

# 增溫/調理劑對污泥脫水特性與效率之研究

## Heat/ Polymer Treatment on Sludge Dewatering Characteristics

計畫編號：NSC88-2218-E-002-033

執行期限：87年8月1日至88年7月31日

主持人：林正芳 執行機構：國立台灣大學環境工程學研究所

### 一、中文摘要

調理劑的種類 劑量與調理方式對污泥脫水特性有很大的影響。陽性調理劑對於三種污泥均有較好的調理效果，而非離子性與陰性調理劑對無機污泥的脫水性略有改善，但對有機污泥的脫水性則完全無益處。同時 CST 與 SRF 可為調理劑調理指標，但黏滯度(viscosity)卻無法為調理劑的指標參數。

增溫調理與雙重調理均能改善污泥脫水效率。增溫時間對污泥脫水特性沒有明顯的影響，主要影響為溫度因子，能提高污泥的脫水特性。陽性調理劑與增溫之雙重調理能大幅的改善污泥的脫水性，而非離子性與陰性調理劑之雙重調理雖能改善污泥的脫水性，但主要因子為增溫調理。除此之外，CST 與 SRF 無法作為生物污泥增溫調理與三種污泥雙重調理的指標參數，而增溫與添加調理劑均會改變污泥的黏滯度，低黏滯度有較佳之脫水性，所以黏滯度可作為增溫調理及雙重調理之指標參數。

關鍵詞：污泥脫水、增溫調理、黏滯度、毛係汲取時間、比組抗

### ABSTRACT

Sludges are concentrated residues generated from wastewater treatment

process. Sludges in origin are organic matters, biomass, and/or natural inorganic particles. Without further treatment and safe disposal, sludges will pose adverse effects on environmental quality. Therefore, sludge treatments including volume/mass/water reduction, organic stabilization, and disinfection are fairly important parts of the total waste abatement streams. In this study, the dewatering of model biosludges from food processing plant and coagulant sludges from two water treatment plants with meso-temperature conditioning was investigated.

In addition to raise sludge temperature to the range of 50 to 80 °C, three different conditioning polymers, cationic, anionic and neutral, were used in conjunction with the sludge-heating operations. Parameters adapted for evaluating the dewatering of sludges are capillary suction time (CST), specific resistance of filtration (SRF), sludge slurry viscosity, and solids content of the centrifugally dewatered sludges.

Among the three polymers, the cationic polymer exhibits the best improvement on sludge dewatering characteristics in terms of CST and SRF. There is a very close relationship between CST and SRF for the three kinds of sludges. As the sludge slurry is a non-Newtonian fluid, the sludge viscosity

presents a non-constant value. It is not justified to correlate sludge viscosity to CST or SRF. Therefore, sludge viscosity is not a suitable parameter for evaluating polymer efficiency.

The dewatering of sludge can be significantly improved by the combined effect of increasing sludge temperature and using cationic polymer as conditioner. The heating period is not a critical factor on sludge dewatering process. The viscosity of sludge slurry was modified on applying conditioning polymer as well as raising sludge temperature. Decreasing sludge viscosity will enhance sludge solid/water separation efficiency on centrifugation.

## 二、計畫緣由與目的

Hashimoto and Hiraoka (1990)與 Knocke *et al.* (1993)提出增溫會降低污泥的黏滯度，對於污泥的脫水有明顯的幫助。污泥溫度的改變會影響介質的性質、壓力、黏滯度與污泥的密度，較小的黏滯度會有較佳的脫水性，而增加污泥密度，也會提昇污泥的脫水性。

Derjaguin and Churaev (1981)利用「blow off」方法來量測表面水(vicinal water)的黏滯度，發現表面水的黏滯度大於自由水。而當溫度升高到 70 時，污泥顆粒的表面水(vicinal water layer)因為黏滯性的減小，而使得此層被破壞，有助於脫水性。Vesilind (1994)表示活性污泥中的生物細胞，能藉由熱調理將細胞破壞釋放出 85%的間隙水。熱能的提供會打破污泥的結構，導致結合水(bound water)的釋放。

Mustranta and Viikari (1993)利用  $H_2O_2$  與增溫來調理活性污泥，幫助污泥脫水，發現不加  $H_2O_2$  溫度為 70 時，比阻抗值為  $375 \times 10^{12}$  m/kg；當溫度上升至 90 時，比阻抗值為  $190 \times 10^{12}$

m/kg，因此明顯的增溫對污泥的脫水性有幫助。若同時添加  $H_2O_2$  與增溫污泥為 70 時，比阻抗值為  $125 \times 10^{12}$  m/kg；當溫度上升至 90 時，比阻抗值為  $19 \times 10^{12}$  m/kg，由此可知雙重調理能大幅的改善污泥的脫水性，同時能減少調理劑的使用量，又可有效的利用廢熱。但 Sarikaya and Salah (1993)利用調理劑與增溫(10~70 )來調理污泥，以 CST 與 SRF 來量測污泥的脫水性，發現增溫調理對污泥脫水效率沒有提升。

Hashimoto and Hiraoka (1990)量測污泥濃度 4%時之黏滯度，與污泥經離心機脫水後的污泥餅含水率，做一比較關係。提出黏滯度與污泥餅的含水率有很大的相關性( $R = 0.9$ )，也就表示黏滯度與污泥的脫水性有關。當污泥餅的含水率大時，表示污泥的脫水性差，此時污泥的黏滯度值很大，不易脫水。反之，當污泥餅的含水率小時，表示污泥的脫水性好，此時黏滯度值較小，易脫水。因此黏滯度可做為污泥脫水特性的指標。

## 三、研究方法與內容

本研究的主要設計目的為：希望利用增溫處理污泥與調理劑調理污泥，來瞭解污泥脫水效率的改善狀況。選擇三種污泥來源；兩種為淨水廠無機污泥，分別為 A 淨水廠與 B 淨水廠，另一種為食品廠的有機污泥，為 C 食品廠。無機生污泥的固體含量調理約 3%；有機污泥較難成沉降，固體濃度調為約 2%。

調理方式有兩種：增溫調理與調理劑調理。增溫調理的溫度範圍由 20 到 80 ，且以 10 之差距做變動間距。以批次實驗之方式，加入時間因子的影響，來探討增溫對污泥脫水的影響。調理劑的種類有三種，分別為陽性高分子調理劑(PC-325C)、非離子性高分子調理

劑(PN-103S)與陰離子高分子調理劑(PA-210)。決定 A、B 與 C 三種污泥所適合之調理劑的種類、劑量與調理條件。

所量測的項目包括毛細汲取時間(CST)、比阻抗(SRF)、黏滯度(viscosity)與離心脫水後的污泥餅固體含量。CST 的量測藉由 Triton(type 304B)所出產的 CST 儀。比阻抗的量測藉由布式漏斗與真空抽氣裝置。黏滯度由 brookfield model DV- 黏度計、恆溫裝置且連接電腦量測。離心脫水機採用批次實驗，量測經離心脫水後污泥餅的固體含量，用來評估 CST、SRF 與黏滯度指標參數的適用性。三種污泥在不同調理情況下，未經調理、經調理劑調理、增溫調理與增溫/調理劑雙重調理下，量測 CST、SRF、黏滯度與污泥餅固體濃度之間的相對關係。再利用統計學中之變異數分析(analysis of variance, ANOVA)，驗證脫水特性的關鍵因素。

#### 四、結果與討論

對 A 淨水廠 B 淨水廠與 C 食品廠三種污泥而言，陽性高分子調理劑(PC-325C)較非離子性高分子調理劑(PN-103S)及陰性高分子調理劑(PA-210)有較佳之調理效果。陽性調理劑對無機污泥的脫水性有較大的改變量為 73%，對有機污泥脫水性的改變量僅為 30%，所以利用 PC-325C 來調理無機污泥，對污泥的脫水性有較大的改善。而非離子性調理劑與陰性調理劑對無機污泥脫水特性的影響相似，改變量為 56%~68%；但對生物污泥則完全無法提昇脫水特性。

利用增溫來調理 A、B 與 C 處理廠污泥，其調理時間不影響污泥脫水效果，但溫度因子會影響污泥的脫水性。有機與無機污泥增溫調理後污泥餅固體含量之改變量均為 30%左右，固體含量

隨著調理溫度(20 ~80 )的升高而增加，顯示增溫調理確實能改善污泥脫水特性，且污泥的種類似乎不會影響增溫調理結果。同時比較三種污泥增溫調理與陽性調理劑調理之污泥脫水效率，增溫調理之污泥脫水效率改善的程度較調理劑調理少。

陽性調理劑與增溫調理之雙重調理下，A、B 淨水廠與 C 食品廠污泥脫水效率改變量分別為 170%、72% 與 199%，脫水性大幅提高。而非離子性、陰性調理劑調理與增溫調理之雙重調理對三種污泥亦會改善污泥的脫水性，但影響較小，改變量為 19~50%。有機污泥與無機污泥對於雙重調理的效果並無很大的區別，對三種污泥陽性調理劑與增溫調理之雙重調理為最佳調理。

有機與無機污泥經陽性與非離子性調理劑調理後，其脫水特性指標 CST 與 SRF 之相關性均約為 0.9，表示有好的相關性；陰性調理劑對生物污泥其 CST 與 SRF 也有好的相關性  $R=0.85$ ，但無機污泥之 CST 與 SRF 沒有明顯的相關性，但與劑量有相關性，能確實的指示較適添加劑量。因此污泥脫水特性指標 CST 與 SRF，大致能反應出調理劑的調理對污泥脫水特性的改變，可作為調理劑調理的指標參數。而黏滯度(Viscosity)會隨著調理劑量的增加而變大，無法反映出較適調理劑添加量，因此黏度值不適用於調理劑調理的指標參數。

增溫調理時，無機污泥之脫水指標 CST 與 SRF 的相關性約為 0.87~0.97，而有機污泥之相關性僅為 0.56。無機污泥之 CST、SRF 與污泥餅固體含量的相關性很好， $R$  為 0.85~0.96，但有機污泥之 CST、SRF 與污泥餅固體含量的相關性很差，為-0.86~0.55。因此 CST 與 SRF 只能作為無機污泥的脫水特性指標參數，有機污泥無法使用 CST 與 SRF 指

標參數。但溫度的改變與調理劑的添加均會影響污泥的黏滯度，低黏滯度具有較佳之脫水性。而增溫調理時三種污泥的黏滯度與污泥餅固體含量相關性很好約為 0.9，因此可利用黏滯度當脫水指標參數，能確切的表示出污泥脫水性的改變。

無機污泥雙重調理之 CST 與 SRF 相關性很好，而有機污泥 CST 與 SRF 沒有明顯的相關性。而 CST、SRF 與污泥餅固體含量的相關性為-0.9~-0.77，反應出 CST 與 SRF 無法作為雙重調理之污泥脫水特性的指標參數。但三種污泥的黏滯度與污泥餅固體含量相關性很好為 0.8~0.91，因此可利用黏滯度當脫水指標參數

## 五、計劃結果自評

利用增溫調理確實能增加污泥的脫水效率，但增溫調理的結果無法以 CST 與 SRF 表現出，但可以黏滯度來作為增溫調理的新指標參數，可由黏滯度值得變化得知增溫調理對污泥脫水性的改善狀況。

而許多文獻中以流變值做為污泥性質的探討指標參數，即流變值與污泥脫水性具有相關性。添加調理劑與增溫污泥會影響污泥的流變值，因此建議以流變作為污泥脫水指標參數，找出較適調理狀態為一重要的後續研究。

## 六、參考文獻

1. Derjaguin, B. V., and Churaev, N. V., "Structure of the Boundary Layers of Liquids and Its Influence on the Mass Transfer in Fine Pores", *Progress in Surface and Membrane Science*, **14**, Academic Press, , 69-74 (1981).
2. Hashimoto, M., and Hiraoka, M., "Characteristics of Sewage Sludge

- Affecting Dewatering by Belt Press Filter", *Water Science and Technology*, **22**, 12, 143-152 (1990).
3. Knocke, W. R., Dishman, C. M. and Miller, G. F., "Measurement of Chemical Sludge Floc Density and Implications Related to Sludge Dewatering", *Water Environment Research*, **65**, 6, 735-743 (1993).
4. Mustranta, A., and Viikari, L., "Dewatering of Activated Sludge by an Oxidative Treatment", *Water Science and Technology*, **28**, 1, 213-221 (1993).
5. Sarikaya, H. Z., and Salah, A. M., "Improvement of Dewatering Characteristics of Aerobically Digested Sludges", *Water Science and Technology*, **28**, 1, 47-51 (1993).
6. Vesilind, P. A., "Role of Water in Sludge Dewatering", *Water Environment Research*, **66**, 1, 4-11 (1994).