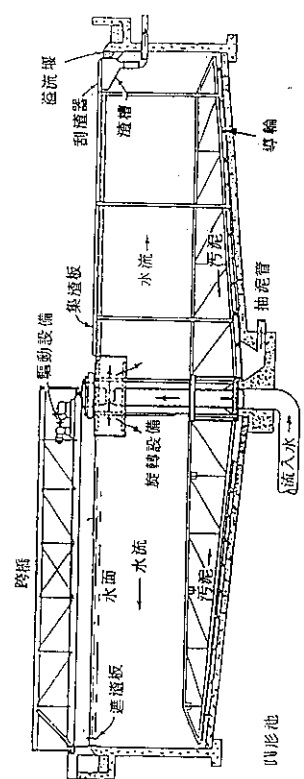
(圖十四)



(圖十七)重力濃縮池(採自Eimco Corporation)

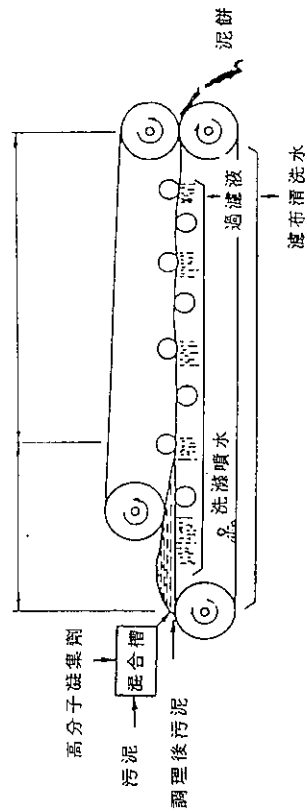


(圖十三)

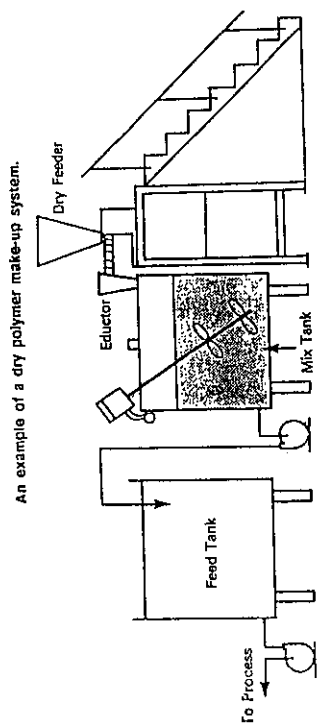


(圖十六)

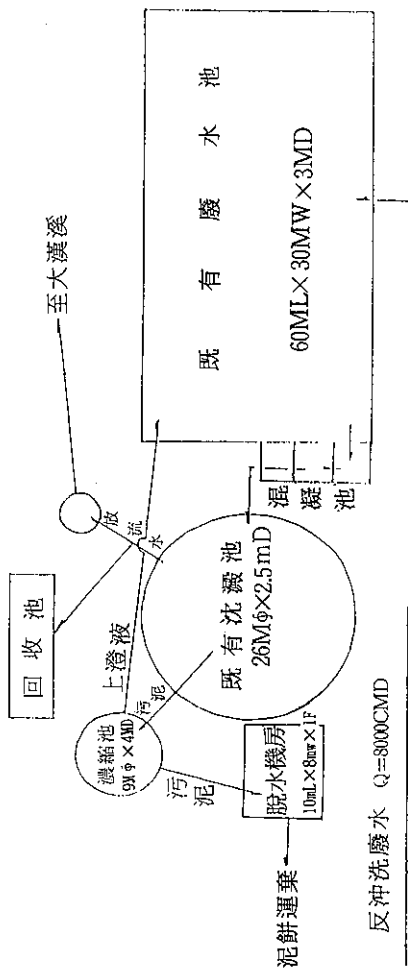
化學調理階段 重力脫水階段 壓榨脫水階段



圖十九 污泥帶狀壓濾機之示意圖



(圖十八)



反沖洗廢水 Q=8000CMD

圖二十：建議處理流程配置圖