嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

逆洗操作對微過濾單元處理膠體顆粒之影響

計畫類別：■個別型計畫　　□整合型計畫

計畫編號：CNEV-91-01

執行期間：91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日

計畫主持人：張錦松

共同主持人：

計畫參與人員：

執行單位：環境工程衛生系

中華民國　92　年　2　月　27　日

嘉南藥理科技大學教師專題研究計畫成果報告

逆洗操作對微過濾單元處理膠體顆粒之影響

Effect of Backflushing Operation on Membrane Microfiltration for Colloid Particle Treatment

計畫編號：CNEU-91-01
執行期限：91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日
主持人：張錦松　嘉南藥理學院環境工程衛生系 教授

一、中文摘要(關鍵詞：掃流微過濾、顆粒粒徑、逆洗、薄膜過濾**)**

本研究以掃流微過濾法逆洗程序作為對膠體顆粒的去除，探討在不同的顆粒粒徑及其分佈在過濾及逆洗程序下對過濾液量、平均濾速及濁度去除率的影響並找出最佳的操作條件。研究結果發現濃度為 20mg/L 之單一粒徑的模擬膠體懸浮液(Latex)顆粒粒徑愈大，其過濾液量及濾速亦愈大；當懸浮液以雙粒徑混合，總濃度為 20mg/L，濃度比 1:1 時，以平均顆粒粒徑愈大者，其過濾液量愈大且濁度去除率也較高；對於懸浮液只存在單一粒徑 0.094μm 顆粒者，其過濾液量明顯偏低，如欲提昇其過濾液量，可加入 0.6μm 以上之粒徑，混合後過濾可明顯提昇濾液量 2 倍以上；在上述相同操作條件下，以逆洗方式過濾，其過濾時間 5min、逆洗時間 2sec 所得到的結果發現，平均顆粒粒徑大於薄膜孔徑者，其過濾液量比起無逆洗者有明顯相對之增加；但懸浮液含有 0.094μm 顆粒之混合液者，有些組合之過濾液量並沒有明顯相對之增加。在濁度去除方面，不論是否有逆洗程序，混合液中不含 0.094μm 顆粒且平均粒徑大於 0.45μm 者，其濁度去除率高達 98%以上，若混合液中含有 0.094μm 顆粒，則吾人發現其濁度去除率隨平均顆粒粒徑之增大而減小。在濃度比 1:1:1，總濃度不變之三粒徑實驗結果方面，以平均顆粒粒徑愈大者，其過濾液量愈大且濁度去除率也較高。由於小於薄膜孔徑之粒徑比例減少，所以逆洗時薄膜通道內部阻塞之機率降低，故所有顆粒的組合其過濾液量皆是有逆洗者優於無逆洗者。此結果與雙粒徑混合液比較發現，若減少小於薄膜孔徑之粒徑比例，將對薄膜過濾之逆洗程序有所助益。

二、英文摘要：(Keywords: Particle size, Membrane pore size, Permeate flux, Microfiltration, Backflushing)

In this study, we explore effect of particle size and its distribution on the filtration flow rate and particle removal efficiency of CFMF process with back washing. In addition, plugging and scaling of membrane was also investigated and tackled to increase the filtrate flow rate and feasibility.

三、研究方法

掃流微過濾法（Cross Flow Micro Filtration , CFMF），因其進水流流向平

行於薄膜，即垂直於過濾液流動方向而稱之，其因平行流在薄膜面上產生剪力及亂流，而限制了薄膜上沉積層的厚度，可改善傳統之過濾方法(水流方向垂直濾料)，因薄膜孔口的阻塞而降低過濾液流通量的情況，進而減少固體的沉降，增加過濾效率與提高薄膜壽命，並減少能量消耗。CFMF 可用來製造較純的液體及濃縮懸浮液，回收有價值的產品或原料。所以在某些 CFMF 的應用，可因回收水或其他高價值產品或原料，而節省可觀的成本【1】 。

影響 CFMF 的因素有壓力、沖刷流速、pH 值、離子強度、薄膜孔徑及水中顆粒的粒徑大小及其分佈等。其中顆粒的粒徑大小扮演相當重要的角色。當顆粒由水中傳輸至薄膜表面上時，其尺寸決定顆粒是否進入膜之孔隙造成內部阻塞（Internal Clogging）或在膜的表面上塞住孔口（Blocking）而降低過濾量【2】。過濾的阻力除薄膜本身外，尚有因顆粒沈降的沈積層及進入膜孔徑內所造成的阻力，而其大小深受沈積層內的孔隙率、顆粒之粒徑及薄膜孔徑的影響。

Michaels【3】及 Belfort 等人【4】指出，平均過濾液流率有逆洗者可高出未逆洗者甚多。Matsumoto【5】指出過濾液流率之大小受到總反洗水量之影響比逆洗的時間間隔或逆洗流率來得大。他又指出以水逆洗效果比用空氣來的好。Redgers 和 Sparless【6】則指出起始的進流濃度變化對流率的改變影響最大。他們也發現逆洗時，在某一最小逆洗壓力以上時，壓力之增加並不會促成流率的增加。

綜合文獻的研究裡，缺少顆粒粒徑及其分佈對逆洗的影響，尤其是水中含有小於薄膜孔徑之小顆粒存在時，易造成孔徑內部阻塞產生甚大過濾阻力之情形極待探討。

本研究藉由實驗來探討掃流微過逆洗對膠體顆粒的去除。實驗分成三部份：一、探討在不同逆洗時間對過濾液量、濾速及濁度去除率的影響。二、探討不同顆粒粒徑之混合對過濾液量及濾速的影響。三、探討不同薄膜孔徑對濾速的影響。

實驗設備

本研究的 CFMF 實驗設備。主要裝置為 Millipore 公司製造的平行流過濾器 (Minitan-S Microfiltration System) ，此裝置係以脈動幫浦配合閥門之開關提供所需之過濾壓差及流量。過濾裝置的渠道尺寸為 5.65cm(長)×0.7cm(寬)×0.1cm(高)。過濾薄膜採用 Millipore 製造的 Durapore Hydrophilic 薄膜，其材質為 PVDF，孔徑有二種不同大小，分別為 0.2μm 及 0.45μm。實驗所需之人工模擬試液以 10% latex solution 稀釋配製而成，其粒徑有 0.1、0.3、0.6、1.1、3.0μm。逆洗裝置係藉氮氣以過濾反方向，施一壓力於薄膜上，將孔徑內及孔徑上形成的阻塞洗出，過濾壓力控制為 10Psi，逆洗壓力控制在 0Psi、15Psi、20Psi、30Psi、40Psi 下；不同逆洗時間對過濾量、濾速及濁度去除的影響，其逆洗時間控制為 0sec、1sec、2sec、5sec。

四、結論與討論

4.1 單一粒徑對掃流微過濾之影響

研究結果發現濃度為 20mg/L 之不同粒徑(0.094μm、0.3μm、0.6μm、3.0μm)的模擬膠體在過濾時間 5min、逆洗 5sec、過濾壓力 20Psi 、薄膜孔徑 0.2μm 時，顆粒粒徑愈大，其過濾液量及濾速愈大，如圖 1 所示；在逆洗的程序下，

當顆粒粒徑大於薄膜孔徑時，薄膜孔徑愈大則濾速愈大；在薄膜孔徑 0.2μm、顆粒粒徑 0.094μm、逆洗 5sec，在不同逆洗壓力的操作條件下，以逆洗壓力為 30Psi 之濾液量最大，而濁度去除率則以 20Psi 最佳；在不同逆洗時間(0sec、1sec、2sec、5sec)的操作下，對薄膜孔徑為 0.45μm 而言，顆粒粒徑大於或等於 0.3μm，逆洗時間愈長，過濾液量愈大，且濁度的去除率皆高達 97%以上。

4.2 雙混合粒徑對掃流微過濾之影響

雙混合粒徑是以本研究使用之五種不同粒徑的模擬膠體任取兩種各以濃度比 1:1、總濃度為 20mg/L 之混合液，經由掃流過濾與逆洗裝置來探討不同粒徑分佈對過濾液量、濾速及濁度去除率之影響。研究結果發現，混合之顆粒平均粒徑愈大，則平均濾速愈大；原本易堵塞孔口致濾液量非常少之 0.094μm 顆粒，在加入 1.1μm 以上之顆粒後，其濾液量大增。而 0.3μm 之顆粒與比其還大之粒徑相互混合後，其平均濾速值相差無幾，並無隨粒徑之增大而增加，如圖 2 所示。在濁度去除率方面，不含 0.094μm 顆粒的組合粒徑實驗組之濁度去除率皆大於 99%，但顆粒含 0.094μm 粒徑者之濁度去除率隨著組合粒徑之增加而減少，其中以 0.094 與 3.0 之組合僅 55%之去除率為最少，如圖 3 所示。

4.3 參混合粒徑對掃流微過濾之影響

參混合粒徑是以本研究使用之五種不同粒徑的模擬膠體任取三種各以濃度比 1:1:1、總濃度為 20mg/L 之混合液，經由掃流過濾與逆洗程序來探討不同粒徑分佈對過濾液量、濾速及濁度去除率之影響。實驗結果發現，在過濾伴隨著逆洗情況下其平均濾速比無逆洗者增加約 22%，由此可推論沉積在薄膜上的濾餅及積垢可在逆洗步驟時予以掃除，故濾液之流量增加；另外混合之顆粒平均粒徑愈大，其平均濾速也有愈大之趨勢。在濁度去除率方面，所有的組合粒徑實驗組之濁度去除率皆約接近九成或九成以上，顯示多混合粒徑之濁度較易去除。

五、參考文獻：

1. Belfort., G., “Synthetic Membrane Processes-Fundamental and Water Applications “, Academic Press, Inc., 1984.
2. Vigneswaran,. S.and Ben Aim, R.., “Wastewater , and Sludge Filtration “, CRC Press Inc., 1989.
3. Michaels , A.S., “Fifteen Years of Ultrafiltration : Problems and Fu-ture Promises of an Adolescent Technology ,”Polymer Sci . Tech., A.R.Cooper, ed., Plenum Press, New York(1980)
4. Belfort, G. T. T. F. Baltutis, and W. F. Blatt, “Automated Hollow Fiber Ultrafiltration : Pyrogen Removal and Phage Recovery from Water ” Poly. Sci. Tech., 13, 439, 1980.
5. Matsumoto , K. M. Kawahara, and H.Ohya, “Cross-Flow Filtration of Yeast by Microporous Ceramic Membrane with Backflushing, ”J. Fement. Technol., 66(2), 199, 1988.
6. Rodgers, V.G.J., and R.E. Sparks, “Effects of Solution Properties on Polarization Redevelopment and Flux in Pressure Pulsed Ultra-filtration” J.

Memb. Sci., 78, 163, 1993.

六、圖表：

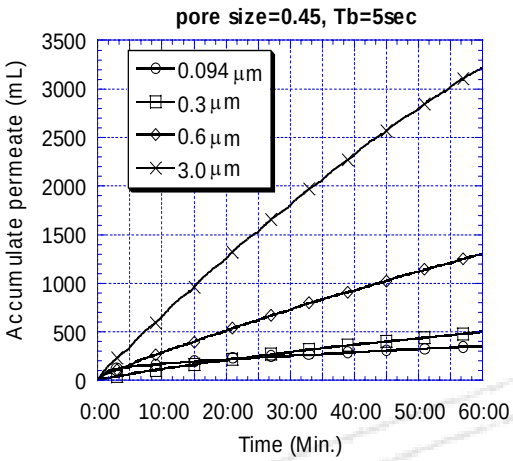

圖 1. 逆洗 5 秒時不同顆粒粒徑之累積流量圖

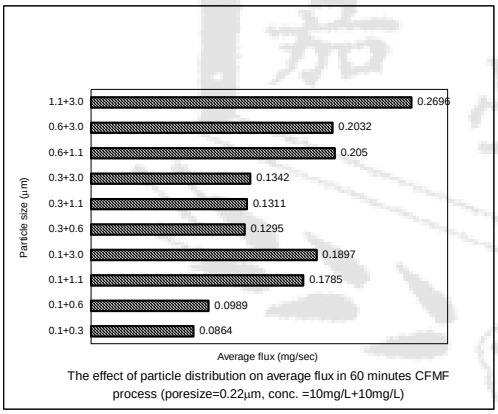

圖 2. 雙混合粒徑之平均流率圖

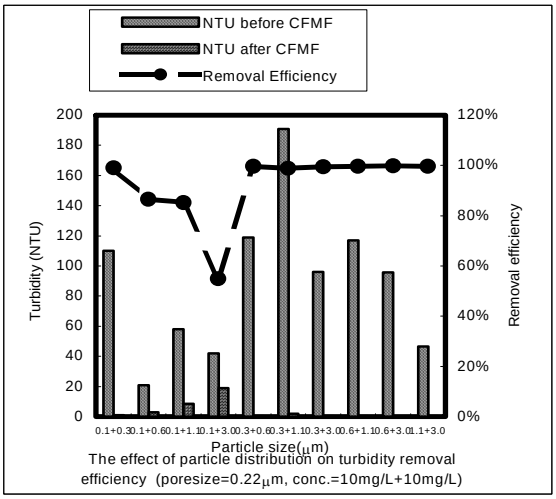

圖 3. 雙混合粒徑之濁度去除率圖