

廢(污)水處理類

污水處理廠曝氣池分水井分水效果評估

張馨方*、蔣守銘**、桂國華***、張達國****、陳伯珍*****、
薛富仁*****、陳建彰*****、游展豪*****

摘 要

分水井係利用管渠的幾何對稱等方法來均勻分水，使得分水後的各個池槽之進流量穩定，有一致的處理參數，以簡化操作手續及提高處理效率。本計畫測試某活性污泥污水處理廠曝氣池上游端分水井的功能，初沉出水及迴流污泥係分別於矩形分水井狹長的兩端底部進入分水井，並從設置在分水井狹長邊的兩側，每側各有面對面的3個堰閘，即總共6個的溢流堰頂端出水，在初沉出水管及迴流污泥管正上方的2個溢流堰跌落井各設置一支懸浮固體傳感器(SS sensor)，量測溢流污水的SS濃度，以便得知分水井的分水效果。由測試結果可知，初沉出水管及迴流污泥管的流入位置相隔太遠，以至於初沉出水與迴流污泥等2股污水無法混合均勻，導致於在狹長的分水井兩端分別進行即時監測時，其2次測試的溢流水SS濃度有15~37%不等的差距。為解決此問題，本文提出修改分水井進流管的方法，以提升初沉出水與迴流污泥的混合效果，從而提升分水水質的均勻度。

【關鍵字】分水井、分水效果、處理廠功能分析技術(PAT)、SS偵測傳訊器、SS傳感器

-
- | | |
|--------------------|-------------------|
| * 盈安環境工程技師事務所 | 環工技師 (博特水業有限公司特約) |
| ** 銘泰環境顧問有限公司 | 環工技師 (博特水業有限公司特約) |
| *** 台灣世曦工程顧問股份有限公司 | 正工程師 (博特水業有限公司特約) |
| **** 建越科技工程股份有限公司 | 專案副理 (博特水業有限公司特約) |
| ***** 淡江大學水環系 | 兼任副教授 (退休) |
| ***** 濬創科技有限公司 | 工程師 |

一、前言

污水處理廠的設計工作、處理功能分析或是功能評鑑，主要是依據書面資料與現場觀察來進行，例如處理廠的設計資料、標準的設計規範、處理廠的現行負荷與操作紀錄、人口或工業成長的預估、以及由其他類似的處理設施得到的經驗等。這些對於資料與觀察的評價，來自對於設計與操作數據的評估與專家累積的經驗，提供了我們對於污水處理廠更多的認識。然而規範中的參數總是有很多不確定性，常常必須以比較保守的參數來設計，這些參數在不同的污水處理廠是否能夠一體適用？如何找出最佳的設計與操作參數？或是如何使現有的污水處理廠發揮其最大的功能，並降低擴充的費用？這些問題或許需要更多污水處理廠的現況數據，才能得到更清楚的答案。而適當的測試，有助於取得需要的數據，使設計者與評估者得以將想法由建議提升到實用的層面，這種用來評估污水處理廠操作程序或單元的技術，被稱為處理廠功能分析技術 (Plant Analysis Technologies, PAT) (Daigger, 1992)。

處理廠功能分析技術可用來判斷處理廠現有單元與設備實際能處理的容量，並可以測試處理程序的各種控制策略，可執行的技術至少包括氧傳分析 (oxygen transfer analysis)、沉澱池負荷試驗與水力分析 (clarifier stress testing and hydraulic analysis)、線上監測 (on-line monitoring)、反應槽追蹤劑試驗 (reactor tracer testing) 等 (Daigger, 1992)。以下係於國內某工業區污水處理廠進行的線上監測測試，以此案例來說明處理廠功能分析技術可以如何應用於既有的活性污泥污水處理廠。

二、測試過程與方法

2.1 測試單元背景說明

分水井係利用水工結構物的幾何對稱，再利用合適長度或大小的堰版、沉沒式孔口或閘門，或是以流量計搭配控制閥等方法來均勻分配進流污水量，使得分水後各個處理單元的池槽，能得到接近相同的水量，從而使後續處理單元有一致的處理參數，以簡化操作手續及提高處理效率，避免因分水不均導致各池槽有各自的操作參數，而

增加操作的難度。對於匯合初沉出水及迴流污泥的分水井而言，不但期望出水量能均勻分配到各生物反應池，也力求分水井內的初沉出水及迴流污泥能完全混合，使流入後續各生物處理池的污水及迴流污泥的水量及水質完全相同，如污水及迴流污泥的水量及水質分配不均，則會導致各生物處理池的混合液懸浮固體量不同，食物與微生物的比例亦會有差異，進而使得出水水質不同，增加操作上的困難。

本試驗污水廠之初沉池出流 (流量為 21,000CMD) 的污水流入一個東北 - 西南走向的分水井，與二次沉澱池的迴流污泥 (迴流率約為 50%) 混合後，經 6 個堰閘將污水與污泥分配至 6 座曝氣池。分水井呈矩形、寬 3.60 m (淨寬 3.0 m)、長 5.50 m (淨長 4.90 m)，2 股進流水流經之中央渠道寬 1.0 m，最大水深 3.82 m。分水堰閘後的 6 個跌落井之長、寬及深度均相同，寬 1.0 m、長 0.8 m、最大水深 0.46 m。初沉池出水及迴流污泥分別由東南側及西北側進入分水井。分水井位置及照片詳見圖 1，平面及剖面圖詳見圖 2。

本分水井的進流水有 2 股，一股係初沉池出水，經由直徑 600 mm 管線以重力流方式輸送污水進入分水井；另一股係迴流污泥，利用迴流污泥抽送站以壓力流輸送迴流污泥至分水井。2 股進流水分別在分水井狹長型中央渠道的兩個最遠端進入，中央渠道的兩側各設置 3 個分水堰閘，可利用堰閘的頂端水的溢流將污水與迴流污泥分配至 6 座曝氣池。在分水井內污水與迴流污泥的混合攪拌方面，原設計有 2 條小空氣管及散氣器接到分水井內，目的是要進行空氣攪拌，但該空氣攪拌設施早已故障停用，所以攪拌作用僅利用 2 股進流水之水流衝力，在容積 21 m³ 的中央渠道內進行有限度的混合，依據污水進流量 (21,000 CMD) 與污泥迴流量 (50%)，估計混合的時間少於 1 分鐘。

經分水井分水後之污水則流至曝氣池進行生物處理，曝氣池共設有 6 池，每 3 池為並聯的一個序列，共有 2 個序列，每座曝氣池的平面形狀呈矩形，長 32.3 m、寬 15.8 m、池高 4.7 m、池邊水深 4.0 m、有效操作水深 3.95 m、有效操作容量為 2,016 m³。



圖 1 分水井位置及照片

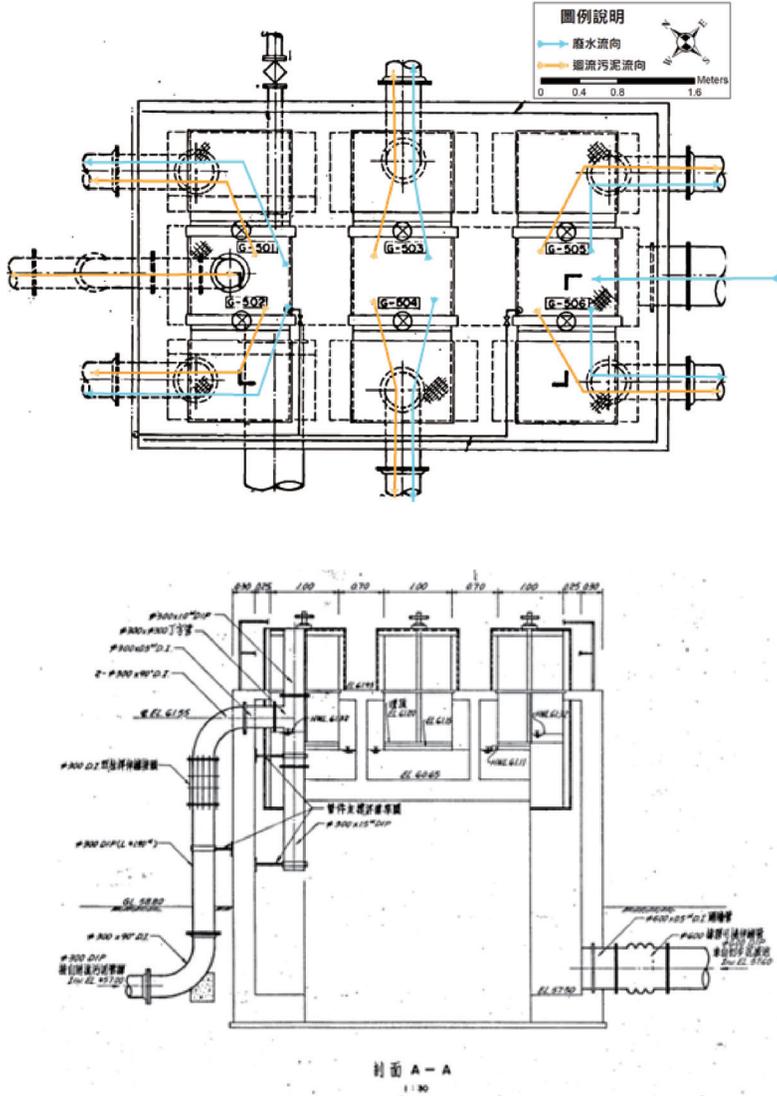


圖 2 分水井平面及剖面圖

註：原彩圖請至產業綠色技術資訊網站下載 <https://proj.ftis.org.tw/eta/index.aspx>

2.2 測試緣由與方法建立

在進流量方面，由於初沉出水流入分水井之管線為地下管線，其間並無設置流

量計，也無法設置臨時流量計。此外，若欲以本測試實際進流量為參考流量，但因進流量已經過調和池之流量調節，以及初沉污泥量亦無法正確量得，所以無法得知實際流進分水井的污水量。

在迴流污泥量方面，迴流污泥抽送站的污泥出流管雖設有一組流量計，但因設置年代久遠，已無法檢視流量，係以推估方式估計污泥迴流流量，並無實際監測之流量數據。

在分水井的分配水量方面，由於中央渠道寬 1.0 m、深 3.82 m，故進流量為 21,000 CMD 的初沉出水在中央渠道的流速 $v = 0.064 \text{ m/sec}$ ，此流速非常小，其速度水頭 $v^2/2g = 0.0002 \text{ m}$ ，幾近於零，故該中央渠道屬於零流速分水渠道 (zero velocity distribution channel) 的設計，這是良好的分水方式之一，因其水流經過渠道的水頭損失為零，所以水面會呈水平狀，水流經過 3 個堰閘時，堰頂水頭都一樣，因此理論上 6 個堰閘的出水量應可均勻分配。同樣的，迴流污泥量僅為初沉出水量的 50%，所以水頭損失亦為零，6 個堰閘的出水量亦可均勻分配。但廠方依據其累積之操作經驗，為使 6 座曝氣池及 4 座二沉池達到最佳處理效率，因而將分水井 6 個堰閘的堰頂高程都調整到不同高度 (詳見圖 3)，使得各堰閘之出水量均不同。

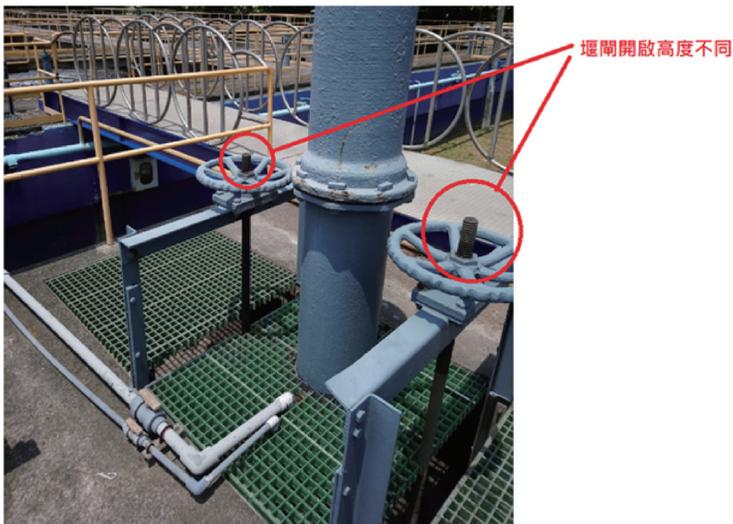


圖 3 現場分水井 6 個堰閘的堰頂高程皆不一致

在分水井 6 個堰閘的水質分配問題上，如同前述，由於初沉出水及迴流污泥在中央渠道的流速都近於零，因此 2 股水在渠道中的接觸及混合的機會很小，導致於靠近初沉出水進流管的 G-505/506 堰閘流入曝氣池的污水成分應會比 G-501/502 堰閘流入曝氣池的污水成分大；而靠近迴流污泥管的 G-501/502 堰閘流入曝氣池的迴流污泥 SS 濃度會比通過 G-505/506 堰閘的迴流污泥 SS 濃度高。

由於本分水井的各堰閘高程如可調整為相同高度，則理論上 6 個堰閘的配水皆可均勻，因此沒有水量分配無法均勻的問題，故轉而測試分水井的水質分配，亦即想了解該分水井的進流水管與迴流污泥管的設置位置，是否有達到原先預定使水質能均勻分配的功能。本試驗採用的方法係在分水井的 G-501/502 和 G-505/506 堰閘 2 處的跌落井位置各設置 1 台懸浮固體傳感器 (SS sensor)，然後量測該兩處溢流水水質的 SS 約 2 小時，最後將同一時間得到的 2 種 SS 數據的曲線並列畫在同一曲線圖上，即可看出該分水井的水質分配效果。這項測試共進行 2 次，第一次是在 109 年 5 月 3 日，第二次是在 109 年 12 月 15 日。2 次測試之詳情分述如下。

2.3 測試儀器設備

本測試使用之懸浮固體偵測儀器 (SS meter) 包括：偵測傳訊器及紀錄器各 1 台 (詳見圖 4)，傳感器 (sensor) 2 支。偵測傳訊器之廠牌為 Chemitec，型號為 50 series-2；紀錄器廠牌為 Simex，型號為 Multilog；傳感器之廠牌為 Chemitec，型號為 S461/T，形式為紅外線濁度感測器，量測方法係採用 90° 分散光源 (90° scattered light)，量測範圍為 0-1,000 NTU，準確度為 ±2%，重複性為 98%。本測試設定 SS 濃度偵測範圍為 0~4,000 mg/L，第一次測試記錄頻率為每分鐘記錄 1 筆數據，第二次測試記錄頻率為每 10 秒鐘記錄 1 筆數據。傳感器照片詳見圖 5，傳訊器、紀錄器及傳感器等之安裝準備照片詳見圖 6。



圖 4 偵測傳訊器 (圖右) 及紀錄器 (圖左)



S461 T Infrared turbidity sensor

圖 5 傳感器照片



偵測儀器安裝準備



SS 偵測傳訊器與紀錄器設定



傳感器安裝準備 1



傳感器安裝準備 2

圖 6 傳訊器、紀錄器及傳感器等之安裝準備照片

2.4 測試位置及步驟

2.4.1 第一次測試（109 年 5 月 3 日）

在分水井的 G-501 和 G-505 堰閘 2 處的跌落井位置各設置 1 懸浮固體傳感器 (SS sensor)，設置位置如圖 7 所示，設定每分鐘記錄 1 筆數據，然後同時量測 2 處跌落井的 SS 約 2 小時。測試期間天氣晴朗，氣溫約 20~28° C；測試步驟條列如下。

1. 傳感器清洗與儀器校正。
2. 會同現勘並選擇安裝位置。
3. 安裝設定 SS 偵測傳訊器，SS 傳感器及紀錄器，詳見本文 2.3 節測試儀器設備。
4. 測試、記錄並下載數據。
5. 設備拆除及保存。
6. 數據解讀與討論。
7. 提交測試報告。

2.4.2 第二次測試與曝氣池驗證測試（109 年 12 月 15 日）

在分水井的 G-502 和 G-506 堰閘 2 處的跌落井位置各設置一懸浮固體傳感器 (SS sensor)，設置位置如圖 8 所示，設定每 10 秒鐘記錄 1 筆數據，然後同時量測 2 處跌落井的 SS 約 2 小時，最後將同一時間得到的兩跌落井 SS 數據的曲線並列畫在同一曲線圖上。

第二次分水井測試時同時進行曝氣池 SS 測試，以驗證分水井水質數據，曝氣池 SS 測試之傳感器放置位置是對應分水井之 SS 傳感器位置，設置位置如圖 9 所示，亦是設定每 10 秒鐘記錄 1 筆數據，同時量測兩處曝氣池的 SS 約 2 小時。測試期間為陰天，氣溫 13~15° C，偶有降雨，測試步驟與第一次測試相同。

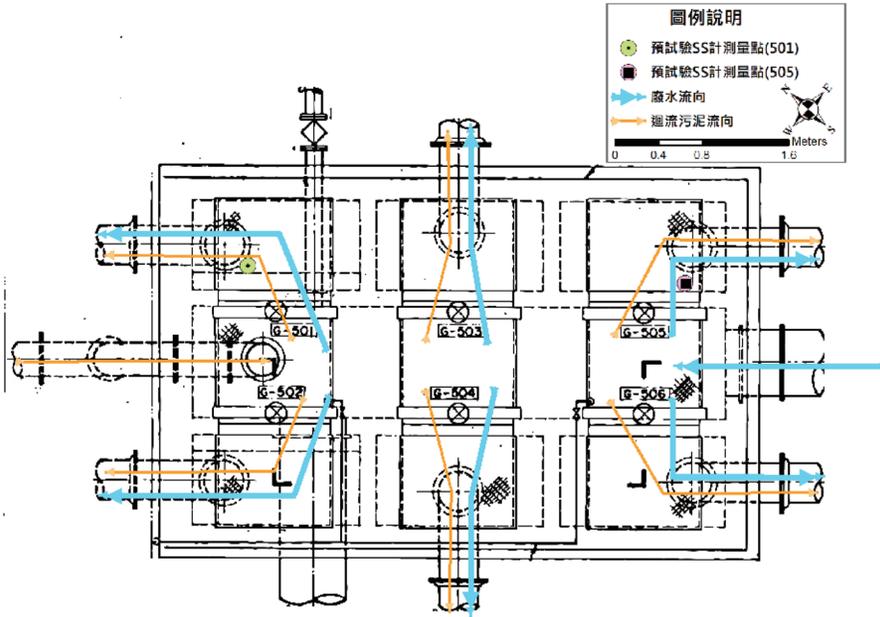


圖 7 分水井第一次測試 SS 傳感器安裝位置圖

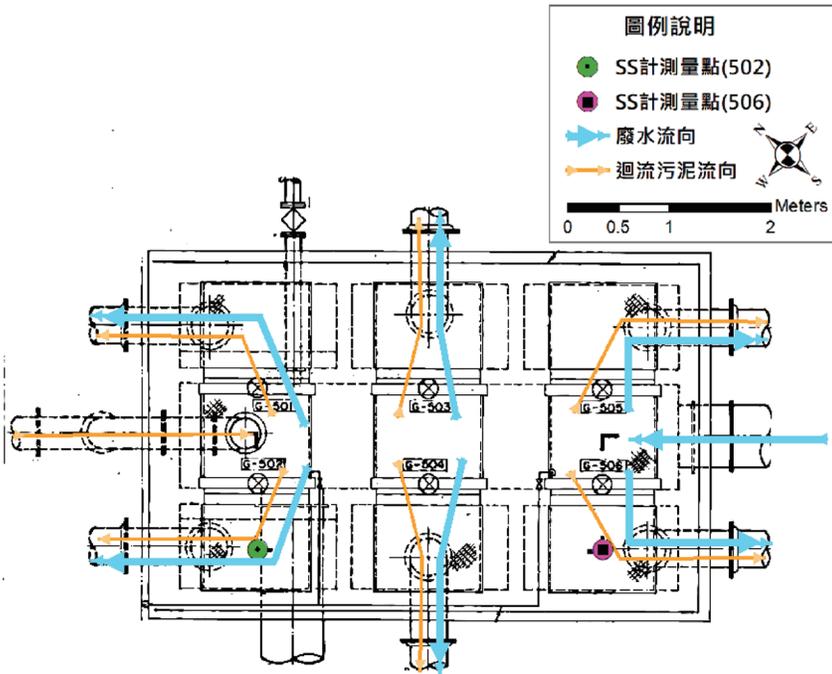


圖 8 分水井第二次測試 SS 傳感器安裝位置圖

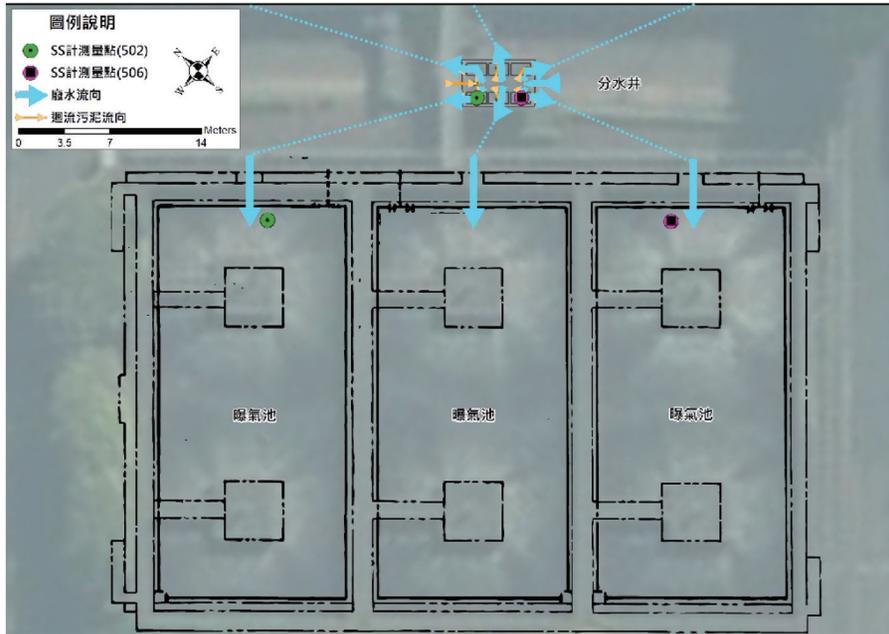


圖 9 曝氣池驗證 SS 傳感器安裝位置圖

註：原彩圖請至產業綠色技術資訊網站下載 <https://proj.ftis.org.tw/eta/index.aspx>

三、測試結果

3.1 第一次測試 (109 年 5 月 3 日)

由 2.2 節、測試緣由與方法建立的敘述中，已述明本測試之目的係了解分水井之水質分配情況。以 G-501 與 G-505 堰閘 2 處分配渠道內污水中 SS 濃度為指標，圖 10 為測試時間內由儀器取得之 2 處渠道內污水中 SS 濃度對時間的變化圖。由圖 10 可知，靠近迴流污泥管的 G-501 堰閘處污水中 SS 濃度在監測的 2 個小時 (15:20 至 17:21) 期間，幾乎所有數據均高於 G-505 堰閘處的污水 SS 濃度，此情況相當穩定。G-501/505 堰閘 2 處的污水 SS 平均值、最大值與最小值詳見表 1，由表 1 可知平均值的差距 (差異值分別除以兩個測試值) 約在 15~18%，G-501 與 G-505 堰閘 2 處污水中的 SS 濃度確有差異。

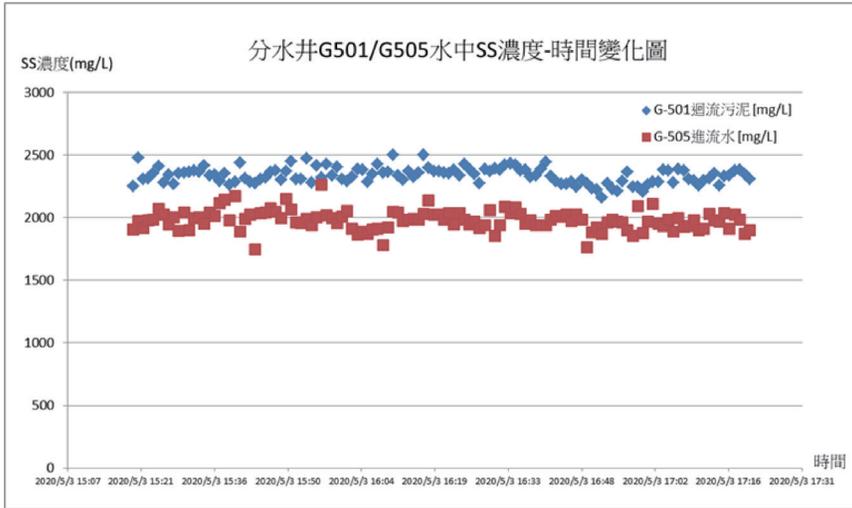


圖 10 分水井第一次測試 G-501 與 G-505 渠道內污水 SS 濃度對時間變化圖

表 1 分水井第一次測試 G-501/505 2 處的污水 SS 平均值、最大值與最小值

分水井監測位置	平均 SS 值 (mg/L)	最大 SS 值 (mg/L)	最小 SS 值 (mg/L)
G-501(靠近迴流污泥管)	2,339	2,502	2,162
G-505(靠近污水進流管)	1,979	2,263	1,747
G-501 與 G505 之 SS 差異	360	239	415

3.2 第二次測試 (109 年 12 月 15 日)

分水井的 G-502 和 G-506 堰閘 2 處分配渠道內污水中 SS 濃度為指標，本次分水井測試於下午 3 時 7 分開始，於當日下午 5 時 7 分結束，測試結果如圖 11 所示，由曝氣池 SS 濃度與時間變化圖中可看出對應鄰近迴流污泥管 G-502 的 SS 值皆高於對應鄰近污水進流管 G-506 的 SS 值，且鄰近迴流污泥管 G-502 水質變化大，鄰近污水進流管 G-506 水質則相對穩定，由此可得知 G-502 水質因鄰近迴流污泥管，故受到迴流污泥的影響相當大。

132 污水處理廠曝氣池分水井分水效果評估

G-502/506 2 處的污水 SS 平均值、最大值與最小值詳見表 2，由表 2 可知平均值的差距約在 27~37% 之間，綜合第一次測試的結果，更加顯示分水井水質分配不均。

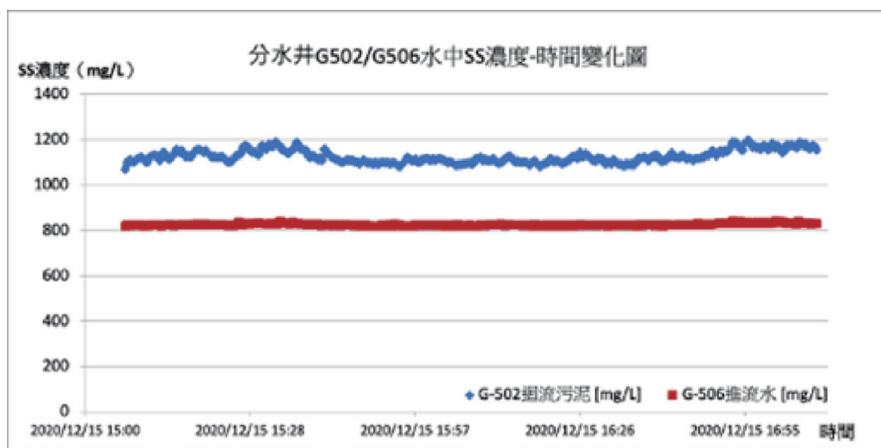


圖 11 分水井第二次測試 G-502 與 G-506 渠道內污水 SS 濃度對時間變化圖

表 1 分水井第二次測試 G-502/506 2 處的污水 SS 平均值、最大值與最小值

曝氣池監測位置	平均 SS 值 (mg/L)	最大 SS 值 (mg/L)	最小 SS 值 (mg/L)
G-502(靠近迴流污泥管)	1,125	1,198	1,068
G-506(靠近污水進流管)	824	842	817
G-502 與 G506 之 SS 差異	301	356	251

3.3 曝氣池驗證測試 (109 年 12 月 15 日)

曝氣池驗證測試中是對應流經分水井 G-502 和 G-506 堰閘 2 處之污水，經管線分別流至曝氣池，由於相對應 G-502 和 G-506 堰閘曝氣池的進流污水 SS 值有相當的差異性，進而造成不同曝氣池中的 SS 濃度值亦具有所差異。

本次曝氣池驗證測試於中午 12 時 5 分開始，而於當日下午 2 時 5 分結束，其測試結果如圖 12 所示，由曝氣池 SS 濃度與時間變化圖中可看出對應鄰近迴流污泥管 G-502 曝氣池的 SS 值皆高於鄰近污水進流管 G-506 曝氣池，且水質相當穩定，G-502/506 曝氣池 2 處的污水 SS 平均值、最大值與最小值詳見表 3，由表 3 可知平均值的差距約在 18~22% 之間，相較與分水井第一次測試或第二次測試數據，其數據結果一致，表示分水井的分水效果確實影響了後續曝氣池的水質，造成曝氣池雖在相同的操作條件下，但其實際之處理效率、微生物生長情形等皆不同。

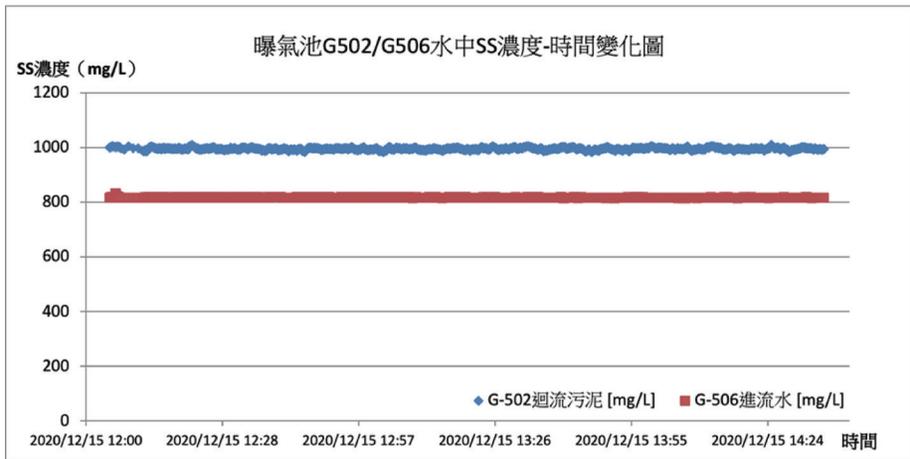


圖 12 曝氣池驗證測試 G-502 與 G-506 曝氣池內污水 SS 濃度對時間變化圖

表 3 曝氣池 G-502/506 2 處的污水 SS 平均值、最大值與最小值

曝氣池監測位置	平均 SS 值 (mg/L)	最大 SS 值 (mg/L)	最小 SS 值 (mg/L)
G-502(靠近迴流污泥管)	996	1,009	983
G-506(靠近污水進流管)	817	833	815
G-502 與 G506 之 SS 差異	179	176	168

3.4 污水廠實際 SS 測值 (109 年 12 月 15 日)

表 4 為污水廠所提供之各池槽污水 SS 濃度測值，主要列出 109 年 12 月 15 日當天調和池、曝氣池（南 / 北）以及迴流污泥等 SS 數據，其中曝氣池（南 / 北）的 SS 濃度值較本次曝氣池驗證測試之值高出許多，依據該污水廠水排許可之水質水量平衡示意圖，迴流污泥比最大約為 53%，以此迴流比估算分水井的 SS 值應約為 2,100 mg/L 左右，但當天迴流污泥比應小於 53%，推估 SS 值應小於 2,100 mg/L，故分水井測試之結果 SS 濃度值約在 817~1,198 mg/L，仍屬合理數據，其中的差異原因探討於後。

表 4 污水廠部分槽體污水 SS 實測濃度值

採樣槽體	調和池	曝氣池 (南)	曝氣池 (北)	迴流污泥
SS 值 (mg/L)	500	2,650	2,490	5,100

雖然廠方的採樣是單次的數據，但以標準方法量測的數據仍大幅高於以儀器量測的數據。然而本次數據無異常跳動的情況，且儀器已經使用污水廠污水進行校正，在測試程序上應該是正確的。經檢討上述各項數據及現場情況，得到以下的推論：

1. 儀器雖經校正，但使用於任何量測點時，仍需再做一次檢量線比對，調整儀器的參數。
2. 使用光學式的 SS 偵測儀器，比較適合使用於污水處理廠的某一定點，較長期接觸光學性質類似的污水，才可以得到適當的檢量線，使得儀器數據接近標準方法的分析數據，而每次更換使用點，抑或是天候造成反射懸浮微粒進入傳感器的光線有所差異，並不容易得到準確的結果。
3. 污水廠所收受之廢(污)水屬工廠製程污水居多，會因製程、產量、操作等造成進流水質的不均質性，故於不同時間點所測得之 SS 濃度值亦會有所不同。
4. 本次試驗使用此 SS 偵測儀器，較適合用於了解分水井水質 SS 數據的變化趨勢與相對關係，而非直接使用其絕對數據。

若以數據的變化趨勢來看，得到的結果是判斷係污水進流管設置的位置靠近 G-505/506 堰閘，而迴流污泥管設置的位置靠近 G-501/502 堰閘，兩者的設置位置相隔太遠，以至於進流污水與迴流污泥 2 股污水無法混合均勻，導致於在狹長的分水井兩端分別取樣，其污水的 SS 濃度平均值有 15~36% 的差距，此差距造成後續不同曝氣池的平均 SS 濃度值有 18~22% 的差距，以致於各座曝氣池中混合液懸浮固體濃度 (MLSS)、食微比、溶氧、空氣曝氣需求量等參數有所不同，增加操作的難度。

原設計雖然在 G-501/502 及 G-505/506 的分水井底部設置有管徑為 40 mm ϕ 的空氣管以及各 6 只散氣器，詳見圖 13，但因空氣攪拌設施故障而沒在操作，且空氣量比起進水量也顯得太小；再者，迴流污泥管與初沉出水管的相距實在太遠了，所以即使修好這空氣攪拌設施再重新啟用，甚至加大空氣管徑，也無法期望迴流污泥與初沉出水能有良好的混合。

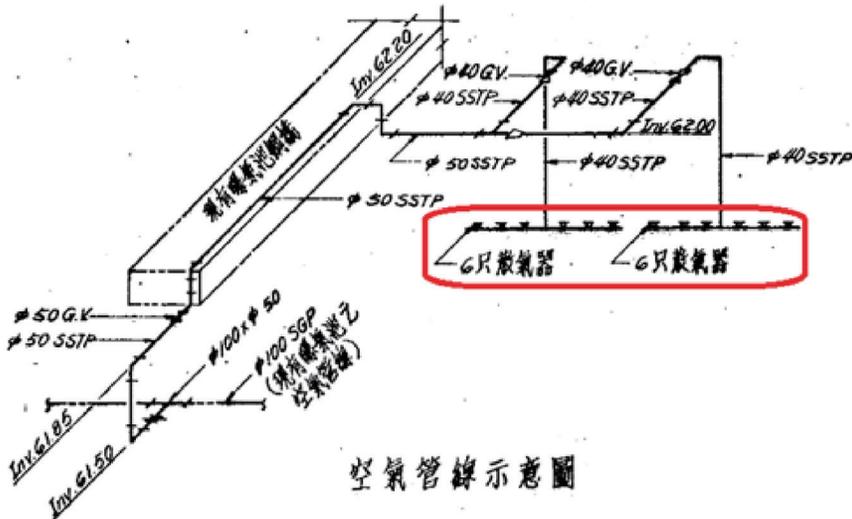


圖 13 分水井底部空氣攪拌設施圖

3.5 數據差異的原因

3.5.1 分水井第一次測試與第二次測試之數據差異

第一次測試之 SS 濃度值平均約在 1,700~2,500 mg/L，與第二次測試的 SS 濃度值 817~1,198 mg/L 有相當的差距，而造成此差異的原因首先為測試時間點的不同，由於第一次測試於 5 月進行，而第二次測試於 12 月進行，污水廠所收受之廢（污）水屬工廠製程污水居多，會因製程、產量、操作等造成進流水質的不均質性，故於不同時間點所測得之 SS 濃度值亦會有所不同。

其次為測試位置不同，第一次測試之 SS 感測器放置位置為 G-501 與 G-505 堰閘，第二次測試之 SS 感測器放置位置為 G-502 與 G-506 堰閘，其中各堰閘開度都不一致，使得堰頂水頭不一樣，使 6 個堰閘的配水量都不盡相同，且感測器放置深度也不盡相同，亦會造成所測得之 SS 濃度值不同。

最後則是儀器與天候所造成的差異，由於測試之光學 SS 計偵測原理為收集反射懸浮微粒進入感測器的光線來量測水中 SS 濃度，5 月預測試時為晴天，而 12 月測試時為陰天，受到天氣因素影響，導致 SS 濃度測值有所差異。

3.5.2 分水井第二次測試與曝氣池驗證測試之數據差異

分水井測試與曝氣池測試之數據差異原因為分水井與曝氣池水質來源及組成的不同，分水井 SS 的來源為新鮮的初沉出水與迴流污泥混合，而曝氣池池內的 SS 是分水井出流污水與曝氣池內原有污水的混合，所以水質會不同。至於儀器本身會受到不同外在環境的干擾也是原因之一。

然而，雖然不同池槽之 SS 濃度值不同，但其顯示的數值仍可明顯看出分水井出水對於其下游端池槽水質的影響，表示測試結果具有相當之代表性。

分水井與曝氣池測試與污水廠所提供之水質差異上，分水井與曝氣池測試中 SS 濃度值約在 1,000 mg/L 左右，但污水廠所提供之 SS 數據則是介於 2,000~2,600 mg/L，

造成其間差異主要因素為 SS 測定方法之不同，廠方係以標準方法測定隨機採樣的水樣，而本測試使用的是光學式的 SS 儀器，其比較適合使用於污水處理廠的某一定點，較長期接觸光學性質類似的污水，才可以得到適當的檢量線，使得儀器數據接近標準方法的分析數據，而每次更換使用點，並不容易得到準確的結果。此外，廠方只對 3 座曝氣池中的 1 座進行隨機採樣，本測試則選擇 2 座曝氣池最外側的 2 座進行即時監測，因此數據也會不一樣。

本 SS 儀器的測試數據，較適合用於了解分水井不同堰閘溢流水水質 SS 濃度的相對關係，而不能直接作為絕對數據之使用。

四、分水井現況之改善方案

分水設施的種類、準確度及水頭損失等，對於一定規模以上的中大型污水處理廠，基於操作的成敗、維修的容易與否、能源的節約等各種考量，在設計階段即應予高度重視。以生物反應池為例，為使操作平順，流入各池的污水及迴流污泥量需水質穩定，如污水及迴流污泥分水不良，則會導致各池的混合液懸浮固體量不同，食物與微生物比例亦會有差別，使得水質處理程度不一致，增加操作上的困難。

由本測試結果可知，初沉出水及迴流污泥 2 股污水，在狹長型分水井內無法充分混合，導致分水井最遠端兩個堰閘溢流水的 SS 濃度有 15~37% 的差距。為解決此問題，本文提出改善 2 股污水於分水井內混合程度的方式，詳見圖 14。

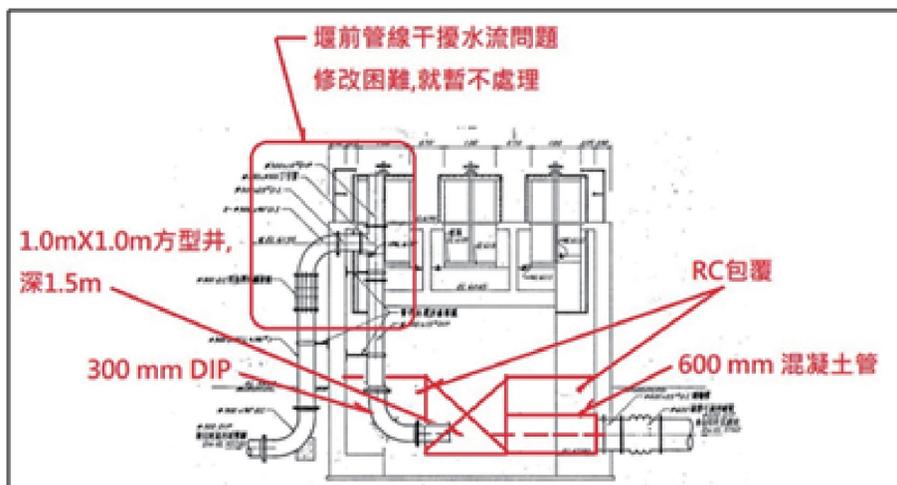


圖 14 分水井改善規劃圖

由圖 14 可知，G-501/502 堰閘之間垂直的 300mm DIP 迴流污泥管因修改困難故可暫不處理，但可將垂直管線往下延伸，並增設往分水井渠道中央延伸的彎頭；初沉出水管也同樣往分水井渠道的中央延伸，2 支管在分水井中央渠道底部的兩側，均以鋼筋混凝土包覆，使迴流污泥及初沉出水在分水井渠道的中央部分，形成一處長、寬各 1 公尺，深度 1.5 公尺的方型混合井，初沉出水與迴流污泥在此方型井內先做較完全的混合，其後此混合液往上流，再平均分配至各個堰閘，即可達成使曝氣池水質均勻分配的目標，而如再調整分水堰閘之高度使之一致，則更可使水量均勻分配至下游曝氣池。

為了在不斷水情況下完成本分水井的改善工程，本工程可以採用先在分水井外施作完成包覆銜接管之預鑄 RC 塊，再放進分水井原定位置的方式來完成。亦即事先準確的量測 RC 塊所在位置的尺寸，以及 600mm 初沉出水管在 RC 塊的設置位置，然後在現場施作包覆延長管的預鑄 RC 塊，再以吊掛方式將 RC 塊就定位。至於迴流污泥管，則可將 300mm DIP 的垂直管在與水平管的銜接法蘭處整個拆卸下來，然後同樣準確的量測底部設置位置的尺寸，接著以全新的 300mmDIP 三通管、直管及彎管的組合，在其底部澆灌尺寸準確的 RC 塊，完成後同樣以吊掛方式將 RC 塊就定位，再以伸縮接頭銜接上部原先的三通管線即可。

管線改善前後之示意圖如圖 15 所示，其中 (A) 為改善前、(B) 為改善後，由示意圖 (A) 中看出改善前廢水與迴流污泥混合距離較長，於混合時擾流的衝擊（流速）力量會因距離減少，中央渠道流速非常小幾近於零，造成混合之均勻度不足，且距離較長亦會造成兩側混合擾流程度不足，即為分水井 SS 濃度差異之主要因素；經圖 (B) 改善後，形成長、寬各 1 公尺，深度 1.5 公尺的方型混合井，縮短混合區域距離與範圍，藉由較大的流速增加兩股水流之擾流混合程度，使進流廢水與迴流污泥均勻混合後再流至各個分水管線中。

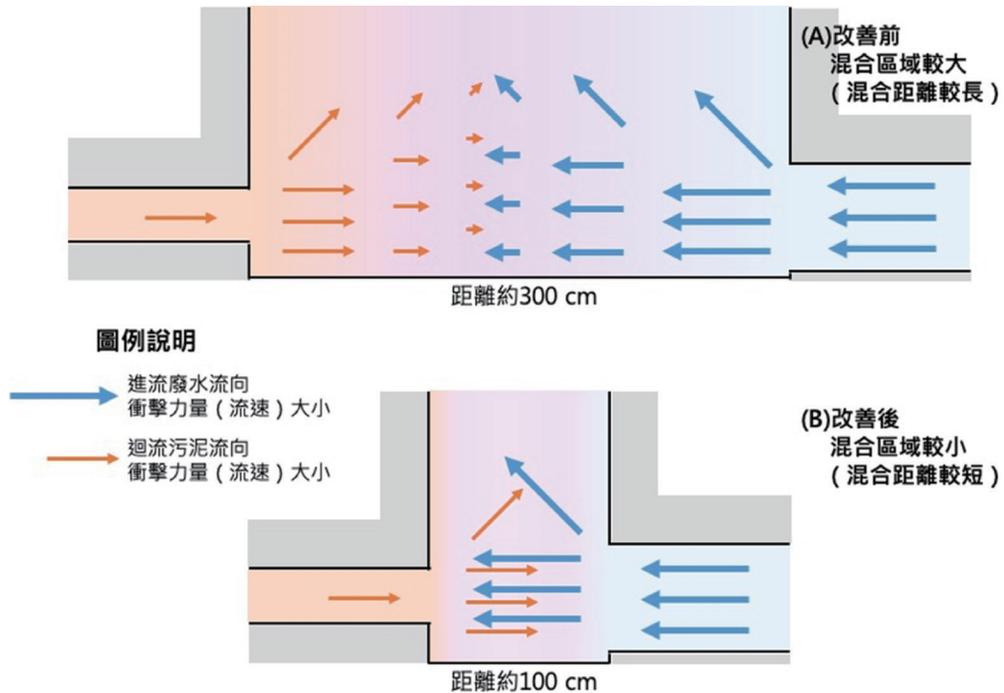


圖 15 分水井改善前後示意圖 (A) 為改善前、(B) 為改善後

五、結論與建議

1. 分水井設置的目的係使其下游端 6 座曝氣池的進流水能均勻分配，其係採用零流速渠道的方式來分水，如果分水井上 6 個堰閘的開度能保持相同，則初沉出水及迴流污泥的水量應可平均分配至 6 座曝氣池。
2. 分水井的形狀係狹長渠道型，其初沉出水管及迴流污泥管係於渠道最遠的兩端接入分水井，因 2 股水在渠道的流速幾乎為零，致使 2 股水無法有效的進行混合，即使各堰閘的開度保持相同，分配至 6 座曝氣池的溢流水，其包含 SS 濃度等各項水質亦無法相同，2 次測試的溢流水 SS 濃度有 15~37% 不等的差距。
3. 如初沉出水及迴流污泥無法在分水井內均勻混合，則其出水在分別流入 6 座曝氣池後，會導致各池的混合液懸浮固體量不同，食微比與微生物比例亦會有差別，使得水質處理程度不一致，增加操作上的困難。
4. 為提升分水井對於出流水水質能達到均勻分配的效果，本文提出不須使分水井停止運作的分水井不斷水功能改善方案，於分水井內加入內含銜接管線之預鑄式 RC 塊，縮小進流廢水與迴流污泥混合區域距離與範圍，增加 2 股水流之擾流混合程度，使水質混合均勻後再出流。
5. 本測試受限於僅有 1 組監測設備 (含 2 組 SS 感測器)，無法針對各個測試點進行同步測試，故在時間的變動下，不同類型池槽間的水質數據會有些許差異，目前僅可由數據得知水質變化趨勢與相對關係，建議未來測試時，可運用較多組 SS 感測器，如此才能將各槽體數據做交叉比對，以降低其數據誤差之可能。
6. 在監測設備部分，儀器雖已經過校正，但使用於任何量測點時，仍需於現場再做手測值與偵測儀比對，並建立檢量線，調整儀器的參數。本測試使用光學式的 SS 儀器，比較適合使用於污水處理廠的某一定點，長期接觸光學性質較類似的污水，才可以得到適當的檢量線，使得儀器數據接近標準方法的分析數據，而每次更換使用點，並不容易得到準確的結果。
7. 本次試驗使用的 SS 偵測儀器，較適合用於了解分水井不同堰閘的溢流水水質 SS 數據的相對關係，而非直接使用其絕對數據。
8. 本文所述這種以偵測儀器進行的線上即時監測，用以分析污水處理廠各單元處理效果

的技術，在國外已行之有年，但在國內仍尚不多見，期望藉由此次測試所獲得的經驗，在未來能落實以下措施：

- (1) 與儀器廠商密切的合作
- (2) 嚴選合適的儀器設備產品
- (3) 進行精準的儀器校正
- (4) 徹底了解測試池槽中的處理設備對偵測儀器可能帶來的影響
- (5) 掌握人為因素及天候狀況等對測試結果的影響
- (6) 建立周詳的 SOP

參考文獻

Glen Daigger et al.(1992), Upgrading Wastewater Treatment Plants, Water Quality Management Library, Vol. 2, Technomic Publishing Company, Inc., PP.13-48.