

淨水廠中不同處理程序產生之污泥的特性及調理脫水性之分析

Sludge Produced from Different Treatment Process in Water Treatment Plant: The Analysis of Floc Characteristics and Dewatering After Sludge Conditioning

計畫編號：NSC-87-2218-E-009-012

執行期間：86/08/01 - 87/07/31

主持人：黃志彬 交通大學環境工程研究所教授

一、中文摘要 (關鍵字：污泥調理、脫水、淨水廠)

目前台灣地區淨水廠對於污泥的處置方法，一般皆把沉澱池及過濾池所產生的污泥引入廢水池中，經濃縮池濃縮後再一併處理。但由於不同操作程序所產生之污泥各有其不同的基本特性，對調理劑加藥量之要求以及其脫水性、過濾性之改善程度也有所差異。因此本研究探討不同操作程序所產生之污泥各別獨立處理之可行性。

研究中以污泥之毛細汲取時間(CST)、過濾平均比阻(SRF)、污泥體積指數(SVI)做為污泥脫水性及過濾性的指標。且透過實驗室規模之壓濾機來評估污泥脫水之成效。試驗進行中，利用陽性高分子聚合物進行污泥之調理，並探討沉澱池、過濾池及濃縮池三種不同操作程序所產生之污泥以高分子聚合物調理之難易程度及所需之加藥量。評估如何進行污泥調理較具經濟效益。

由研究結果顯示，沉澱池、過濾池及濃縮池之污泥顆粒各有不同的基本特性，即過濾性、脫水性及沉降性各有優異；但加入陽性高分子聚合物調理時，發現濃縮池污泥之脫水性及過濾性為最佳，所需高分子聚合物之加藥量也較少。故此以傳統的方法進行污泥調理，應較把不同操作程序之污泥個別處理更具經濟效益。

英文摘要(keyword: sludge conditioning, dewatering, water treatment plant)

In Taiwan, water-treatment residues generated from sedimentation and filtration are first pumped into a retention tank. The combined sludge is then transferred into a concentration tank before other conditioning and dewatering processes. Since sludges from settling basin and filtration tank are very different, their demand for sludge conditioner and the improvement in dewaterability and filterability can vary greatly. Therefore, we studied the sludge from various processes by analyzing their floc characteristics in order to determine the most optimal sequencing for sludge conditioning.

In our experiments, capillary suction time (CST), specific resistance of filtration (SRF), and sludge volume index (SVI) were used as indices for sludge dewatering and filterability. The efficiency in sludge dewatering was assessed with a laboratory scale pressure filter. Cationic polymer (PC-325) was used as the sludge conditioner. Sludges were taken from settling, filtration and concentration basins. Their response to sludge conditioning and their demand for coagulant dosage were evaluated.

The result shows that sludge particles from different basins contain different properties, reflected in their filterability, dewatering and settling. It is observed that the sludge from concentration basin has the best dewatering

and filterability with minimum requirement for polymer dosage. Therefore, it is concluded that combining sludges from separate treatment process before sludge conditioning is more efficient.

二、計畫緣由與目的

淨水廠中不同程序所產生之污泥顆粒的大小、密度、所帶電荷數以及物化特性皆有所不同，例如過濾池反沖洗所產生的污泥通常其固含量較低且其粒徑亦較沉澱池產生者來得小。而這些污泥特性往往為影響其後續調理與脫水成效之主要因素。Knocke 與 Wakeland (1983) 曾提及小顆粒之比表面積較大，在過濾時產生的比阻較大，不利於脫水。此外污泥的密度亦影響其脫水後泥餅之含水率，過濾池反沖洗之污泥基本上其密度較接近於水，除可能影響濃縮成效外，對後續脫水的影響亦可能與沉澱污泥有顯著差異。故探討高分子聚合物對不同操作單元所產生污泥之調理行為與脫水影響之比較具有其相當的必要性與迫切性。

影響高分子調理成效之因素，主要有污泥本身特性，調理劑種類及調理環境。而本研究則是在相同的調理劑種類及調理環境下，對沉澱池、濃縮池及過濾池反沖洗之污泥進行其特性分析及比較，並實際以高分子調理劑進行調理、脫水，以瞭解其間差異並探討造成差異之成因，進一步探討影響污泥脫水調理的機制，並提供水廠作為調理污泥之參考。看是否可把傳統的將不同處理程序產生之污泥一併處理之方法，改為由各單元個別處理以達到更佳之處理效果及經濟效益。

三、實驗方法

實驗中所採用的污泥樣品來自新竹給水廠現場(水廠流程如圖一所示)之沈澱池(經由排泥管採樣取得)、濃縮池(在污泥貯存槽中取得)及過濾池(在反沖洗時取得之污泥)。而新竹給水廠於混凝程序中所採用之混凝劑為多元氯化鋁 (PACl)。

本實驗之調理試驗所採用的調理劑為陽離子性高分子聚合物(PC-325)，為台灣聚和化學股份有限公司生產的高分子聚合物，其平均分子量為 $1.1 \times 10^7 \sim 1.2 \times 10^7$ 。

四、結果討論

不同操作程序原污泥之特性如表一所示，由此實驗的結果可見分別以 CST、SVI 及 SRF 作為判別污泥脫水性及沉降性的指標所得之結果皆不盡相同，而吳氏 (1997) 也曾提出相同的結果，因此以下便針對不同的指標個別討論之。以 CST 作為指標時，得知濃縮池之原污泥其過濾性較佳，而過濾池及沉澱池之污泥其過濾性相仿；這可能與原污泥顆粒中所帶的界達電位有關，由實驗結果得知沉澱池、過濾池及濃縮池之污泥顆粒所測得之界達電位分別為 -29.5 mV、-29.1 mV 及 -18.4 mV。由於濃縮池之污泥所帶的負電荷較少，相對的顆粒之穩定較易解除，因此有較低的 CST 值。而以 SVI 及 SRF 作為沉降性及過濾性的指標時，其所得之結果則較為一致，但卻有異於由 CST 為指標所得之結果；沉降性以過濾池之污泥最佳，且由 SRF 試驗所得之過濾比阻亦以過濾池之污泥最低。圖二為不同操作程序之原污泥粒徑示意圖，由實驗結果得知過濾池、濃縮池及沉澱池之污泥顆粒平均直徑分別為 0.238 mm、0.285 mm 及 0.294 mm。圖三為三種不同操作程序之原污泥經過壓榨脫水所得之結果，若取脫去 85% 的水所需的時間來比較，濃縮池原污泥之脫水速率最快(160 秒) 其次為過濾池(220 秒) 最慢為沉澱池(280 秒)，此與界達電位及 CST 之趨勢相同，因此界達電位及 CST 似可作為脫水速率的一個指標。

探討以高分子聚合物對不同操作單元之污泥調理成效結果如下 圖四為加入陽性高分子聚合物調理不同操作程序污泥之 CST 變化趨勢圖，圖中顯示在加藥量在 10 mg/L 之前 CST 值下降之趨勢非常迅速，隨著加藥量之增加，其 CST 值下降則趨緩

和，當加藥量超過 10 mg/L 時濃縮池及沉澱池污泥之 CST 值皆無明顯變化。至於過濾池之污泥，當加藥量增加至 10 mg/L，其 CST 值仍保持迅速的下降，當加藥量從 15 mg/L 增至 30mg/L 皆無明顯變化。若以最低之 CST 值作為衡量最佳加藥量之指標，以內插法計算出之最佳加藥量分別為濃縮池之污泥為 12.5 mg/L，沉澱池之污泥為 16.5 mg/L，而過濾池之污泥為 25.5 mg/L。可見以陽性高分子聚合物對三種不同操作程序單元所產生之污泥的調理成效各有差異。圖五為加入陽性高分子聚合物調理不同操作程序污泥之界達電位變化趨勢圖，圖中可見三種不同操作程序之原污泥如前所述皆帶負電荷，隨著陽性高分子聚合物之加入，其電性逐漸出現電性中和的現象，並隨加入劑量之不斷增加更導致電性逆轉的現象發生(O' Brien et al., 1977)；界達電位及 CST 試驗隨陽性高分子聚合物的變化趨勢極為接近，由 CST 試驗取得之最佳加藥量同時也為等電位點之加藥量。一般而言，電性中和及架橋作用為高分子聚合物調理污泥的兩個主要機制，此二指標充分表現出不同操作程序所產生之污泥受陽性高分子聚合物調理之難易程度。由以上 CST 和界達電位之實驗結果似可推測電性中和為調理此三種污泥之主要機制，此三種操作程序之污泥以陽性高分子聚合物調理之容易程度順序為：濃縮池污泥 > 沉澱池污泥 > 過濾池污泥。

圖六為不同操作程序之污泥 SVI 變化趨勢圖，其結果可得知無論為那種程序所產生之污泥，在加入陽性高分子聚合物作污泥調理後，其 SVI 值皆有下降的趨勢，即污泥的沉降性皆有所改善，在加藥量在 10 mg/L 以下時，SVI 值迅速的下降，其後即無明顯變化。考量經濟誘因的最佳加藥量應可定在 10 mg/L 左右，

圖七為加入不同劑量高分子聚合物對污泥調理後比阻抗值之變化趨勢圖。圖中可見三種污泥比阻抗值皆隨加藥量之增加有明顯的下降。在加藥量為 15 mg/L 之

上，除濃縮池外無明顯變化。濃縮池之污泥受陽性高分子聚合物調理的效果較沉澱池及過濾池之污泥皆顯著，加藥量在 0 mg/L 增加至 13 mg/L 時，其過濾比阻則從 0.59 Tm/Kg 下降至 0.1 Tm/Kg 左右，其變動率皆遠大於沉澱池及過濾池之污泥；但在加藥量 20 mg/L 和 30 mg/L 時 其比阻抗值反而有增加的現象。

圖八則為加入不同劑量高分子聚合物泥餅含水率之變化趨勢圖，其結果顯示不同操作程序之污泥在陽性高分子聚合物調理，經過壓榨脫水後之最終含水率有不同的變化；過濾池及沉澱池之污泥在加藥量為 10 mg/L 時，由於混凝過程可減少污泥顆粒之總比表面積，而比表面積降低有助於脫水 (Philip et al., 1978) 因此其泥餅含水率有大幅度的減少，但隨著加藥量的繼續增加至最佳加藥量，其總比表面積變得更少，其脫水速度更是變得迅速，而越快的脫水速率其濾床越易被堵塞，因此最終泥餅含水率則有變高的趨勢，當加藥量繼續的增加，因加藥的過量而使膠羽的破壞，致使其總表面積又再增加以及脫水速率也變慢，相對地最終泥餅含水率也慢慢的減少。而濃縮池的污泥隨高分子聚合物的加入其泥餅最終含水率之變化趨勢則有所不同，隨著高分子聚合物之加入其最終含水量有緩慢增加之趨勢，且當加藥量達到 30 mg/L 時，其污餅的最終含水量更從 65 % 升至 75 %。若以最終泥餅含水率作為加藥量的考量指標，則過濾池及沉澱池之污泥其最佳之加藥量為 10 mg/L，而濃縮池之污泥在加藥量低於 12.5 mg/L 之下則沒有很大的變化。

五、結論

從不同程序產生之污泥其基本特性及脫水性實驗結果中所得知，濃縮池之污泥所帶之負電荷較少，有較低之 CST 值，即較佳之過濾效果，且經壓榨實驗得到較快之脫水速率；而過濾池則有較低之 SVI 值，即其沉降性較好，但若由 SRF 實驗來判斷其過濾效果之好壞，則以過濾池之污

泥為最佳，這可能與所施加之壓力有關，因本實驗室所使用在 SRF 上之壓力比 CST 實驗所施之壓力高出萬倍以上，而且都為操作型之實驗，故此得到不一樣之結果。

當高分子聚合物加入污泥系統中，其脫水性及過濾性皆會有所改善，但高分子聚合物對不同之污泥顆粒有不同之改善程度，若以界達電位及 CST 之結果來決定此三種不同操作程序之污泥受陽性高分子聚合物之難易程度順序為：濃縮池污泥 > 沉澱池污泥 > 過濾池污泥。再者，SRF 之試驗結果也顯示當加入少量陽性之高分子聚合物後，濃縮池污泥之過濾比阻便大幅度地減少，且變動率遠大於沉澱池及過濾池之污泥。而由 SVI 及壓榨試驗結果顯示，只需少量陽性高分子聚合物之加入，其沉降性及泥餅之最終含水量便迅速地減少，增加加藥量並不會改善其含水量。過濾池及沉澱池污泥之最終泥餅含水率更會大幅度的提昇；故此當我們考量最佳加藥量時，可以其過濾性及脫水性等作為其決定因子。

由以上的實驗結果看來，雖然沉澱池、過濾池及濃縮池之污泥顆粒基本特性各異，故此其過濾性、脫水性及沉降性各有優異；但當加入陽性高分子聚合物來調理時，發現其脫水性及過濾性仍以濃縮池之污泥為最佳，故以傳統的方法進行污泥調理較不同操作程序之污泥個別處理更具經濟效益。

參考文獻

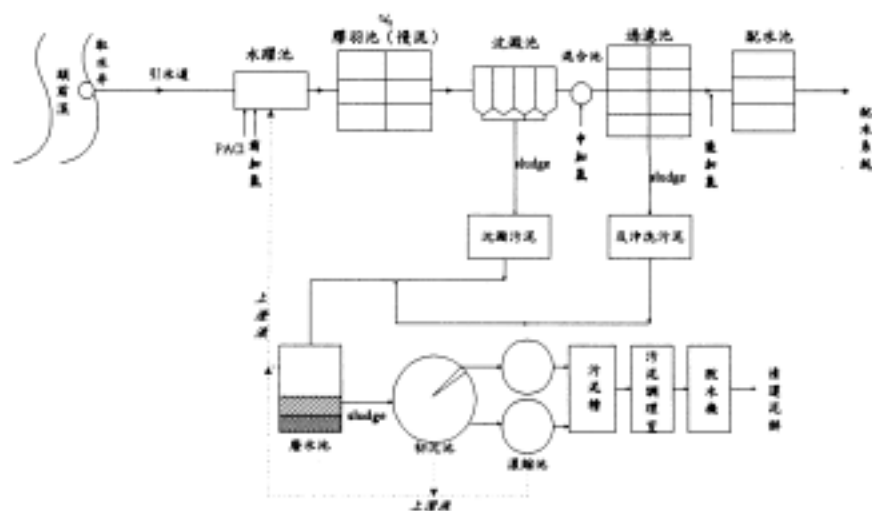
- Knocke, W. R. and Wakeland, D. L. (1983)
 Fundamental Characteristics of water treatment plant sludge. *J. AWWA* 516-523
- O' Brien J. H., and Novak J. T. (1977)
 Effects of pH, and mixing on polymer conditioning of chemical sludge. *J.AWWA*. **69**, 600-605.
- Philip R. K. and Thomas M. K. (1978)
 Limitation of sludge dewatering. *Filtration & Separation*. Nov/Dec. 523-544.

吳志超 (1997) 以高分子調理鋁鑑污泥對其脫水性影響之研究。博士論文 交通大學 新竹。

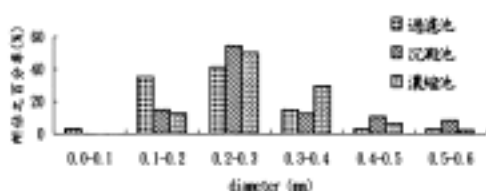
圖表

表一 不同操作單元原污泥之界達電位、CST、SRF 及 SVI 關係圖

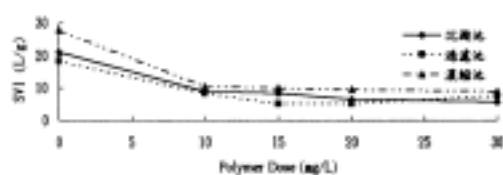
污泥來源	界達電位 (mV)	CST (sec)	SVI (L/g)	SRF (Tm/kg)
沉澱池	-29.5	65.50	21.05	0.426
過濾池	-29.1	70.43	18.27	0.381
濃縮池	-18.4	44.87	27.80	0.592



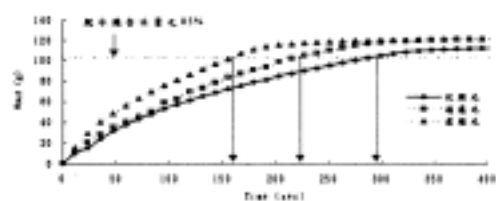
圖一 新竹給水廠 第一淨水廠處理之流程圖



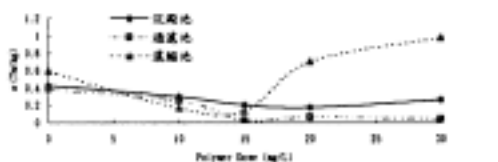
圖二 不同操作程序之污泥沉澱的直徑大小示意圖



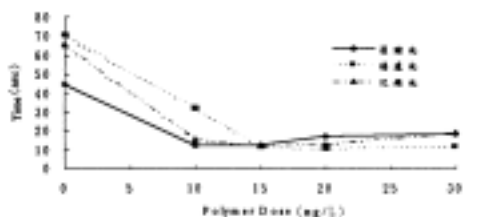
圖三 不同操作程序之污泥SVI變化趨勢圖



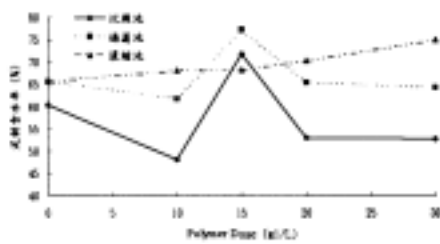
圖四 不同操作程序之污泥沉澱中濁度之趨勢



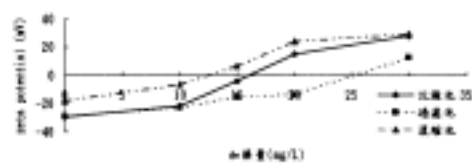
圖五 加入不同劑量高分子絮凝劑之COD變化趨勢圖



圖六 不同操作程序之污泥CST變化趨勢圖



圖七 加入不同劑量高分子絮凝劑之懸浮固體中率之變化趨勢圖



圖八 加入操作高分子絮凝劑之zeta電位變化趨勢圖