

行政院國家科學委員會專題研究計畫年度成果報告

*
* **回收廢棄物作為物理性調理劑對各類型污泥脫水效率之影響** *
* **Dewatering Effects on Different Types of Sludge by Adding Recycled** *
* **Wastes Materials as Physical Conditioners** *
*

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號： NSC-89-2211-E-041-023
執行期間： 89年8月1日至90年7月31日

計畫主持人：李得元
共同主持人：荊樹人、林瑩峰

本成果報告包括以下應繳交之附件：
赴國外出差或研習心得報告一份
赴大陸地區出差或研習心得報告一份
出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：嘉南藥理科技大學 環境工程衛生系

中華民國 90 年 10 月 15 日

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告 回收廢棄物作為物理性調理劑對各類型污泥脫水效率之影響

Dewatering Effects on Different Types of Sludge by Adding Recycled Wastes Materials as Physical Conditioners

計劃編號：NSC-89-2211-E-041-023

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：李得元副教授 協同主持人：荊樹人、林瑩峰副教授

嘉南藥理科技大學 環境工程衛生系

E-mail: leedy@mail.chna.edu.tw.

中文摘要

污泥脫水效率可藉由添加調理劑而加以改善，影響因素有調理劑之種類、添加濃度及添加方式，此等因素亦關係脫水後污泥餅之乾燥效率，甚至污泥性質之改變，影響其可再利用性及最終處置方法的選擇。而不同種類之污泥，亦因其個別性質差異，對上述之調理與最終結果均有極大不同。本研究計畫即延續上年度計畫部分結果，繼續探討低成本、容易獲得、具自然環境相容性、效率高的調理劑對不同種類污泥之脫水效率。

本研究選擇蠔殼廢棄物作為物理性調理劑，並配合化學性調理劑（合成聚合物及生物性幾丁聚醣）對不同種類之污泥，如化學工廠、食品（啤酒）廠、紡織廠等污泥，探討不同調理劑添加組合對不同污泥種類脫水效率之影響，以評估蠔殼作為物理性調理劑處理不同種類污泥之可行性。調理後之污泥以污泥脫水效率及毛細管吸水時間作為污泥調理效率的指標。實驗結果指出，以蠔殼作為物理性調理劑，配合聚合物或幾丁聚醣凝劑之使用，其污泥脫水效果並不像配合傳統凝劑，如鋁鹽及鐵鹽，有正面助益，反倒是小顆粒蠔殼之顆粒間隙發生阻擋污泥膠羽作用，此乃因蠔殼於酸鹼度之影響對聚合物凝劑系統無作用；凝劑用量未達臨界用量時，其添加量愈多，污泥脫水效果愈好。各組實驗之毛細管吸水時間的差異性，與所測得之污泥脫水效率的順序關係並不明顯。

關鍵詞：污泥調理、污泥脫水、物理性調理劑、蠔殼、毛細管吸水時間

ABSTRACT

The efficiency of sludge dewatering can be improved by adding conditioners. The affecting factors include the types, adding dosages, and adding methods of conditioners. Those factors also involve with the drying efficiency of the dewatered sludge and further

alter the properties of sludge as well as the options of reusefulness and final treatment of the sludge. Different types of sludge, having various individual characteristics, have wide variation in conditioning conditions and final results. This proposed research is an extension work from the last year to investigate low-cost, easy-obtaining, environmental-friendly, and high-efficient conditioners for various types of sludge in dewatering.

In this research, the oyster shell wastes was used as the physical conditioner with the traditional chemical coagulants (such as synthetic polymers and biological chitosan.) to condition various types of sludge obtained from chemical plants, food plant, and spinning plant) so as to investigate efficiencies of the sludge dewatering due to different combination of the added conditioners. The conditioned sludge will be measured by the rate of dewatering of sludge and the capillary suction time for evaluating sludge dewatering efficiency. The result showed that the adding of oyster shell as physical conditioners with polymers or chitosan was not efficient like which was used with alum or ferric chloride. On the contrary, the smaller particles of oyster shell had the positive efficient for the dewatering of sludge. The reason is that the effect of alkaline for the oyster shell used in the system of conditioning with alum or ferric chloride does not present in the system of polymer or chitosan. The data of capillary suction time did not coincide with the order of the efficient of the sludge dewatering with various parameters..

一、前言

以污泥調理劑調理廢(污)水處理過程中所產生的大量污泥，可少體積、增加固含量及減少含水率。傳統上是以鋁鹽與鐵鹽為主，但其等加入後，易造成整體溶液之pH值下降，須以鹼劑配合；聚合物凝劑由於用量少、不受pH值及溫度影響、產生污泥量少且易於脫水，已廣為使用。多醣類高分子的幾丁聚醣(chitosan)在pH低於6.5之水溶液中帶正電荷，且具有高密度之陽電性電荷，

能迅速、有效地捕捉帶陰電性的有機物質、微生物及懸浮固體，可作為凝集劑 (coagulant)，已多所應用於廢水處理之物化程序 [1-6]。物理性調理劑 (physical conditioner) 在污泥溶液中不會進行化學作用，其作用乃是在污泥中形成堅固、不可壓縮、且可透水性之空隙或間隔，強化污泥結構及增加空隙率，以增進脫水速率，亦可稱為空間架構劑 (skeleton builder)。若將物理性調理劑配合化學性調理劑共同使用，雙效調理 (dual-conditioning)，則預期化學調理劑可幫助污泥形成較大顆粒、物理調理劑可強化污泥空隙結構，增加水的穿透力，因而污泥之脫水效率可能比化學或物理調理劑個別使用時還高；同時，由於此互補增強之效益，可降低彼此之計量，減少化學調理劑之使用成本及減輕使用物理調理劑增重之問題 [7-14]。

前年度之研究【15-17】即以廢棄蠔殼、蝦殼、烏賊骨作為物理性調理劑配合化學性調理劑，探討其等對污泥脫水效率之影響。結果顯示，單獨添加硫酸鋁、氯化鐵無法使污泥抽濾脫水形成污泥餅；而蠔殼、烏賊骨之添加使 pH 值回升、凝聚效果佳、脫水順暢。兩者混合使用後，硫酸鋁或氯化鐵用量愈多脫水效率愈佳；蠔殼及烏賊骨明顯改善脫水效率、但用量需適宜；物理性及化學性調理劑配合使用能降低後者之使用量，減少處理成本。

上述研究僅對加入後會影響系統 pH 值之化學性調理劑配合使用，而不受 pH 值影響之聚合物凝集劑則未探討。本研究即選擇蠔殼廢棄物作為物理性調理劑，並配合化學性調理劑的合成聚合物及生物性幾丁聚醣對三種不同性質之污泥，如化學工廠、食品（啤酒）廠、紡織廠等污泥，探討不同調理劑添加組合對不同污泥種類脫水效率之影響，以評估蠔殼作為物理性調理劑處理不同種類污泥之可行性。

二、 實驗設備與步驟

- } 污泥種類：本計畫中所取污泥計有三類，石化、食品、紡織等三種工廠之廢水處理廠污泥，使用該工廠所用凝集劑之調理，配合不同蠔殼量當物理性調理劑。
- } 實驗設備計有：總懸浮固體 (TSS) 與污泥容積指數 (SVI) 量測設備、pH 計、杯瓶試驗儀 (Jet test meter)、污泥餅壓製機與污泥比阻測試設備、毛細管吸水時間 (CST) 測定器、抽風櫃。
- } 步驟：
 - (1) 污泥之基本性質：總懸浮固體 (TSS)、

污泥容積指數 (SVI) 與 pH 量測：

實驗前，至工廠廢水處理廠採取好氧消化沉澱池之污泥，當污泥到達實驗室時隨即進行 TSS、SVI 與 pH 等項目之量測。先從桶子中倒 1000ml 污泥入測量容積指數專用的倒三角量筒內，做 SV_{30} 量測；另取兩個 5ml 之污泥分別進行 TSS 及 MLSS 之量測；並測原污泥之 pH 值。

(2) 杯瓶試驗 (Jet test)：

取出原污泥 1600ml 倒入 2000ml 的燒杯中，均勻攪拌後，測定污泥之 pH 值。以低濃度的硫酸來預調污泥之 pH 值為 4。準備數個 500ml 的燒杯，每杯倒入 300ml 上述污泥，加入計劃濃度的調理劑。將此置於杯瓶試驗儀，先以高速攪拌一下，以使混合均勻，再以 120rpm 攪拌 5 分鐘，隨後以 60rpm 攪拌 10 分鐘，結束後靜置，以利後續之污泥壓製。

由工廠取回之聚合物凝集劑先溶於 RO 水中，再吸取所設定之用量加入污泥中均勻攪拌。

(3) 污泥脫水效率測試：

將已調理過之污泥注入底部附有慮布之圓柱槽內，當開啟真空幫浦抽水時，污泥中之水份會透過慮布排出形成過濾液，記錄抽氣時間與過濾液體積，抽至無法抽出濾液為止，由濾液體積與時間作圖即可求得污泥脫水效率。

(4) 毛細管吸水時間 (CST) 測定：

取調理過之污泥 2 ml，置於毛細管吸水時間測定器之圓筒中，量測毛細管吸水時間 (CST)。

三、 結果與討論

本研究用工廠所用聚合物凝集劑及幾丁聚醣為化學性調理劑，配合蠔殼、作為物理性調理劑，在不同粒徑及不同克數之蠔殼實驗條件下，獲得污泥脫水之相關資料，結果如下述：

(一) 原污泥之性質

由各廠所取回之污泥，其原始污泥性質，相異性大，如三種工廠之 pH 值分別為石化廠 4.89、食品廠 7.16、紡織廠 8.0、TSS 為石化廠 11200 mg/l、食品廠 14510 mg/l、紡織廠 9380 mg/l、SVI 為石化廠 130、食品廠 80、紡織廠 124。因此，實驗結果之比較與評估均以當天同一批次之實驗結果為主，作比較與討論。

(二) 石化工廠廢水處理廠污泥

(1) 不同蠔殼添加量

固定污泥預調 pH(4)、聚合物混凝劑添加量(1%)及蠔殼粒徑(20-30mesh 及 30mesh 以下), 不同蠔殼添加量(300ml 污泥中含 0,1,2,3,4g) 之各項實驗結果為: 蠔殼粒徑為較大顆粒時, 20-30mesh, 聚合物混凝劑加入後, pH 值會升至 5、而加入蠔殼後, pH 值再上升至 5.7, 所加蠔殼量不同回升差異不明顯。隨著蠔殼用量之增加, 污泥之脫水速率會愈慢, 且凝聚效果愈差, 過濾液中有愈多之污泥膠羽。當蠔殼粒徑為較小顆粒時, 30mesh 以下, 加入蠔殼後之 pH 值則上升至 5.7 以上至 6.15, 隨所加蠔殼量增加上升愈大。隨蠔殼用量之增加, 污泥之脫水速率仍會愈慢, 但凝聚效果則有改善, 因過濾液中有漸漸減少之污泥膠羽。

此結果與先前之研究【15】(蠔殼與鋁鹽混合使用, 蠔殼若不使用過量, 可成為良好的鹼劑, 使鋁鹽的混凝效果更加顯著) 相反。此可能為添加蠔殼之污泥 pH 值會上升不利於該廠所使用之聚合物混凝劑; 而鋁鹽與蠔殼之混合使用, pH 值互補而發生加成效果。至於較小顆粒之濾液反而較為清澈, 則是小顆粒間之孔隙較小, 發揮阻擋污泥膠羽之作用; 且小顆粒較易溶解, 故 pH 值上升較多。

(2) 不同聚合物混凝劑用量

固定污泥預調 pH(4)、蠔殼添加量(300ml 污泥中含 2g) 及蠔殼粒徑(30mesh 以下), 不同聚合物混凝劑添加量(1,3,4,5%) 之各項實驗結果為: 加入蠔殼與聚合物混凝劑加入後, pH 值會升至 6.0, 所加聚合物量不同上升差異不明顯。聚合物用量愈多, 凝聚效果愈好, 污泥之脫水速率愈快, 且過濾液中污泥膠羽愈少。本文所用之聚合物用量仍未超過使用極限, 故添加量愈多, 混凝效果愈好。

上述三組實驗調理過之污泥, 亦取樣做毛細管吸水時間測定, 所得之值分佈在 14 至 20 之間, 彼此之間差異並不大, 相對於脫水速率之順序, 則無明顯之一致性。

(三) 食品工廠(啤酒廠) 廢水處理廠污泥

(1) 不同蠔殼添加量

固定聚合物混凝劑添加量(2%) 及蠔殼粒徑(20-30mesh 及 30mesh 以下), pH 值則為原污泥 pH 值(7.26), 不同蠔殼添加量(300ml 污泥中含 0,1,2,3,4g) 之各項實驗結果為: 蠔殼粒徑為較大顆粒時, 20-30mesh, 加入蠔殼及聚合物混凝劑後, pH 值幾乎不變, 所加蠔殼量不同 pH 值無差異。隨著蠔殼用量之增

加, 污泥之脫水速率並無順序關係, 過濾液中有愈多之污泥膠羽; 該組實驗在調理時即可明顯看出混凝效果, 即膠羽形成之差異, 此現象之優劣順序關係亦與隨後之脫水速率相同。當蠔殼粒徑為較小顆粒(30mesh 以下) 時, 加入蠔殼後之 pH 值仍只是些微差異, 但隨蠔殼用量之增加, 凝聚效果則有改善, 因過濾液中有漸漸減少之污泥膠羽, 但污泥之脫水速率會愈慢。

(2) 不同聚合物混凝劑用量

固定污泥預調 pH(4) 蠔殼添加量(300ml 污泥中含 2g) 及蠔殼粒徑(30mesh 以下), 不同聚合物混凝劑添加量(1,2,3,4%) 之各項實驗結果為: 加入聚合物混凝劑加入後, pH 值會升至 6.5, 再加入蠔殼時則升至 7 以上, 且隨所加聚合物量增加則有些微上升(至 7.21) 聚合物用量愈多, 凝聚效果愈好, 污泥之脫水速率愈快, 且過濾液中污泥膠羽愈少(混凝劑添加量 3, 及 4% 時幾乎沒有污泥膠羽出現在過濾液中; 且脫水效率亦明顯比另兩次實驗快) 本文所用之聚合物用量仍未超過聚合物混凝劑使用極限, 故添加量愈多, 混凝效果愈好。

上述三組實驗調理過之污泥, 亦取樣做毛細管吸水時間測定, 所得之值分佈較廣, 由 15 至 50, 彼此之間的差異雖然大, 但相對於脫水速率之順序, 則無一致性之關聯。

(四) 紡織工廠廢水處理廠污泥

(1) 不同蠔殼添加量

固定污泥預調 pH(4)、聚丁聚醣添加量(2 g) 及蠔殼粒徑(20-30mesh 及 30mesh 以下), 不同蠔殼添加量(300ml 污泥中含 0,1,2,3,4g) 之各項實驗結果為: 使用較大顆粒蠔殼粒徑時, 20-30mesh, 聚合物混凝劑加入後, pH 值會升至 6.5、再加入蠔殼後, pH 值略升至 6.6 及 6.9 之間, 隨所加蠔殼量增加, 上升稍大、污泥之脫水速率則無明顯差異。當蠔殼粒徑為較小顆粒時, 30mesh 以下, 加入蠔殼後之 pH 值則上升至 6.8 及 7.2 之間, 隨所加蠔殼量增加上升愈多。隨蠔殼用量之增加, 污泥之脫水速率愈慢。

(2) 不同聚合物混凝劑用量

固定污泥預調 pH(4) 及蠔殼添加量(300ml 污泥中含 2g), 不同聚丁聚醣添加量(2,3,4,5,6g) 之各項實驗結果為: 加入蠔殼與聚丁聚醣混凝劑加入後, pH 值會升至 7.0, 隨所加聚丁聚醣量之增加, 上升較多。兩組不同蠔殼粒徑, 20-30mesh 及 30mesh 以

下，聚丁聚醣用量愈多，凝聚效果愈好，污泥之脫水速率愈快，且過濾液中污泥膠羽愈少，甚至澄清。本文所用之聚丁聚醣之混凝效果明顯比前文所述，使用聚合物混凝劑還好。

上述三組實驗調理過之污泥，亦取樣做毛細管吸水時間測定，所得之值分佈在 13 至 20 之間，彼此之間差異雖然並不大，但粒徑 30mesh 以下，聚丁聚醣用量愈多，毛細管吸水時間愈小，即相對於脫水速率愈佳，呈現明顯之一致性。

四、 參考文獻

1. Selmer-Olsen, E., Ratnaweera, H. C., and Pehrson, R. (1996) A Novel treatment Process for Dairy Wastewater with Chitosan Produced from Shrimp-Shell Waste. *Wat. Sci. Tech.*, **34** (11), 33-40.
2. Ganjidoust, H, Tatsumi, K., Yamagishi, T., and Gholian, R. N. (1997) Effect of Synthetic and Natural Coagulant on Lignin Removal from Pulp and Paper Wastewater. *Wat. Sci. Tech.*, **35**(2-3), 291-296.
3. Yoshida, H, Fukuda, S., Okamoto, A., and Kataoka, T. (1991) Recovery of Direct Dye and Acid Dye by Adsorption on Chitosan Fiber – Equilibria. *Wat. Sci. Tech.*, **23**(9), 1667-1676.
4. Deans, J. R., and Dixon B. G. (1992) Uptake of Pb^{2+} and Cu^{2+} by Novel Bio-polymers. *Wat. Res.*, **26**(4), 469-472.
5. Guibal, E., Saucedo, I., Jansson-Charrier, M., Delanghe, B., and Cloirec, P. Le (1994) Uranium and Vanadium Sorption by Chitosan and Derivatives. *Wat. Sci. Tech.*, **30**(9), 183-190.
6. Sun, W. Q., Moas, M. S., and Wallace, K. K. Tyrosinase Reaction/Chitosan Adsorption for Removing Phenols from Wastewater. *Biotechnol. Progress.* **8**. 179-186. (1992)
7. Jaime Benitez, Abraham Rodriguez and Alejandro Suarez, "Optimization Technique for Sewage Sludge Conditioning with Polymer and Skeleton Builders", *Wat. Res.*, **28**(10), 2067-2073(1994)
8. Jonathan Zall, Noah Galil, and Menahem Rehbun, "Skeleton Builders for Conditioning Oily Sludge", *J. WPCF*, **59**(7), 699-706(1987).
9. 荊樹人, "對成功啤酒廠廢水處理後污泥脫水效率改進之探討", 國科會專題研究計畫成果報告, NSC-84-2211-E-041-002, 1995.
10. Tay Joo Hwa and S. Jeyaseelan, "Conditioning

of Oily Sludges with Municipal Solid Wastes Incinerator Fly Ash.", *Wat. Sci. Tech.*, **35**(8), 231-238(1997)

11. M. Smollen and A. Kafaar, "Investigation into Alternative Sludge Conditioning prior to Dewatering", *Wat. Sci. Tech.*, **36**(11), 115-119 (1997).
12. 李祈煌、劉志成, 1998, 雙重調理劑對污泥脫水行為之研究, 第十三屆類棄物處理技術研討會論文集, 第 55-61 頁
13. 李得元指導, "物理性調理劑的顆粒大小對污泥脫水效率影響之探討", 八十八年度大專學生參與專題研究計畫, NSC-88-2815-C-041-011-E.
14. Jing, S. R., Lin, Y. F., Lin, Y. M., Hsu, C. S., Huang, C. S. and Lee, D. Y. Evaluation of Effective Conditioners for Enhancing Sludge Dewatering and Subsequent Detachment from Filter Cloth. *J. of Environmental Science and Health Part A*, **A34**(7), 1517-1531(1999)
15. 李得元等, "水產廢棄物回收作為污泥調理劑之可行性探討", 國科會專題研究計畫成果報告, NSC-89-2211-E-041-002
16. Der-Yuan Lee, Ying-Feng Lin, and Shuh-Ren Jing, 2001. Effects of Agricultural Waste on the Sludge Conditioning, IWA Specialized Conference: Sludge Management Entering the 3rd Millennium- Industrial, Combined, Water and Waste-water Residues, March 2001. Taipei.
17. Der-Yuan Lee, Shuh-Ren Jing, and Ying-Feng Lin, 2001. Using the Seafood Waste as the Conditioners of the Sludge, IWA Specialized Conference: Sludge Management Entering the 3rd Millennium- Industrial, Combined, Water and Waste-water Residues, March 2001. Taipei

五、 計劃成果自評

研究計劃中所選擇水產廢棄物蠔殼之磨碎粉粒作為物理性調理劑，本可提升脫水效率、降低調理成本、強化污泥結構，並可提昇脫水後污泥之再利用性，但需視所配合之化學性調理劑而定；毛細管吸水時間雖可作為檢測污泥脫水效率的指標，但差異性在誤差範圍時，則難以分辨。

六、 誌 謝

感謝行政院國家科學委員會之經費補助 (計劃編號: NSC-89-2211-E-041-023), 使計劃工作得以順利完成, 特此致謝。