

以無閥式自動逆洗控制循環水養殖系統中生物濾床除氨能力之水力設計及試驗

Hydraulic design and test of the valveless automatic backwashing
to control biofilter ammonia remove ability in recycling aquacultural system.

計畫編號：NSC 89-2313-B-002-240

執行期限：89年8月1日至90年7月30日

主持人：侯文祥

執行機構及單位名稱：台灣大學生物環境系統工程學系

一、中文摘要

因應循環養殖用水有效再利用目標，針對養殖水中生成殘留的固態及液態氮有機物有效處理予以去除，以避免持續累積於循環水系統內，造成系統負荷增加，設備處理效率降低的狀況。本研究完成以過濾水力及逆洗水力學理論為基礎的自動逆洗生物濾床設計概念，可減低人為管理方式易造成系統內因逆洗期距不易把握而影響水質穩定的困擾。在保持去除效率於65~80% 氮氮物質穩定狀態時，可避免因濾床內生物膜自然剝落產生去除效率急遽變化現象產生，確定以水頭損失速度變化可作為評估用參數。本研究同時比較固型物與固液態氮氮物質的濾除效率，以鰻池的中小粒徑物性及固態氮氮為主的物質型態為例，三種濾材均有其適用性，其試驗設計及資料分析方法可被應用於不同淡海水、不同生物種類養殖條件需求做操作調整設計用。

關鍵詞：過濾水力學、逆洗水力學、生物濾床、循環水養殖、除氨效率、固型物去除、循環水養殖

Abstract

For the view points of the recycled water cultural system and the mass balance managements in water environment ,this study made a valveless automatic backwashing hydraulic design to remove a part of sludge for keeping a steadily ammonia and nitrogen removal efficiency to 65-80% on the biofilter. To use the filtration hydraulic theory and the backwashing theory, montoring a head loss flux and cave ratio

flux on the bed filter, the backwashing cycle time series and a steadily removal efficiency could be controlled. During the filter run the accumulated floc on the filter bed slowly builds a back pressure, which cause the backwash pipe to rise. Through water quality analysis including suspended solid concentration & size distribution counting and particle/solution organic nitride concentration test and the hydraulic tests, we decided the filtration rate and period , combination and thickness of filter media, period of backwash and flow rates. Those results can applied to develop any fish culture system in water recycling reuse.

Keywords: filtration hydraulic , backwashing hydraulic, biofilter , ammonia removal , Partical removal ,recycled water culture.

二、緣由與目的

因應循環養殖用水有效再利用目標，針對水體中物質平衡管理技術的開發極為重要。在養殖水中生成殘留的固態及液態氮有機物必須有效處理予以去除，以避免持續累積於循環水系統內，造成系統負荷增加，設備處理效率降低的狀況。至今普遍以浸漬式或滴濾式生物濾床法處理上述有機物，由於濾床內濾材表面生物膜厚度逐漸增厚，當膜厚無法附著於濾材時即大量剝落，使得濾材表面生命力活躍的微生物菌一並被剝離；且濾材孔隙也因固態有機物堆積，使得處理水的流通速度減小。曾、吳（1999）指出在生物膜剝落後需經 24 至 28 日才能達最大穩定去除率，且測得除氨效率週期為 40 日。為避免以上

變化影響處理效率及系統的穩定，本研究以過濾水力學及逆洗水力學的水頭損失原理監測濾床中濾材表面消化菌累積厚度變化造成孔隙比減少，而形成水頭損失增加，當達到某一設定臨界水頭壓力時，可自動利用虹吸水力原理進行逆洗濾材，以清除部分的消化菌及孔隙殘留的固態有機物。為確定此系統的工程設計及操作管理流程設計，有賴濾材的選擇及其物理特性、好氧式處理用氣泡柱設備設計、待處理水中污濁物質濃度及入流速度、水力停留時間、氣泡粒徑及入水入氣流量比等資料的明確化。此設計對循環水系統中水值的穩定將能提供正面助益，且低造價設備的設計概念將可應用於不同淡海水集約養殖生物種類的水質條件需求做操作調整設計。

三、材料與方法

以基隆水試所的室內超集約循環水養鰻系統的生物濾床現場作為對照設計計測對象，設計製作三組無閘式自動逆洗重力過濾設備，包括密閉浸漬式生物濾床、多孔性塑膠材質濾材、繩式濾材、矽砂無煙煤組合濾材、原水槽及整流槽、逆洗水槽等，計測濾材物性。對濾床用氣泡柱體內配置七層水頭計測，以計算水力損失速度；對處理前後水及逆洗出水進行水質計測，包括固型物濃度、粒度分布、固液態氮及硝酸氮濃度、溶氧等，以計算比較不同濾材及操作因子對設備效率能力及其時間變化的影響。

原水固型物濃度變化保持在 10~150mg/l，濾材物性分別為約 150 及 250m²/m³兩種，矽砂 1.2~2.4 mm 粒徑，初始孔隙比於 0.35~0.43 間，濾材厚度 70~85 cm 間，濾筒內徑 10 cm、長 140 cm，底部通可變量的空氣，氣泡粒徑 120μm，入氣入流比控制在 5~20 測試。濾床用氣泡柱體內每隔 20 cm 共配置七層透明ϕ5 mm 水管進行水頭計測。

四、結果與討論

待處理水中固型物濃度約 10~150 mg/l、粒度分布最頻徑及中位徑分別約 68 及 124μm，氮濃度約 0.5~5mg/l。以矽砂

濾材，孔隙率 0.43，濾率 301

m³/m²/day，過濾速度 10 m/day 時，可得最佳固型物最佳處理效率約 >84~94%，氮氮去除效率則約 60~76%，但仍呈現不穩定現象。經 24~28 小時過濾期距後即進行逆洗約 3 分鐘時間

可清洗出達 768 及 6.7 mg/l 的固型物與氮氮物質濃度。建議若以同時去除固型物與氮氮兩種物質做設計考慮時，濾率 290~365 m³/m²/day 可被採用，2.87

m³逆洗水可處理 1 m²過濾器表面的污物。而以多孔性塑膠材質濾材及繩式濾材作為主要處理氮氮物質用，其濾材物性分別為約 150 及 250m²/m³兩種作測試結果並無明顯差異，但在水頭損失速度方面，多孔性濾材明顯較繩式濾材快約 43%，亦即前者須保持較短的過濾期距，逆洗頻率較後者高。但此二者的過濾期距均比矽砂濾材長約 2 至 3 倍，氮氮去除效率則約 >72~89%，且較矽砂濾材者穩定，但對固型物處理效率卻僅 <70%，不及矽砂濾材高。至於不同濾材單位體積的表面積之濾除效率比較，主要受濾率設計所影響，當濾材物性比值提高為 1.67 倍時，濾率提高為約 2 倍仍可維持近似濾除效率，但因孔隙比降低約 65% 使得水頭損失速度加速，過濾期距減少 47%，逆洗間距縮短。

五、計畫成果自評

完成以過濾水力及逆洗水力學理論為基礎的自動逆洗生物濾床設計概念，可降低人為管理方式易造成系統內因逆洗期距不易把握而影響水質穩定的困擾。在保持去除效率於 65~80% 氮氮物質穩定狀態時，可避免因濾床內生物膜自然剝落產生去除效率急遽變化現象產生，確定以水頭損失速度變化可作為評估用參數。本研究同時比較固型物與固液態氮氮物質的濾除效率，以鰻池的中小粒徑物性及固態氮氮為主的物質型態為例，三種濾材均有其適用性，其試驗設計及資料分析方法可被應用於不同淡海水、不同生物種類養殖條件需求做操作調整設計用。

六、參考文獻

1. 高松子秋, 1986, 新形式過濾式養殖一

- Styrol 濾材，中國水產：40-42.
2. 侯文祥，1997，鰻池中固型物運動實態解析—(1)(2)，台灣水產學會刊，23(3)：223-243；24(1)：33-47.
 3. 侯文祥，1998，應用氣泡柱於循環水養鰻系統中去除顆粒之效率評估，台灣水產學會刊，25(2)：117-127.
 4. 侯文祥，1999，鰻池四種去除固型物設備效率評估及設計，中國水產，555：45-58.
 5. J. L. Cleasby, 1979, Velocity gradients in granular filter backwashing, Water Technology/Quality, J. AWWA., pp:732-737.
 6. S. Kawamura, 1975, Design and operation of high-rate filters, Research, J. AWWA., pp:535-544.
 7. W. D. Bellamy, 1985, Slow sand filtration: Influences of selected process variables, Research and Technology, J. AWWA. pp:62-66.