

# 應用回收污泥載體作為生物處理載體之探討

蘇汶芳<sup>1</sup>、鍾承佑<sup>2</sup>、張鎮南<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東海大學環境科學與工程研究所碩士班研究生

<sup>2</sup> 東海大學環境科學與工程研究所碩士班研究生

<sup>3</sup> 東海大學環境科學與工程研究所教授

## 摘要

國內廢水處理採取活性污泥廢水處理法已盛行多年，通常以活性污泥法處理廢水的過程將產生過量廢棄活性污泥，隨著漸增的廢水量，廢棄污泥餅也隨之增加，進而引發後續處理問題，處理產出之活性污泥費用昂貴。因此，對於如何處置因為活性污泥法過程而產生的大量污泥，是目前必須投以關注的問題。其中也包含著廢水處理廠成本與環境二次公害等問題。然而，在資源永續利用理念的推行下，採用傳統掩埋方式處理廢棄物已變得愈來愈不合時宜。廢棄活性污泥餅如何朝向資源、減量、安定及無害化的目標，已是未來污水下水道推廣衍生的新課題。

本研究係應用回收污泥載體作為循序批分式生物膜反應槽(sequencing biofilm batch reactor, SBBR)內之生物處理載體用，其回收污泥載體(rebuilt WAS pellets)係以國內都市污水處理廠廢棄污泥餅為資源回收對象所製作而成。文中除探討回收污泥載體在 SBBR 中去除污水氨氮之應用效能外並對照比較以市售載體(commercial pellets)處理之效果。

**關鍵詞：**廢棄活性污泥(WAS)、再利用、載體

## 一、前言

活性污泥系統是目前最普遍及有效的生物廢水處理系統之一。但是，這樣的生物處理過程中，將會產生大量的廢棄活性污泥。現今的污泥處置方式主要包括有：陸地掩埋、農地、綠地利用等處理方式。而目前仍然是以掩埋為主要的處置方法。對於現今在資源永續利用的理念的推廣下，以及台灣地狹人稠的環境下，廢棄污泥的減量及回收再利用是很重要的課題(陳氏，2004)。

對於大量的廢棄活性污泥，目前已有論文研究如何將廢棄的活性污泥回收再利用，如製程地磚或活性污泥過程中的載體等(Huang *et al.*, 2001; Kim *et al.*, 2003)，和在(Balasubramanian *et al.*, 2006)中有說明以紡織工業廢水處理產生之污

泥回收再利用之情形。

廢棄的活性污泥除了製作成載體外，還可回收再利用製成曝氣石。水中的溶氧量對於生物處理進行硝化作用是重要的，因其硝化作用的過程是屬於好氧的階段(Bent *et al.*, 1996)。氮、磷的去除是依靠好氧硝化厭氧脫硝及釋磷攝磷的過程來完成(Akin and Ugurlu, 2005)。

對一個多空隙試體而言，其孔隙率的變量，是影響這個多孔隙試體對氧氣的承載率的重要變因。而其試體的強度、硬度也會因孔隙率的不同而有異(Garcia-Labiano *et al.*, 2005)。生物濾床中的多孔隙載體在生物膜附著固定後，其在廢水處理中所扮演的角色為能同時硝化及脫硝，在氮去除方面為其重要的作用(Jun *et al.*, 2003)。

燒結作用是指分子在大量的粉中把粒子固態，根據熱反應，讓原子間的相互吸引，產生粉末之間的致密化與融熔(Upadhyaya, 2001)。而影響燒結的因子有：化學之組成、粒徑分布、成形壓力、溫度及燒結時間(楊氏, 2001)。

而在活性污泥系統中加入適量的載體可幫助循序批次反應槽(sequencing batch reactor, SBR)中污泥的處理效果(Sirianuntapiboon *et al.*, 2005)。SBR 系統利用硝化及脫硝的程序來減少生活或工業廢水中氮化合物，但是此系統的缺點就是在處理氮化合物的過程中所產生的大量污泥(Sirianuntapiboon and Tondee, 2000; Keller *et al.*, 1997)。而加入載體的 SBR 系統，能利用附著生長在載體上的生物膜來同時進行內部厭氧、外部好氧的同時硝化脫硝的 SND 反應(Jun *et al.*, 2003)，進而因此增加污泥的去除效率，減少生活污水的產量，而其有載體附著的生物膜有較強適應環境變化的能力。

循序批分式生物膜反應槽(sequencing biofilm batch reactor, SBBR)即為 SBR 反應槽中增加生物載體使其產生出物膜，並利用其生物膜管理控制生物槽內之生物量和增進營養鹽去除效能(Li *et al.*, 2003)。本研究目的為應用回收污泥載體作為循序批分式生物膜反應槽(sequencing biofilm batch reactor, SBBR)內之生物處理載體，除探討回收污泥載體在 SBBR 中去除污水氮氮之應用效能並將其對照市售載體處理效果之比較。

## 二、材料方法

回收污泥製作成多孔隙載體之原料以內湖污水處理廠廢棄活性污泥為主，其載體製作回收廢棄活性污泥為主原料，回收比例近達 50%，主原料污泥為內湖污水處理廠廢棄活性污泥樣品之基本特性如表 1，將乾燥過後的內湖污水處理廠廢棄活性污泥之部分樣品做毒性溶出試驗(Toxicity Characteristics Leaching Procedure, TCLP)之結果為表 2，其 TCLP 之試驗結果其數值皆低於環檢索公告之法定標準內，可安心的運用在生物處理反應槽。

如圖 1 所示，為本實驗用之循序批分式生物膜反應槽(sequencing biofilm batch reactor, SBBR)，其反應槽工作體積為 35L，每一批分次為 8 小時，分為前 1 小時缺氧段，6 小時曝氣，沉降與放流各 30 分鐘。水力停留時間為 16 小時。進流廢水為人工合成基質，其 BOD : N : P = 100.0 : 14.0 : 2.3。進流之 SCOD 為 441±36.4 mg/L，NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 為 61±4.3 mg/L。

表 1、內湖污水處理廠廢棄活性污泥樣品之基本特性試驗

Basic characteristic		Sludge
Moisture content	%	85.24±0.2
Loss on ignition	%	9.42±0.1
Ash content	%	5.34±0.05
pH		5.40±0.02

表 2、內湖污水處理廠廢棄活性污泥樣品毒性溶出試驗結果

Element	Concentration of sludge (mg/L)	Regulation of TCLP from HM (mg/L)
Cu	0.37	15
Pb	0.03	5
Cr	0.1	5
Cd	ND	1

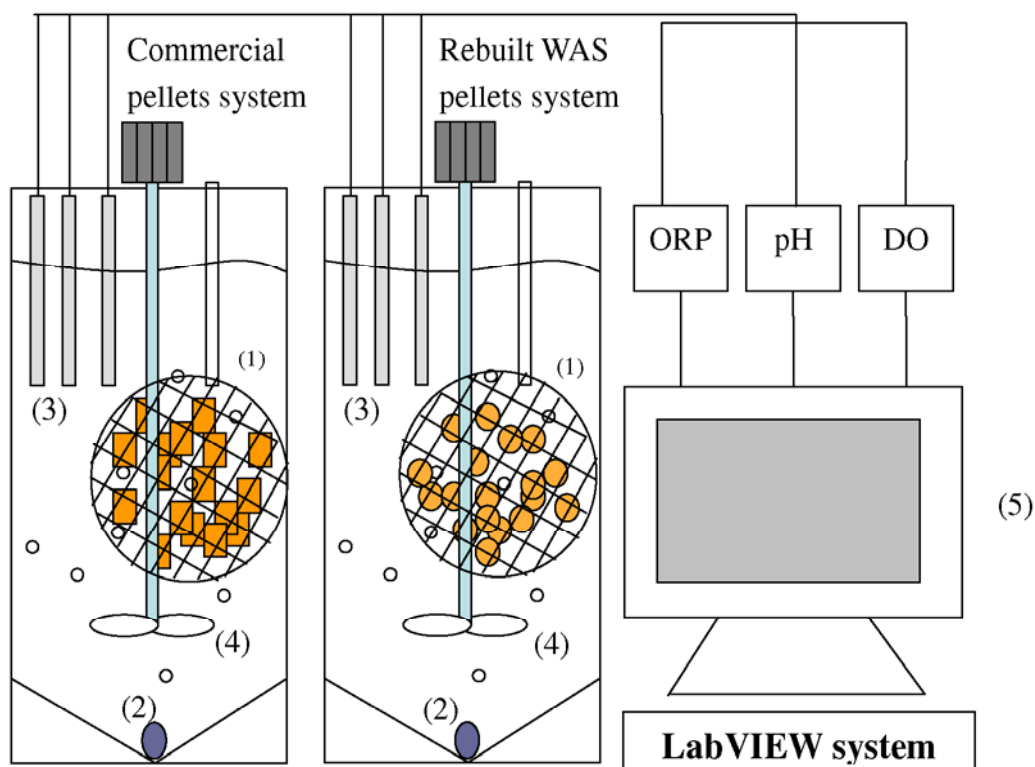


圖 1、實驗用反應槽概圖 (1) baked WAS pellets, (2) diffuser, (3) pH, ORP and DO sensors, (4) mixer, (5) computer and data acquisition system (LabVIEW)

### 三、分析方法

在每一個批次中，每 15 分鐘採樣一次，分析水中  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ , COD, alkalinity, MLSS 和 MLVSS (mixed liquor volatile suspended solid)，在進行分析之前，先對樣品進行一分鐘 3,500 rpm 的離心及使用孔徑為  $0.45\mu\text{m}$  的玻璃纖維濾紙進行過濾，接下來保存在  $4^\circ\text{C}$  下，在 7 天內完成分析。此外，為了觀察系統是否穩定，每次出流都會進行分析。所有的分析方法都按照標準方法進行 (APHA, 1998)。

通常燒結後的成品，必須去做毒性溶出試驗 (Toxicity Characteristics Leaching Procedure, TCLP) 之測試 (Wang *et al.*, 1998)，確定其不會造成環境中的二次危害後，才可實際應用。多孔隙載體做重金屬濃度選擇的溶出試驗，將製作完成之多孔隙載體打碎，以環檢索公告之標準方法步驟做 TCLP 試驗，在將配置好的溶出液打入 Flame-AA 量測溶出液中 Cr、Pb、Cu、Cd，各重金屬之濃度。

### 四、結果與討論

下圖 2 為本實驗室應用之回收污泥載體 (rebuilt WAS pellets) 之圖像，圖 3 為市售載體 (commercial pellets) 之圖像。

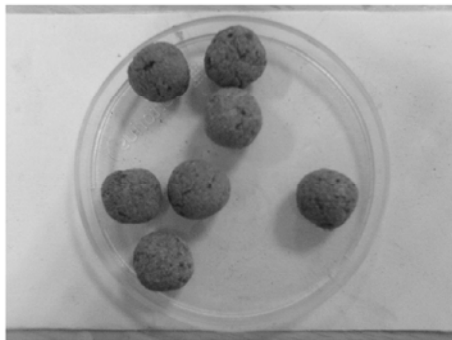


圖 2 Rebuilt WAS pellets 之圖像。

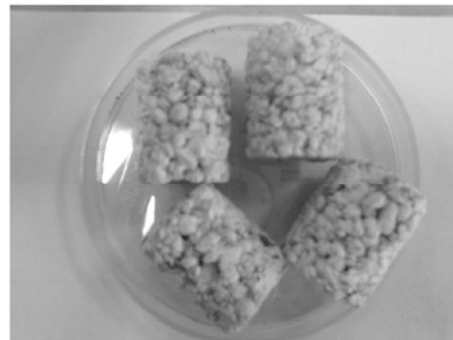


圖 3 Commercial pellets 之圖像。

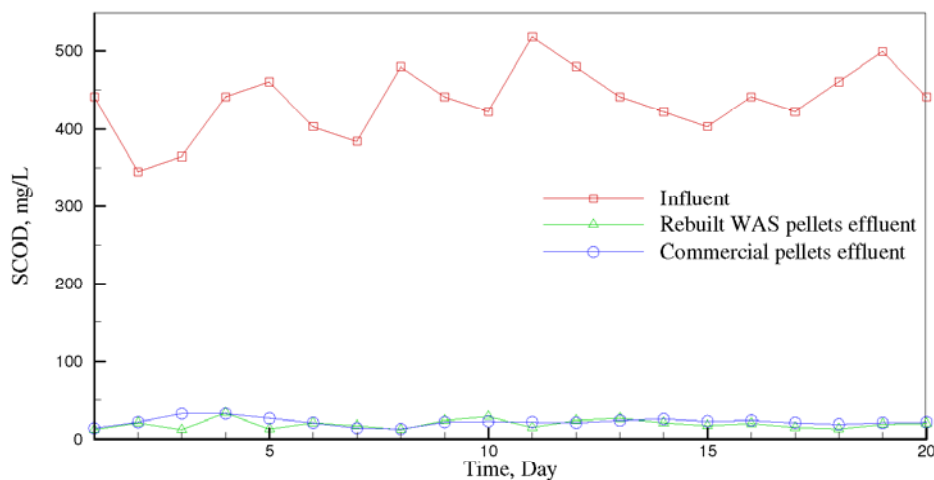


圖 4 為 SCOD 每日連續監測放流水變化。

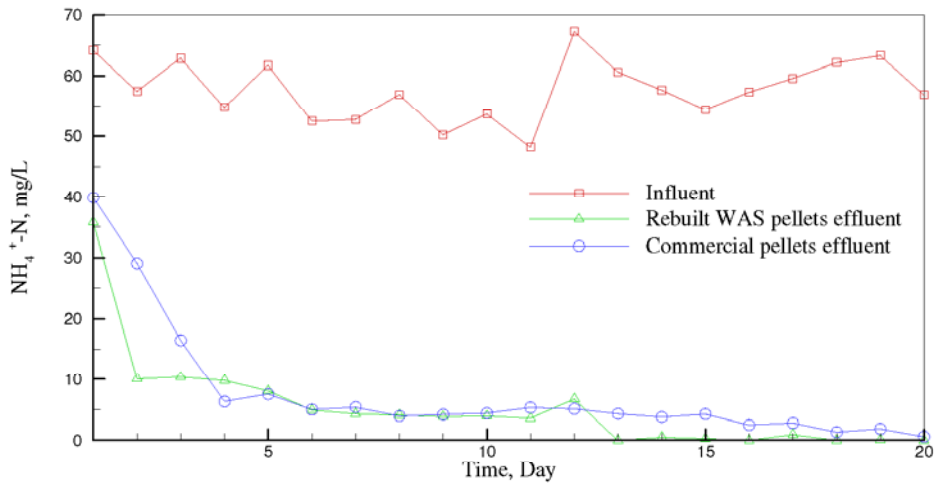


圖 5 為 NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N 每日連續監測放流水變化。

循序批分式生物膜反應槽(sequencing biofilm batch reactor, SBBR)，每日連續監測結果如圖 4、圖 5。圖 4 為 SCOD 每日連續監測，其結果添加兩種載體之 SBBR 系統並無顯著的差異，回收污泥載體在 SCOD 處理效果方面與市售載體大致相同，皆可達到很好的去除效果，合乎放流水標準。而在圖 5 氨氮每日連續監測上，回收污泥載體適應進流廢水的能力較市售為佳，快大約兩天。

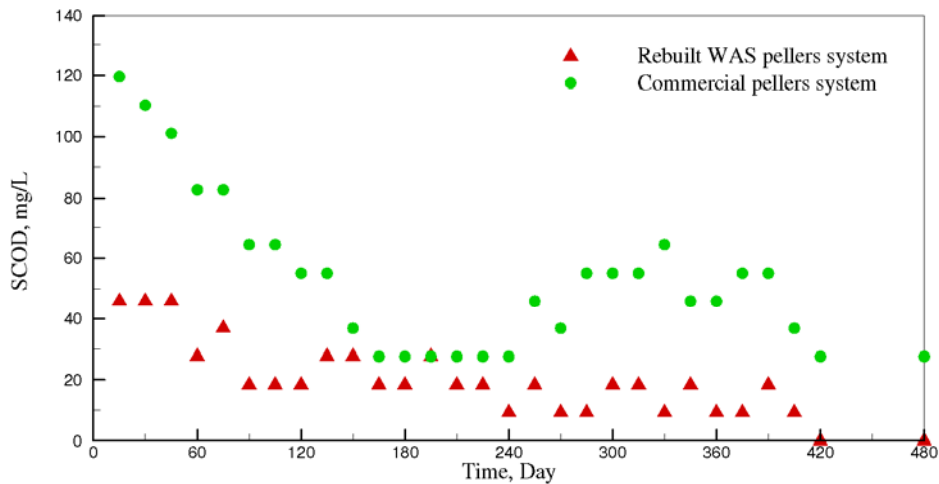


圖 6 為 Rebuilt WAS pellets 與 Commercial pellets 批次實驗之氨氮變化曲線圖。

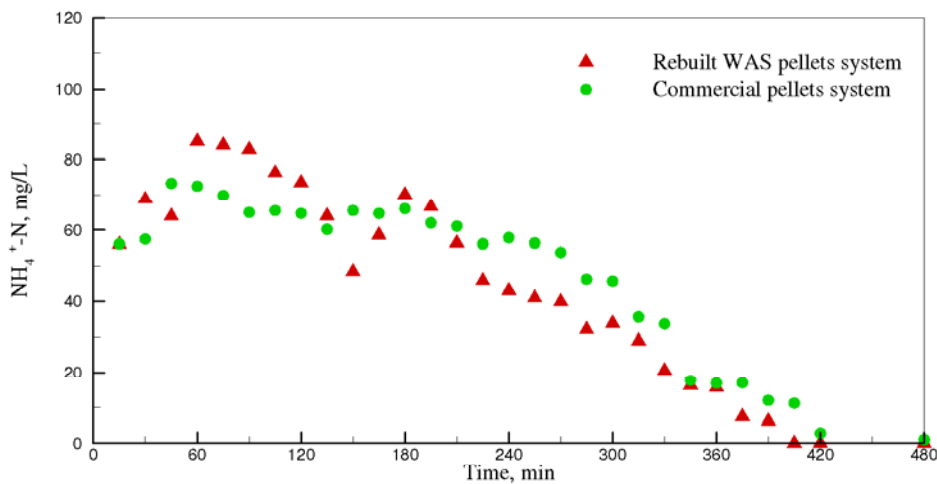


圖 7 為 Rebuilt WAS pellets 與 Commercial pellets 批次實驗之氨氮變化曲線圖。

本研究對添加這兩種不同載體之 SBBR 系統做更進一步的批次實驗，批次試驗結果如圖 6、圖 7，由圖 6 批次實驗中兩種載體之 SCOD 變化濃度結果可得，相同的進流濃度，SCOD 在回收污泥載體 SBBR 系統當中，比添加市售載體系統更快去除 SCOD。圖 7 為批次實驗兩種載體之氨氮變化曲線圖，在氨氮方面，添加回收污泥載體 SBBR 系統也可比市售載體系統快大約三十分鐘到達處理終點，在節約能源上，可以做有效的控制。

## 五、結論

本研究係利用回收污泥載體作為生物載體之探討，並對照市售載體比較兩者效能之差異，回收污泥載體之污泥原料為國內都市廢水污水處理廠廢棄污泥餅。目前成果如下：

1. 回收污泥載體回收量可達近 50%，對於污泥減量有一定程度的幫助。
2. 根據文獻指出，添加載體於反應槽中可增加反應槽中生物量，並且可有效控制廢棄活性污泥的產生量並增加反應槽內營養鹽之去除，實驗後之結果亦如此。
3. 添加回收廢棄污泥製成載體之系統，對於 SCOD 和氨氮有相當不錯的處理效果，並且與市售載體比較，在 SCOD 和氨氮的去除能力上，有過之而無不及，同時又可達到回收廢棄污泥之目的。

## 參考文獻

1. B.S. Akin, A. Ugurlu, 2005. Monitoring and control of biological nutrient removal in a Sequencing Batch Reactor. *Process Biochemistry*, 40(8), 2873-2878.
2. Bent Halling-Sorensen, Soren Nors Nielsen, 1996. A model of nitrogen removal from waste water in a fixed bed reactor using simultaneous nitrification