

水土保持學報 36(1) : 97-110 (2004)

Journal of Soil and Water Conservation, 36(1) : 97-110 (2004)

集集攔河堰沉砂池處理效能之研究

陳鴻烈⁽¹⁾ 林致立⁽²⁾

摘要

本研究選定集集攔河堰為研究對象，針對其沉砂池處理效能評估並探討沉砂池監測的問題。首先藉由回歸分析來研究濁度與懸浮固體物監測之相關性，並由沉砂池去除率之計算來了解沉砂池之處理效能，研究結果顯示：(1) 濁度之量測可代替懸浮固體物之量測；(2) 集集攔河堰沉砂池的處理效果中，濁度去除率可達 69~91%，懸浮固體物可達 74~91%；(3) 出水口的改良可確保沉砂系統之去除率正常；及 (4) 集集攔河堰處理後的出流水必須做必要之再處理，以符合相關用水之適用性質。

(**關鍵詞**：集集攔河堰、沉砂池、去除率)

The Efficiency Study of Ji-Ji Sedimentation Weir

Paris Honglay Chen

Professor, Department of Soil and Water Conservation,
National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 402, R.O.C.

Chih-Li Lin

Graduate Student, Department of Soil and Water Conservation,
National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan 402, R.O.C.

ABSTRACT

Ji-Ji Weir located Nantou County of central Taiwan was chosen as the study site to estimate the treatment efficiency of grit chamber and discuss its measurement problems. First, we used the simple linear regression analysis to find out the relationship between turbidity and suspended solids measurement, and then computed the removals to know the treatment efficiency of grit chamber. The results were as follows. (1) The measurement of turbidity could replace that of suspended solids. (2) 69~91% turbidity and 74~91% suspended solids could be achieved by grit chamber, respectively. (3) To improve the outlet structure will ensure the function of grit chamber. And (4) The effluent of grit chamber needs further treatments to meet the standards of various water utilizations.

(**Keyword** : Ji-Ji Weir, Grit chamber, Removal efficiency)

(1) 國立中興大學水土保持學系教授

(2) 國立中興大學水土保持學系碩士專班研究生

前言

沉砂池主要功能為去除水中之泥砂，減少輸送水設施之磨損，並排放較潔淨之出流水，以提供適當之下游水資源利用，避免造成下游之泥砂災害。另外，沉砂池之設置需花費土地、建設及運作維護經費，所以沉砂池設置後之處理效能直接影響到下游水資源利用、相關設施之使用年限及投資報酬率等。因此，運作期間的監測可供作日後運作、維護，乃至於改善或再投資之參考。本文乃針對中部地區集集攔河堰所設沉砂池，進行採樣、試驗及分析，以評估其處理效能及出流水水質之研究，並期望本研究之成果能提供有關單位作為參考。

研究地點

集集共同引水計畫主體工程於民國 80 年開始施工，歷時九年始於民國 89 年底完工，耗資龐大，同時亦是全國最大型的攔河堰。主要功能為由攔河堰南、北兩岸所設置進水口取水，經沉砂系統處理後，再匯流經由巴歇爾水槽送往使用，以供應彰化、雲林二水利會共約十萬公頃農田之灌溉用水、雲林離島工業區工業用水、自來水公司公共給水及八卦山旱作灌溉用水(集, 2004)。最大供水量分別為北岸 70 cms、南岸 90 cms，合計南北兩岸共達 160 cms(經, 2002)，可謂供水量龐大。供水工程主要包括攔河堰、進水口、沉砂池、量水槽及工業用水管路等工程設施，其中研究地點為設於南、北兩岸沉砂池之沉砂系統，分別說明如下：

一、北岸沉砂系統

北岸沉砂系統相關設施包括沉砂池二座並聯排列、分水閘門 2 門、排砂閘門 12 門、退水閘門 2 門及巴歇爾水槽 1 座，每座沉砂池包含沉砂溝槽 12 道。

二、南岸沉砂系統

南岸沉砂系統相關設施包括沉砂池三座

(上池一座，下池二座並聯)、分水閘門 3 門、排砂閘門 18 門、退水閘門 3 門及巴歇爾水槽 1 座，每座沉砂池包含沉砂溝槽 12 道。

研究方法

研究分別針對南、北兩岸沉砂系統及沉砂池進行採樣，以取得足以代表之入流及出流樣本，並於實驗室內進行濁度、懸浮固體物及可沉降固體等試驗，藉以計算去除率及其他相關之研究。研究方法包括室外之採樣方法、水樣保存及分析方法、去除率計算三個部份，茲分述如下：

一、採樣方法

採樣方法係參考水質檢驗法通則，盡量取得各點之代表性水樣。在本研究中，旨在探討特定時間內之沉砂池處理效能，以取得該一時間點之代表樣品為主要目的，惟礙於取樣儀器甚為昂貴，購置不易，故以採集表面水樣進行研究，並採直接樣品 (grabs sample) 的方法做為本實驗之採樣方法 (Sawyer, 1978)。

(一) 樣品編號規則

由於集集攔河堰南、北沉砂系統，有別於一般傳統式沉砂池，構造較為複雜，為避免樣品混淆及便於各層級之歸屬判別，訂定以下之樣品命名規則，其中樣品編號分為四層命名，命名規則如下：

- 第一層：皆為英文字母 G (Grit chamber)。
- 第二層：若屬南岸則為英文字母 S (South)，北岸則為英文字母 N (North)。
- 第三層：沉砂池之編號，若為沉砂系統則不予編號，以面對下游由右至左依序編號之，為阿拉伯數字。
- 第四層：樣品之主要編號，為由上游向下游，並以面對下游由右至左依序編號之，為阿拉伯數字。

(二) 採樣時間與狀況

採樣之日期為民國 92 年 8 月 16 日上午 10:00 至下午 12:30，天氣晴朗，氣溫約為 27°C。

(三) 採樣位置之選擇

本實驗依據所欲探討之標的來選擇採樣位置 (圖 1)，並配合設置於沉砂池上之觀測橋可及處進行南、北岸沉砂系統位置之選

定，其中採樣位置依據所討論之標的分述如下：

1. 南岸沉砂系統

於上、下游各取一樣品，分別編號為 GS-1 及 GS-2，共計兩組樣品，分別代表進入南岸沉砂系統前、後之水體。

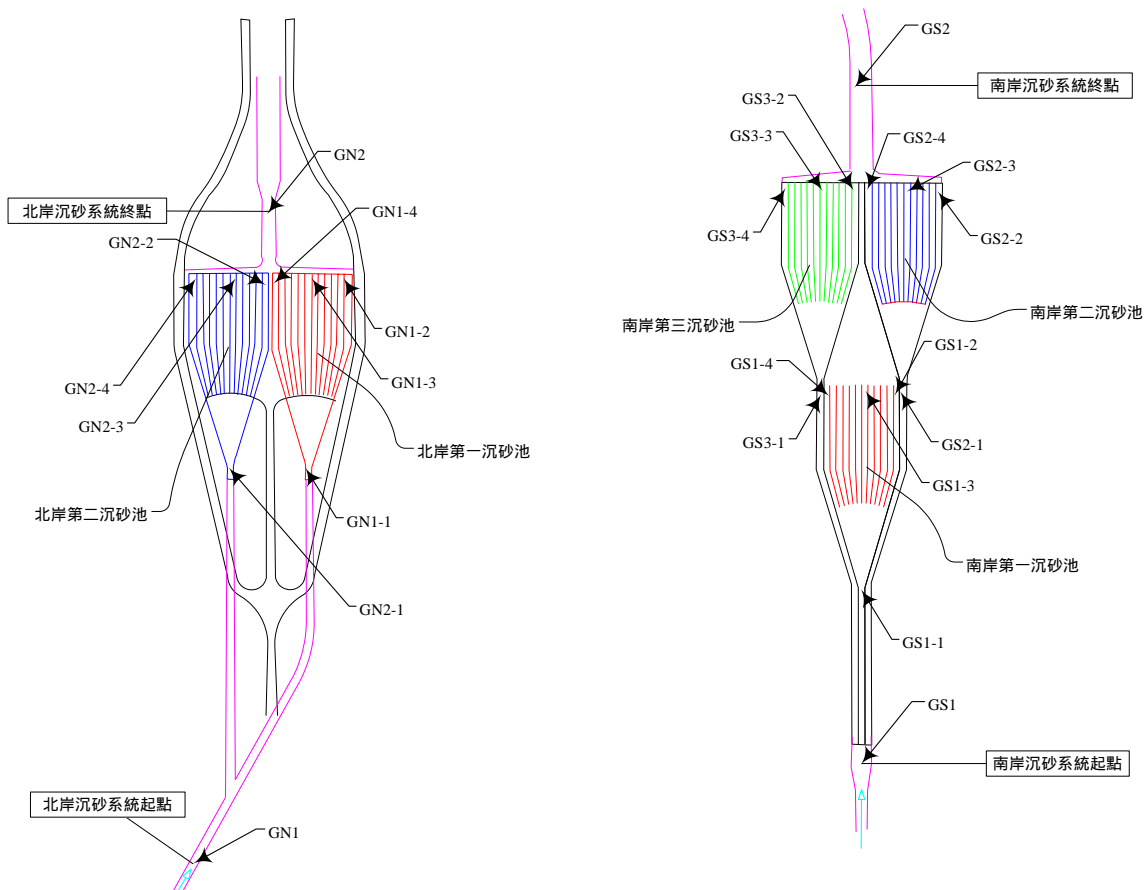


圖 1. 南、北岸沉砂池採樣位置圖

Fig. 1. Sampling location of south and north grit chamber.

2. 北岸沉砂系統

於上、下游各取一樣品，分別編號為 GN-1 及 GN-2，共計兩組樣品，分別代表進入北岸沉砂系統前、後之水體。

3. 南岸各沉砂池

每座沉砂池取四組樣品，分別為入口處一組，於出口處三組（1、5 及 12 沉砂溝），分別代表各座沉砂池之入、出流水體。水樣編號分別為 GS1-1 (GS1 沉砂池入流水體)、GS1-2 (GS1 沉砂池內 1 號沉砂溝出流水體)、GS1-3 (GS1 沉砂池內 5 號沉砂溝出流水體)、GS1-4 (GS1 沉砂池內 12 號沉砂溝出流水體)、GS2-1 (GS2 沉砂池入流水體)、GS2-2 (GS2 沉砂池內 1 號沉砂溝出流水體)、GS2-3 (GS2 沉砂池內 5 號沉砂溝出流水體)、GS2-4 (GS2 沉砂池內 12 號沉砂溝出流水體)、GS3-1 (GS3 沉砂池入流水體)、GS3-2 (GS3 沉砂池內 1 號沉砂溝出流水體)、GS3-3 (GS3 沉砂池內 5 號沉砂溝出流水體)、GS3-4 (GS3 沉砂池內 12 號沉砂溝出流水體)，共計 12 組樣品。

4. 北岸各沉砂池

每座沉砂池取四組樣品，分別為入口處一組，於出口處三組（1、5 及 12 沉砂溝），分別代表各座沉砂池之入、出流水體。水樣編號分別為 GN1-1 (GN1 沉砂池入流水體)、GN1-2 (GN1 沉砂池內 1 號沉砂溝出流水體)、GN1-3 (GN1 沉砂池內 5 號沉砂溝出流水體)、GN1-4 (GN1 沉砂池內 12 號沉砂溝出流水體)、GN2-1 (GN2 沉砂池入流水體)、GN2-2 (GN2 沉砂池內 1 號沉砂溝出流水體)、GN2-3 (GN2 沉砂池內 5 號沉砂溝出流水體)、GN2-4 (GN2 沉砂池內 12 號沉砂溝出流水體)，共計 8 組樣品。

(四) 取樣設備

1. 採樣桶：上繫吊索以採得表面水樣。
2. 取樣瓶：用以盛裝水樣。
3. 攪拌器：用以將採樣桶內所取水樣攪拌均勻。
4. 漏斗：將採樣桶內水樣裝填入取樣瓶內。
5. 冰桶：保持樣品溫度（約 4 °C）。

二、水樣保存及水質分析方法

(一) 水樣保存方法

水樣保存方法將視分析項目而不盡相同，各項目之保存方法及保存期限請參見表 1，而各個水樣之分析將盡可能在保存期限內完成。

(二) 水質分析方法

本研究測定之項目有電導度、濁度、懸浮固體物及可沉降固體物四項，並依 QA/QC 制度作檢驗數據品保工作。測定方法如下：

1. 電導度：以 TOA Conductivity Meter CM-11P 測定。
2. 濁度：Standard Methods 214A 方法 (APHA, 1985)。
3. 懸浮固體物：Standard Methods 209C 方法 (APHA, 1985)。
4. 可沉降固體物：以 IMHOFF Cone 量測靜置 30 分鐘後之沉澱固體體積。

(三) QA/QC 制度之建立

檢驗數據品保工作項目 (陳, 1997) 包括：

1. 製作空白分析

從事水樣分析前，必需以試劑水依水樣分析步驟執行方法進行空白試驗，確定試劑及玻璃器皿均無污染之虞後方可進行分析。

表 1. 水樣保存方法與保存期限

Table 1. The method and time-limit of sample preservation.

分析項目	保存方法	保存期限
電導度	攝氏 4。C 冷藏	-
濁度	攝氏 4。C 冷藏	48 小時
懸浮固體物	攝氏 4。C 冷藏	7 天
可沉降固體物	攝氏 4。C 冷藏	-

註：參考水質檢測方法 (行, 1995) 及 Standard Methods (APHA, 1985)。

2. 查核樣品分析

為確保分析結果之可信度, 必須以標準品及試劑水配置標準品之檢量線含量範圍內之查核樣品, 依水樣分析步驟檢驗, 計算其回收率及標準偏差。

3. 檢量線製作

每一工作日均需查核檢量線之適用性, 其方法為檢測已知濃度之標準溶液, 若與檢量線相對應之濃度差異在 15% 以上時, 則需重新配置標準溶液及製作檢量線。

4. 添加標準品分析

從事水樣試驗時, 應添加適當濃度之標準溶液, 以檢核回收率, 其檢核頻率至少為每批基質相同水樣之數目樣的 10%, 若每批水樣之數目不超過 10 個, 則至少每批需檢核 1 個。檢核回收率時, 所添加標準品濃度應為水樣中待測化合物濃度之 2 倍以上。

5. 樣品重複分析

每 10 個或每批樣品至少執行一次重複分析, 其差異百分比應在其管制圖之可接受範圍內。

6. 儀器分析次數

一般水質為 3~5 次, 若遇特殊水樣, 則可能分析更多次。

7. 品質管制圖建立

包括精密度管制圖及準確度管制圖

三、去除率之計算

濁度及懸浮固體物之去除率分別依下列公式計算：

(一) 濁度去除率之計算

$$\text{濁度去除率 (\%)} = \frac{(T1 - T2)}{T1} \times 100\%$$

T1 = 入流濁度 (NTU)

T2 = 出流濁度 (NTU)

(二) 懸浮固體物去除率之計算

$$\text{懸浮固體物去除率 (\%)} = \frac{(S1 - S2)}{S1} \times 100\%$$

S1 = 入流懸浮固體物 (mg/L)

S2 = 出流懸浮固體物 (mg/L)

結果與討論

本研究針對各個水樣分別進行電導度、濁度、懸浮固體物及可沉降固體物四種試驗, 前三項試驗是為了瞭解集集攔河堰南北沉砂池之處理效能, 第四項試驗則是可作爾後探究該沉砂池內的淤砂產生情形及淤泥量估算之用。試驗成果將分別討論於後。

一、電導度、濁度及懸浮固體物試驗結果

取得之樣品進行實驗室各項試驗後, 結果如表 2。由數據顯示, 入、出沉砂池之水體的電導度彼此間並無明顯之變化, 表示沉砂池並未直接影響電導度之高低。然而, 在濁度和懸浮固體物部份, 則有明顯的入、出流數據不同的變化。因此, 以下將針對濁度和懸浮固體物來作進一步之討論。

表 2. 電導度、濁度及懸浮固體物試驗結果
Table 2. The results of conductivity, turbidity and suspended solids.

代號	電導度 (μS/cm)	濁度 (NTU)	懸浮固體物 (mg/L)
GN1	479	2838	3524.0
GN2	489	2602	3502.0
GN1-1	513	2374	2708.0
GN1-2	486	835	862.7
GN1-3	483	314	324.4
GN1-4	486	292	325.0
GN2-1	494	2331	2540.0
GN2-2	486	1078	1054.0
GN2-3	488	340	377.3
GN2-4	486	252	271.0
GS1	520	4911	6424.0
GS2	514	4638	5882.0
GS1-1	513	4305	4898.7
GS1-2	491	354	393.7
GS1-3	496	605	651.7
GS1-4	495	196	230.3
GS2-1	518	4906	6030.0
GS2-2	506	394	422.3
GS2-3	485	223	240.5
GS2-4	483	890	972.5
GS3-1	498	4965	5998.0
GS3-2	483	813	869.0
GS3-3	489	2245	2211.0
GS3-4	476	1542	1579.3

(一) 濁度與懸浮固體物之回歸分析

經初步研判，濁度與懸浮固體物之實驗數據極有可能具有相關性質。因此，針對本次濁度及懸浮固體物二數據，進行線性回歸分析，試圖找出其相關性質及模式預測。回歸分析為利用 Microsoft 出版之 Excel 軟體，在 95% 之信賴度下進行回歸分析，由圖 2 可看出資料點（藍色菱形）明顯的朝回歸線聚集，且回歸線的形態呈高度相關 (R² = 0.991)，這表示濁度與懸浮固體物之間存在著高度的相關性（預測能力）。此外，由表 3

之 ANOVA 分析中，顯著值 (P-value) = 5.04×10⁻²⁴ 小於 α=5%，顯示二者有極大的差異，並有顯著的情況。而回歸分析中判定懸浮固體物之數據可由濁度數據來估算，故由濁度來預測懸浮固體物是可行的。然而，為了合理解釋二變數間的關係，由回歸分析模式中可得到一預測模式，即

$$y = 1.2486x - 125.32$$

其中，y 為懸浮固體物之預測值 (mg/L)，x 為濁度 (NTU)。未來還可藉由更多的樣本數來驗證或修正。

由於懸浮固體物之試驗較為繁雜、耗時，且又需於實驗室中分析，而濁度試驗往往可於現場以濁度計進行量測。因此，若能以濁度去除率預測、替代懸浮固體物，將可即時了解沉砂池之處理效能，有助於沉砂池之管理維護，降低監測成本，並進而適時對沉砂池做出改善之處理措施，如清淤等。

(二) 沉砂系統與個別沉砂池之去除率

沉砂系統與個別沉砂池對濁度及懸浮固體物之去除率如表 4。

1. 個別沉砂池之比較

由表 4 可知，單就各沉砂池本體而論，處理效能尚屬不錯。此外，調查顯示，濁度和懸浮固體物去除率最高值均為南岸第一沉砂池（分別為 91.15 和 91.32%）；最低值亦均為南岸第三沉砂池（分別為 69.12 和 74.11%）。然而第一及第三沉砂池邊界條件相仿，去除率應不致有如此大的差別，其原因應為溝底淤沙堆積程度不同所致。

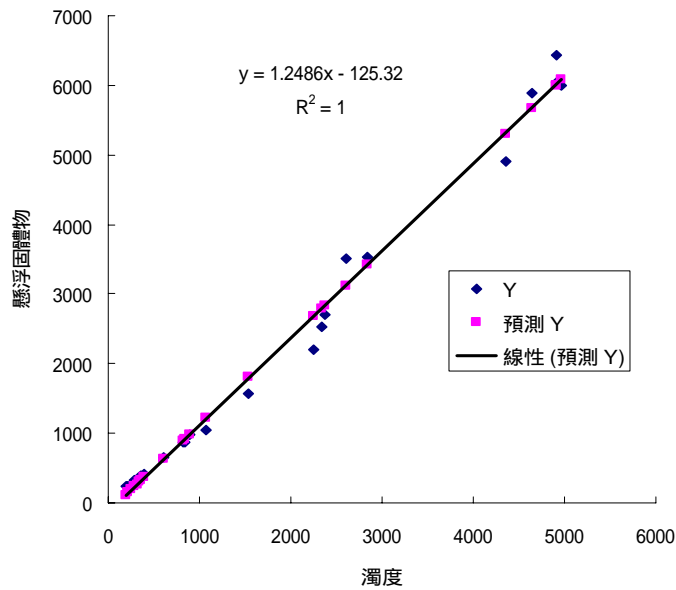


圖 2. 預測懸浮固體物之回歸分析圖

Fig. 2. The regression analysis graph used to forecast suspended solids.

表 3. 回歸統計摘要表 (預測懸浮固體物)

Table 3. The summary of regression analysis (to forecast suspended solids).

回歸統計					
R 的倍數	R 平方	調整的 R 平方	標準誤	觀察值個數	
0.996	0.991	0.991	210.646	24	
ANOVA					
	自由度	SS	MS	F	顯著值
回歸	1	107992569.9	107992569.9	2433.808	5.04×10^{-24}
殘差	22	976180.647	44371.848		
總和	23	108968750.5			

表 4. 沉砂系統與沉砂池之去除率

Table 4. The removal efficiency of grit chamber.

位 置	濁 度 (%)	懸浮固體物 (%)
南岸沉砂系統	5.56	8.44
南岸第一沉砂池	91.15	91.32
南岸第二沉砂池	89.76	90.96
南岸第三沉砂池	69.12	74.11
北岸沉砂系統	8.32	0.62
北岸第一沉砂池	79.77	81.39
北岸第二沉砂池	76.12	77.66

2. 沉砂系統之比較

表 4 顯示，南、北沉砂系統對於濁度之去除率以北岸優於南岸；然而，對於懸浮固體物部份則是南岸優於北岸。南、北沉砂系統對於測定項目的去除率分佈在 0.62~8.44% 間，整體之處理效能相當不理想，原因討論於後。

3. 沉砂系統與個別沉砂池之比較

比較沉砂系統及個別沉砂池後發現，無論對於濁度或懸浮固體物而言，個別沉砂池之去除率皆高於南、北沉砂系統甚多（表 4）。依水體處理之歷程而論，水體在進入沉砂池（入流取樣點）及離開沉砂池（出流取樣點）之前，已有良好之處理效能，然而在各沉砂池之出流取樣點到沉砂系統之末點（GS2、GN2）之間，卻發生了提高表面濁度、懸浮固體物之趨勢，亦即在此區段間有一污染水體因素產生。推究其原因，乃由於此區段間設置有一溢流牆，水體流至溢流牆處，由於回流、加速及流向偏上作用而使得水體產生大量擾動。一方面帶起近底層濃度較高之介質流，促使底床淤積物易達到啟動流速後脫離淤積形成斷面濃度均化效應；另一方面，

可能將已沉澱好之流水被其混合，破壞了原已處理的效能，故使得通過溢流牆之水體含砂濃度大幅提升，造成整體之處理效能偏低的原因，亦即水流急速束縮流出沉砂池，而產生束水攻砂效應（連，1997）。因此，雖然個別沉砂池已足以達成良好之去除效果，然因池末之溢流牆設計較不理想，反而降低了沉砂系統整體應有之處理效能。另參考與本研究沉砂池設計條件相仿之仁義潭沉砂池，其沉砂池出水口僅以導流牆方式設計，未另設溢流牆，其去除率為 65.5%（俞，1995），較本研究沉砂系統去除率（懸浮固體去除率 0.62%~8.44%）亦高出甚多。

(三) 懸浮固體物去除率預測模式

依據本研究所檢測項目與個別沉砂池而論，除電導度無相關外，濁度與懸浮固體物二部分皆有明顯之相關性。此外，由表 4 亦可知，個別沉砂池皆有懸浮固體物去除率 > 濁度去除率之正相關性質，因此嘗試以 Excel 軟體進行線性回歸分析如圖 3。在信賴度 95% 下，R 平方值為 0.991，接近於 1（表 5）。表 5 中的 ANOVA 分析亦表示顯著值 (P-value) = 2.28×10^{-6} ，小於 $\alpha = 5\%$ ，故其回歸結果是被接受的，同時證明濁度去除率和懸浮固體物去除率之間存在著正相關性。因此，在本研究中以濁度去除率來預測懸浮固體物去除率具有可行性。

另外，若以本模式預測懸浮固體物去除率與實測值之間比較及其殘差結果如表 6，可知殘差皆在 5.93% 以下。然因本次試驗僅有 7 組樣本，故本模式未來仍需藉由增加樣本數來作回歸或驗證，以獲得更合理、客觀之懸浮固體物去除率預測模式。

(四) 與現行水質標準之比較

由於集集引水工程所供水標的包含農業用水、生活用水及工業用水等 (經, 2002), 加上供水量龐大及供水範圍甚廣, 因此供水水質是否良好, 影響至鉅。故將南、北岸沉砂系統及沉砂池 (分取南、北岸各個沉砂池出流點數據平均值代表沉砂池混流後之數據) 之出流水水質數據, 依據「地面水體分類及水質標準」進行水體分類, 並分別與「台灣省灌溉用水水質標準」、「飲用水水源水質標準」及「自來水水質標準」。

1. 水體分類

依據「地面水體分類及水質標準」第三條規定, 地面水體分類為依水體特質規範其適用性質及其相關環境基

準, 並非作為限制水體之用途, 而依本標準第四條亦載明, 陸域地面水體分類為甲、乙、丙、丁、戊五類, 各類水體各有其適用性質 (行, 1998)。而根據本次試驗結果發現, 本出流水體屬於戊類水體, 僅適用於環境保育用途, 因此, 沉砂池之出流水若要適用做為灌溉用水及工業、水源使用, 至少需將水體類別提升至丁類; 若要適用做為公共用水使用, 則需將水體類別提升至丙類以上。而就丁類水體標準而言, 需將懸浮固體物濃度降至 100 mg/L 以下, 丙類則更需降至 40 mg/L 以下。

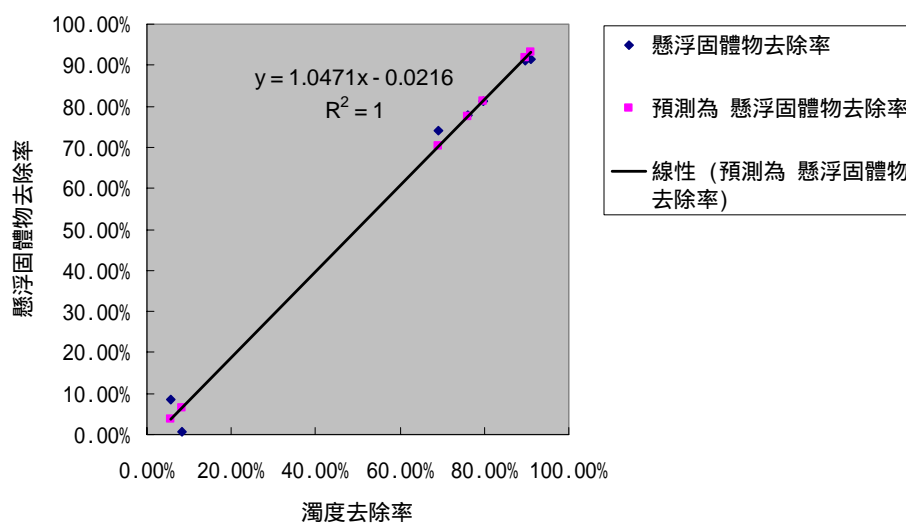


圖 3. 預測懸浮固體物去除率之回歸分析圖

Fig. 3. The regression analysis graph used to forecast suspended solid removals.

表 5. 回歸統計摘要表 (預測懸浮固體物去除率)

Table 5. The summary of regression analysis (to forecast suspended solid removals).

回歸統計					
R 的倍數	R 平方	調整的 R 平方	標準誤	觀察值個數	
0.996	0.991	0.990	0.039	7	
ANOVA					
	自由度	SS	MS	F	顯著值
回歸	1	0.901	0.901	582.128	2.28×10^{-6}
殘差	5	0.008	0.002		
總和	6	0.909			

表 6. 懸浮固體物去除率實測與預測值之比較

Table 6. The comparison between measurement and forecast for suspended solid removals.

位 置	濁 度 去除率 (%)	懸浮固體物 去 除 率 (%)	懸浮固體物去除率線 性預測值 (%)	殘 差
			$y = 1.0471x - 0.0216$	
南岸第一沉砂池	91.15	91.32	93.28	-1.96%
南岸第二沉砂池	89.76	90.96	91.83	-0.87%
南岸第三沉砂池	69.12	74.11	70.22	3.89%
北岸第一沉砂池	79.77	81.39	81.37	0.02%
北岸第二沉砂池	76.12	77.66	77.55	0.11%
南岸沉砂系統	5.60	8.44	3.70	4.73%
北岸沉砂系統	8.32	0.62	6.55	-5.93%

2. 與灌溉用水水質標準之比較

灌溉用水的水質標準，以不損害農作物以及耕地的最高容許濃度為限(高，1994)，由表 7 可知，南、北岸沉砂系統及各沉砂池的電導度均可符合灌溉用水標準，懸浮固體物則皆未能達灌溉標準，且高出標準甚多，然而，本水源屬天然水，則不受其標準之限制，故依本標準，本水源可提供

做為灌溉用水使用。

3. 與飲用水水源水質標準之比較

本沉砂池出流水若要提供作為自來水及簡易自來水之飲用水水源，需符合「飲用水水源水質標準」第五條規定標準，由表 7，該標準第七條對於本研究檢測項目並無相關規定，因此針對本研究之檢測項目，是可供應

表 7. 與現行水質標準之比較

Table 7. Comparison between the water quality of discharge with current standards.

項 目	位 置	北岸	北岸	北岸	南岸	南岸	南岸	用途及說明	
		沉砂系統	第一沉砂池	第二沉砂池	沉砂系統	第一沉砂池	第二沉砂池		第三沉砂池
本研究 實測值	電導度 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	471	485	487	470	494	491	482	-
	懸浮固體物 (mg/L)	3502	504	567	5882	425	545	1553	-
	濁度 (NTU)	2602	480	557	4638	385	502	1533	-
台灣省 灌溉用 水水質 標準	電導度限值 ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	750							灌溉用水若為天然水之水質，則不受本標準限制
	比較結果	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	
	懸浮固體物 限值 (mg/L)	100							
	比較結果	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	
飲用水 水源水 質標準 第五條	限 值	電導度、濁度及懸浮固體物皆無限制規定							自來水及簡易自來水之飲用水水源
	比較結果	符合	符合	符合	符合	符合	符合	符合	
飲用水 水源水 質標準 第六條	濁度限值 (NTU)	4							社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾引用之連續供水固定設備之飲用水水源
	比較結果	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	不符合	

註：參考台灣省灌溉用水水質標準 (行，1978) 及飲用水水源水質標準 (行，1997)。

作為自來水及簡易自來水之飲用水水源的。而若要提供作為社區自設公共給水、包裝水、盛裝水及公私場所供公眾引用之連續供水固定設備之飲用水水源，則需符合「飲用水水源水質標準」第六條規定標準，而由表 7，南、北岸沉砂系統及各沉砂池的濁度值皆不符合飲用水水質標準第六條規定，其中尤以沉砂系統超出更多，因此，本試驗水體若要提供作為第六條所稱飲用水水源使用，則仍需降低其濁度值後，才能確保符合該項標準之規定。

總之，集集攔河堰南、北沉砂系統及沉砂池之出流水現況，得以提供為灌溉用水、自來水及簡易自來水之飲用水水源使用，然就適用性而言，則僅適用於提供做為環境保育用途，若要適用於灌溉用水、工業用水及公共用水水源使用，除改善沉砂池末之溢流牆設計外，並建議供水前增設其他水處理設施，才能確保供給各種水資源利用之適用性。

二、可沉降固體物試驗結果

可沉降固體物試驗之主要目的，是為了瞭解水體中實際可藉由沈澱作用去除之固體體積量，以作為沉砂池淤積量及淤積速度的參考，試驗結果如表 8 所示。

由表 8 可知，北岸沉砂池每公升之入流水體挾帶有 12.1 ml 之可沉降固體，而南岸沉砂池則為每公升含有 21.3 ml 之可沉降固體，取最大供水量北岸 70 cms 及南岸 90 cms (經, 2002) 進行估算，可求得若沉砂池設計去除率達百分之百時之淤積量。其中，北岸為 73,138 CMD (表 9)，南岸為 165,629 CMD，合計總淤積量為 238,810 CMD。

目前沉砂池清淤方式為利用每座沉砂池之閘門控制，輪流使用水力來清理淤沙。每一沉砂池完成排砂作業，尚包括蓄水時間 3~6

小時 (經, 2001)，可謂相當耗時。而其進行清淤時機，目前仍以例行性清淤為主，然排砂操作次數過於頻繁，除影響供水量及浪費水源外，亦將影響到排砂系統之使用壽命。然而，若排砂操作過於疏離，亦造成沉砂池效能不彰，影響下游供水水質。故如何決定最佳之清淤時機，將有助於提升供水效率及延長排砂系統使用壽命，並使沉砂池能維持最佳處理效能運作。因此，建議未來應可朝利用可沉降固體物及流量為指標，來推估淤積量，藉以訂定最佳之清淤時機。

表 8. 可沉降固體試驗結果

Table 8. The test results of settleable solids.

代號	靜置 30 分鐘後砂石沉澱體積	代號	靜置 30 分鐘後砂石沉澱體積
GN1	12.1	GS1-	18.6
GN2	10.7	GS1-	1.8
GN1-	10.3	GS1-	2.4
GN1-	3.6	GS1-	1.6
GN1-	1.9	GS2-	21.6
GN1-	1.5	GS2-	2.0
GN2-	9.0	GS2-	1.5
GN2-	4.0	GS2-	3.5
GN2-	1.6	GS3-	20.4
GN2-	1.5	GS3-	3.2
GS1	21.3	GS3-	9.4
GS2	21.1	GS3-	6.0

表 9. 理論淤積量

Table 9. Inferring deposits.

位置	理論淤積量 (CMD)
北岸	73181
南岸	165629
北岸與南岸	238810

結論

經本研究試驗分析及討論後，可歸納出下列幾點結論：

一、濁度可代替懸浮固體物之測量

經試驗分析發現，沉砂池對於濁度去除率與懸浮固體物去除率有正相關性，亦即可藉由濁度測量值來預測懸浮固體物。

二、出水口的改良可確保沉砂系統去除率正常化

本研究發現，集集攔河堰沉砂系統處理效能並不理想，其原因為沉砂系統出水口溢流牆之設計不良，使得各沉砂池原本良好之處理效能大打折扣。因此，若要提升沉砂系統之處理效能，就必須改良出水口的設計。

三、出流水必須做必要之再處理，以符合相關用水之適用性質

本出流水體依相關水質標準雖可提供做為灌溉用水、自來水及簡易自來水之飲用水水源使用；然就適用性質而言，則僅適用於提供做為環境保育用途，故若要提升其相關適用性質，應於下游設置如沉澱池等水處理設施，以達到各項使用之分類標準。

參考文獻

1. 台灣省建設廳 (1978) 「台灣省灌溉用水水質標準」。
2. 行政院環境保護署 (1997) 「飲用水水源水質標準」。
3. 行政院環境保護署 (1998) 「地面水體分類及水質標準」。
4. 行政院環境保護署環境檢驗所 (1995) 「水質檢測方法」。
5. 俞維昇等 (1995) 「沉砂池因砂率計算方法之研究」，台灣水利，第 43 卷，第 3 期，pp.54。
6. 高肇藩 (1994) 「水污染防治」，中國土木水利工程學會，pp.13~17。
7. 陳鴻烈等 (1997) 「臺中縣政府大甲溪及德基水庫水質監測研究方案」，臺中縣環境保護局委託研究計畫，pp.41~45。
8. 連惠邦等 (1997) 「坡地沉砂池之設計模式」，中華水土保持學報，第 28 卷，第 4 期，pp.292~293。
9. 集集攔河堰管理中心 (2004) 「集集攔河堰管理中心」，網址：<http://chi-chi.wracb.gov.tw>。
10. 經濟部水利處 (2001) 「集集共同引水計畫 - 進水口及沉砂池水理、淤砂、排砂觀測 (第一期) 工作計畫報告」，經濟部水利處中區水資源局執行，pp.28 & 67。
11. 經濟部水利署中區水資源局 (2002) 「集集共同引水營運管理系統規劃設計 報告」，財團法人工業技術研究院執行，pp.1-1~2-19。
12. APHA, AWWA, WPCF. (1985), Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 16th Ed., American Public Health Association, Washington, D.C.
13. Sawyer, C. N. and P. L. McCarty (1978), Chemistry for Environmental Engineering, 3rd Ed., McGraw-Hill Book Company, New York, pp.279~281.

93 年 02 月 15 日 收稿

93 年 03 月 20 日 修改

93 年 03 月 25 日 接受

陳鴻烈、林致立：集集攔河堰沉砂池處理效能之研究