

# 渠道複式斷面改善水質問題探討評估-以苑裡圳 砂埤支線為例

## Evaluation of Water Quality Improvement by Composite Channels: A Case Study of Yuanli Canal Shapi Branch

財團法人農業工程研究中心

|             |               |             |              |               |
|-------------|---------------|-------------|--------------|---------------|
| 助理研究員       | 研究員           | 副研究員        | 助理技師         | 副研究員兼組長       |
| 譚允維         | 陳豐文           | 林修德         | 卓宇謙          | 張雅婷           |
| Yun-Wei Tan | Feng-Wen Chen | Hsiu-Te Lin | Yu-Chien Cho | Ya-Ting Chang |

|               |                |               |               |             |
|---------------|----------------|---------------|---------------|-------------|
| 財團法人農業工程研究中心  |                | 農業部農田水利署臺中管理處 |               |             |
| 暑期研究助理        | 暑期研究助理         | 處長            | 管理組組長         | 磁璠工作站站長     |
| 吳承勳           | 陳璿竣            | 王曼菁           | 謝明陽           | 李永式         |
| Cheng-Hsun Wu | Xuan-Hong Chen | Man-Jing Wang | Ming-Yang Xie | Yong-Shi Li |

### 摘要

渠道同時肩負灌溉及排水功能的方式常常衍生環境衛生及水質不佳問題，本研究透過實際案例探討透過灌排分離或調整斷面形式的措施改善灌溉水質及環境衛生問題同時兼顧區域排水功能之可行性；本研究選定農業部農田水利署臺中管理處苑裡圳砂埤支線為研究區域，場址位於苗栗縣苑裡鎮，水源取自於房裡溪北岸，沿線灌溉周遭農業區約 317 ha，為當地重要灌溉圳路之一，然而砂埤支線行經苑裡鎮客庄里處，為當地民生住宅密集區，且未有妥善之灌排分離措施，使得部分民生污水直接排入灌溉渠道，經本研究調查顯示問題渠段位於客庄 75-26 號巷口南側渠段、全長約 70m 之梯型箱涵暗渠，渠道斷面為渠頂寬 2.4m、渠底寬 1.6m、渠高約 1.2m，未灌溉期間之流量約 0.003cms，水深約 0.017~0.02m、流速約 0.1m/s，渠道流量小對於污水稀釋能力減少及流況緩慢易造成污水不易排出等條件下，導致水質不良、水體不佳等問題衍生；基於環境衛生及安全因素考量，本研究提出灌排分離(新設專管)或渠底複式斷面構案(上填或下挖)等措施，探討 2 種措施以改善水質問題為前提，分析汛期時對渠道最大輸水排洪量之影響，本研究顯示灌排分離(新設專管)措施對於砂埤支線最大輸水量減少約 8.02~8.93%，而渠底複式斷面構案(下挖複式斷面)僅減少最大輸水量約 1.03~1.06%，若渠底複式斷面構案調整為(上下填複式斷面)則最大輸水量減少約 10.82~10.65%；成果顯示以下挖式複式斷面最佳、灌排分離次之，上填式複式斷面減少的排洪能力幅度最大，然而亦能保有 89.18~89.35%的通洪能力。

**關鍵詞：**灌排分離、流量測定、複式斷面

## Abstract

Yuanli canal Shapi Branch is located in Yuanli Township, Miaoli County, and sources its water from the north bank of Fangli River. It's the significant canal and approximately 317 ha irrigated. However, as the Shapi Branch passes through Keshua village, a densely populated residential area, and no proper separation of irrigation and drainage system built. As a result, some domestic sewage is directly discharged into the irrigation canal. This study focuses on Alley NO.75-26 in Keshua village. The section is a box culvert with a total length of approximately 70 m, a trapezoidal shape with a top width of 2.4 m, a bottom width of 1.6 m, and a height of about 1.2 m. During non-irrigation periods, the flow rate is about 0.003 cms, with a water depth of about 0.017 to 0.02 m and a flow velocity of about 0.1 m/s. The small flow rate during non-irrigation periods reduces the dilution capacity for sewage, and the slow flow conditions make it difficult for the sewage to be discharged, leading to poor water quality and suboptimal water conditions. Considering environmental hygiene and safety factors, it is recommended to improve water quality issues through irrigation and drainage separation (installing dedicated pipes) or by implementing a composite cross-section channel (filling the top and excavating the bottom). The relevant plans should evaluate the impact on the channel's maximum water conveyance and flood discharge capacity during the flood season. The evaluation results indicate that the installation of dedicated pipes for irrigation and drainage separation would reduce the maximum water conveyance capacity of the Shapi Branch by about 8.02 to 8.93%. Implementing a composite cross-section channel by excavating the bottom would reduce the maximum water conveyance capacity by about 1.03 to 1.06%, while filling the top would reduce it by about 10.82 to 10.65%. The results show that the excavated compound cross-section is the best, followed by the separation of irrigation and drainage. The filled compound cross-section has the greatest reduction in flood discharge capacity, but it can still retain 89.18~89.35% of the flood discharge capacity.

**Keywords:** Irrigation and Drainage Separation, Flow Measurement, Composite Cross-Section Channel.

## 一、前言

農業部農田水利署臺中管理處(以下簡稱臺中管理處)苑裡工作站位於大安溪下游右岸，因其地勢平坦、幅員遼闊，為良好之稻作生產區，灌區以苑裡圳系統為主。苑裡圳之砂埤支線自苑裡圳(房裡溪)右岸取水，沿線灌溉其周遭之農業區，然而砂埤支線行經苑裡鎮客庄里處，為民生住宅密集區，容易有民生污水介入導致水質問題之發生，其中客庄里中正路一段 39 巷及鄰近客庄 71-13 號周遭渠道，長年發生渠道惡臭、水體外觀不佳造成居住環境品質下降問題，基於環境衛生及安全等因素考量，本研究針對砂埤支線(客庄里)之重要渠段提出水質問題調查，以及針對砂埤支線渠道提出相關渠道改善方案，在不影響農業灌溉、降雨排洪之基本條件下，以改善當地環境、提升生活品質為研究目的。

## 二、研究區域及方法

### (一).研究區域概述

砂埤支線為苑裡圳之灌溉系統之一，苑裡圳自大安溪取水後先於山腳站灌溉後再灌溉苑裡站，苑裡圳灌溉面積以 2023 年一期作為例為 2,632 ha，而苑裡站之灌溉面積為 1,138 ha，灌區作物以稻作為主，苑裡圳於苑裡站之灌溉系統支線由上游自下游分別為山柑支線、濁水支線、社苓支線、田寮支線、砂埤支線及西勢支線，砂埤支線為苑裡圳之第五順位之灌溉支線，其灌溉面積約 314.41 ha，其沿線分別有 13 處給水，而下游迴歸於苑裡溪後分別自左岸取水為北勢分線、右岸取水為五里牌分線，而本研究調查渠段為砂埤支線於客庄里之區域，與砂埤支線取水口沿線距離約 3.13 km，研究調查渠段為砂埤支線與中山路一段交叉口至苑裡溪，總長約 600 m，其中箱涵段長度約為 70 m、明渠段長度約為 530 m。調查渠段流經苗栗縣苑裡鎮客庄里，調查渠段全段皆位於市區內，緊鄰民宅樓房及道路，其中有爭議問題的箱涵段位於苗栗縣苑裡鎮客庄里客庄 75 之 26 號路口巷弄內，如圖 1 所示。本研究盤點輿情反應之水路問題，進一步至現場進行踏查。調查範圍為起點(0K+000)至研究調查終點(0K+600)，現場各重要節點位置如圖 2；考量民眾輿情反應渠段位於 0K+140~0K+215 m 處，為判斷現有溝渠之最大通洪能力及該渠道上游未取水供灌期間之生活污水量(污水基流量)，本研究擇定 0K+110 m 至 0K+301 m 為重點調查渠段，進一步進行渠道縱坡及斷面量測、最大通洪能力檢核及流量觀測作業。

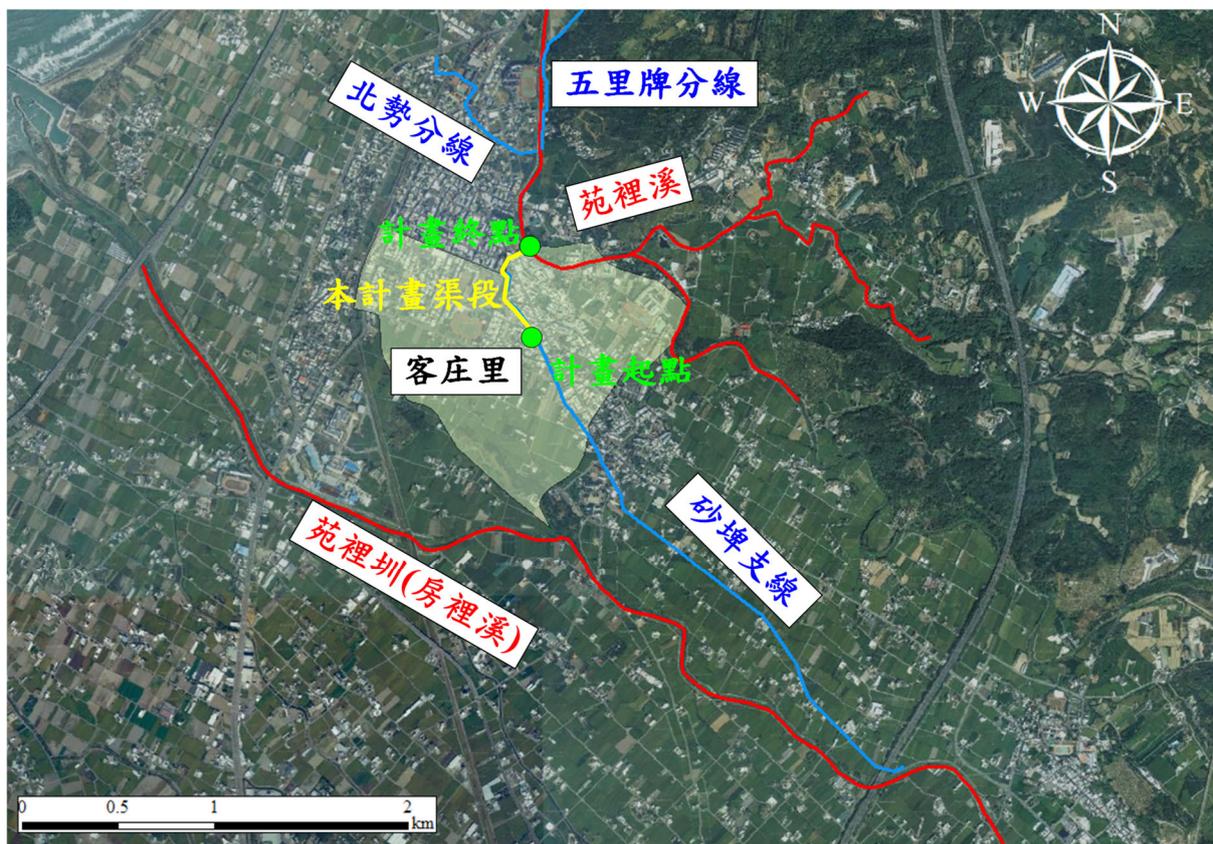


圖 1 研究區域苑裡圳砂埤支線位置分布



圖 2 苑裡圳砂埤支線調查現場各重要節點位置樁號分布

## (二).流量測定方法

流量測定方面主要利用斷面流速法進行測定，即單位時間(t)內通過的水體積( $W_v$ )，可依據(1)式或以(2)式獲得。由於渠道斷面可能屬於不規則形或是定型並無特定型態，因此可依據渠道斷面劃分為  $n$  個小斷面，由(2)式概念推估各小斷面之流量  $q_i$ ，並以(3)式及(4)式表達；此外斷面劃分則進一步可區分為中斷面法(Mid-Section method)及平均斷面法(Mean-Section method)，將各子斷面之平均流速如(5)式與對應子斷面積如(6)式，其乘積累計為總流量；其中平均斷面法假定河川通水斷面由多個不同梯形子斷面組成(如圖 2)，各子斷面平均流速為兩相鄰垂線平均流速之平均值如(7)式，各子斷面積如(8)式，依(3)式累加為總流量。考量中斷面法雖有簡便優點但準確性相對較低、平均斷面法手續繁複但高精度優點(陳豐文等，2012)，因此本研究對於流量測定以平均斷面法為主。

$$Q = \int_A v dA \dots\dots\dots(1)$$

$$Q = V_{av} \cdot A \dots\dots\dots(2)$$

$$Q = a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 v_3 + \dots + a_n v_n \dots\dots\dots(3)$$

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n \dots\dots\dots(4)$$

式中： $A$  是河川量測面之通水橫斷面積， $v$  是水流區橫斷面任一點之流速， $V_{av}$  是通水橫斷面的平均流速， $n$  為通水斷面積分割數量， $a_i$  是第  $i$  小斷面的面積， $v_i$  是第  $i$  小斷面的流速。

$$v_{avi} = v_i \dots\dots\dots(5)$$

$$a_i = b_i \cdot d_i \dots\dots\dots(6)$$

$$v_{mean} = \frac{v_i + v_{i+1}}{2} \dots\dots\dots(7)$$

$$a_{mean} = \frac{(d_i + d_{i+1})b_i}{2} \dots\dots\dots(8)$$

式中： $v_{mean}$  是平均斷面法的子斷面平均流速， $a_{mean}$  是平均斷面法的子斷面積。

由上述可知流量測定主要參數為流速及斷面參數的取得，現場流量測定項目主要為觀測水流的通水斷面積( $A$ )與水流的平均流速( $V$ )。通水斷面積( $A$ )之量測以鋼尺或箱尺為主要量測工具；流速設備採用雷達波流速儀作為非接觸式流速觀測的設備，使用之設備為美國 Stalker 公司生產之手持式雷達波流速儀(RSV)，屬於連續波雷達，因此操作時會即時傳回表面流速值，並直接平均觀測時間內之平均表面流速值，表面流速穩定者，則數值變動幅度小，當表面流況複雜時，流速即時變化幅度大，因此需持續觀測較長時間或重複觀測以維持準確性，RSV 儀器外觀及測定操作方式如圖 3。

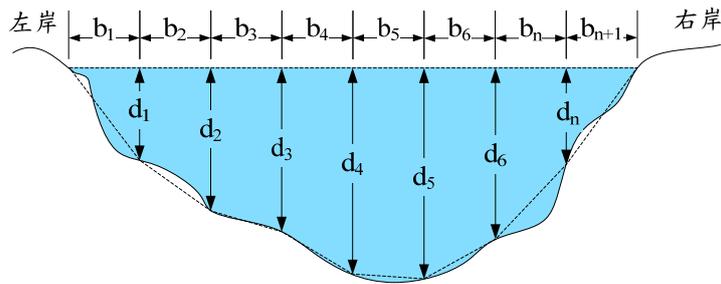


圖 2 平均斷面法示意圖



A. 雷達波流速儀外觀



B. 雷達波流速儀實測操作

圖 3 手持式雷達波流速儀 RSV 及現場操作

### (三).理論流量推估

理論推估法則是基於水連續方程式，於通水斷面積已知後透過流速推求，即可推估流量。因此流速為關鍵參數，曼寧公式(Manning Formula)常用於渠流流速計算，藉以推估河川或圳路流量，適用於所有完全粗糙渠流，由於渠道邊界材料以及流況等水理參數影響，可以用曼寧 n 值表現出來，而能量損失亦可以曼寧公式計算，其基本方程式如(9)式。重要參數之意義說明如下：n 為曼寧摩擦係數或稱粗糙係數(參酌表 1)，R 為水力半徑(Hydraulic radius)，其為潤濕斷面積(A)及潤濕周(P)比值。S<sub>f</sub> 為能量坡降(S<sub>f</sub>=h<sub>e</sub>/L)，其中 h<sub>e</sub> 為摩擦損失水頭、L 為兩渠段間之距離；當流況為均勻流(Uniform Flow)，能量坡降(S<sub>f</sub>)、水面線(S<sub>w</sub>)及渠道縱坡(S<sub>o</sub>)相等；即 S<sub>f</sub>=S<sub>w</sub>=S<sub>o</sub>

$$V = \frac{k}{n} \times R^{2/3} \times S_f^{1/2} \dots\dots\dots(9)$$

式中：V 為流速；n 為曼寧摩擦係數；R 為水力半徑(Hydraulic radius)，R 為潤濕周；S<sub>f</sub> 為能量坡降。

表 1 內面工不同材質之 n 值(人工渠道)

| 材質            | 最小值   | 最大值   | 正常值   |       |
|---------------|-------|-------|-------|-------|
|               |       |       | n     | 1/n   |
| ①水泥           |       |       |       |       |
| 表面光滑，清潔       | 0.010 | 0.013 | 0.011 | 90.8※ |
| 水泥膠砂          | 0.011 | 0.015 | 0.013 | 78    |
| ②混凝土          |       |       |       |       |
| 抹光            | 0.011 | 0.015 | 0.013 | 78※   |
| 拖光            | 0.013 | 0.016 | 0.014 | 71.5※ |
| 粉飾，底有卵石       | 0.015 | 0.020 | 0.017 | 58.8  |
| 未粉飾           | 0.014 | 0.020 | 0.017 | 58.8  |
| 噴漿，良好斷面       | 0.016 | 0.023 | 0.019 | 52.7※ |
| 噴漿，不平斷面       | 0.018 | 0.025 | 0.022 | 45.4※ |
| 岩石斷面上襯工，良好斷面  | 0.017 | -     | 0.020 | 50.0  |
| 岩石斷面上襯工，不平斷面  | 0.002 | -     | 0.027 | 37    |
| 單岸為岩石，一面混凝土   | -     | -     | 0.020 | 50※   |
| ③混凝土襯底(拖平)側面為 |       |       |       |       |
| 漿砌焚石          | 0.015 | 0.020 | 0.017 | 58.8  |
| 漿砌塊石          | 0.017 | 0.024 | 0.020 | 50    |
| 勾縫漿砌卵石        | 0.016 | 0.024 | 0.020 | 50    |
| 漿砌卵石          | 0.020 | 0.030 | 0.025 | 40    |
| 乾砌卵石          | 0.020 | 0.035 | 0.030 | 33.3  |

資料來源：內政部土地重劃工程局(2004)。

#### (四). 測量設備說明

本研究針對重點渠段進行高程及座標調查，測量作業方法首先需進行資料收集及準備，包含作業範圍區資料蒐集(控制點、範圍圖等相關資料)；現地外業踏勘(含控制點清查)；測量儀器校正(e-GPS 接收儀)與相關作業軟硬體整備。

### 三、結果與討論

#### (一). 渠道斷面及流量實測

本研究進行量測作業斷面點位共 5 點，分別為(一).測量起點、(二).箱涵起點、(三).箱涵終點、(四).CP2、(五).測量終點(如圖 2)，其中實際流量量測點位為 CP2，分別於早上、中午、下午及晚上 4 個時段進行實際流量量測。

本研究於 2023/8/7 及 8/8 除了進行渠道基本資料建置外，另針對當日流量於上午、中午、下午及晚餐時段進行量測，以掌握常態情形下圳路之單日水量變化，實測成果如表 2 所示，成果顯示當日流量約介於 0.0028~0.0037 cms 之間，水量最大時間發生在晚餐時段，水量次大時間發生在中午時段，上午及下午時段水量則相對較少，但單日水量變化極小。

表 2 渠道斷面及流量實測成果

|       |                      |                                |
|-------|----------------------|--------------------------------|
| 渠道形狀： | 梯形明渠                 | 測法：表面流速法(RSV)                  |
| 渠道尺寸： | 渠寬 2.4 m、渠高 1.7 m    |                                |
| 上午：   | 實測平均水深 $h=0.017$ m   | 通水面積 $A=0.0276$ m <sup>2</sup> |
|       | 實測平均流速 $V=0.100$ m/s | 實測流量 $Q=0.0028$ cms            |
| 中午：   | 實測平均水深 $h=0.020$ m   | 通水面積 $A=0.0320$ m <sup>2</sup> |
|       | 實測平均流速 $V=0.100$ m/s | 實測流量 $Q=0.0032$ cms            |
| 下午：   | 實測平均水深 $h=0.018$ m   | 通水面積 $A=0.0293$ m <sup>2</sup> |
|       | 實測平均流速 $V=0.100$ m/s | 實測流量 $Q=0.0029$ cms            |
| 夜間：   | 實測平均水深 $h=0.023$ m   | 通水面積 $A=0.0361$ m <sup>2</sup> |
|       | 實測平均流速 $V=0.103$ m/s | 實測流量 $Q=0.0037$ cms            |

## (二).渠道最大輸水能力之水理計算

渠道最大輸水能力之計算，乃採用水連續方程式(2 式)配合曼寧公式(9 式)進行計算之理論值；其中曼寧公式所需之坡度資料乃透過渠道尺寸量測及高程定位，並配合水路水平距離計算各水路之坡度，其計算成果如表 3 所示；坡度成果顯示坡度最小渠段位於上游測量起點(OK+110 m)至箱涵終點(OK+140 m)，坡度為 0.0027，坡度最大渠段則位於最下游，CP2(簡易板橋、OK+273 m)至測量終點(OK+301 m)，坡度為 0.0121。調查結果顯示測量起點 OK+110 m~箱涵起點 OK+140 m 利用曼寧公式推估最大流速約 1.16 m/s、進一步推估之最大通水量則約 2.43 cms；箱涵段 OK+140 m~OK+215 m 利用曼寧公式推估最大流速約 1.16 m/s、最大通水量則約 2.43 cms；箱涵終點 OK+215 m~CP2(簡易板橋)OK+273 m 利用曼寧公式推估最大流速約 2.13 m/s、最大通水量則約 5.11 cms；CP2(簡易板橋)OK+273 m~測量終點 OK+301 m 利用曼寧公式推估最大流速約 2.61 m/s、最大通水量則約 6.59 cms，由最大通水量顯示渠道下游通水量(6.59 cms)較上游(2.43 cms)大，為具有排水性質之渠道，故後續規劃設計之工程方案時，需針對改善後之最大排洪量(QMAX)影響進行檢核，以評估工程設計方案對渠道排洪現況之影響。

表 3 本研究流量測點之橫斷面及座標資訊調查成果

| 斷面位置及樁號        |                | 渠底高程   |       | 平距 | 坡度     | 最大通水量<br>推估 |
|----------------|----------------|--------|-------|----|--------|-------------|
| 上游             | 下游             | 上游     | 下游    |    |        |             |
| 測量起點<br>OK+110 | 箱涵起點<br>OK+140 | 24.31  | 24.23 | 30 | 0.0027 | 2.43        |
| 箱涵起點<br>OK+140 | 箱涵終點<br>OK+215 | 24.23  | 24.03 | 75 | 0.0027 | 2.43        |
| 箱涵終點<br>OK+215 | CP2<br>OK+273  | 24.03  | 23.54 | 41 | 0.0084 | 5.11        |
| CP2<br>OK+273  | 測量終點<br>OK+301 | 23.254 | 23.20 | 27 | 0.0121 | 6.59        |

註：本表單位坡度無單位之外，其餘均為 m。

### (三). 渠道改善方案初步研擬

由現地實測流量顯示，平日 4 個不同時段測得流量介於 0.0028 cms (241.9 cmd)~0.0037 cms (319.7 cmd)，本研究考量排水工程須保留餘裕量，故以測定之最大值乘 1.2 倍安全係數可得 0.0048 cms (414.7 cmd)，以每日流量十位數採無條件進位後之 500 cmd (0.0057 cms)為改善工程設計流量，進行相關之水理計算；以台灣每人每日污水量 282 L 換算，每日排水量 500 cmd，相當於可排除約 1,773 人之每日產生之污水量。

#### 一、方案 1：灌排分離-新設專管

考量原水路主要用途為灌溉輸水使用、容納降雨事件之區域排水匯入為輔，由於砂埤支線僅於通過市區渠段，有少數生活污水介入點利用此水路排放，為避免週遭環境惡化，則可考慮新設一條排水路，用以排放前述介入點之污水；惟考量本案溝渠附近無多餘用地，故建議以管路的形式設置專用排水管路，將流入灌溉系統中的污水集中匯入，採用渠壁附掛管路的方式，透過重力流方式導入下游周邊無住宅之明渠段排放，其餘明渠斷面則可輸送灌溉用水或降雨時產生之地表逕流(如圖 4 A)。本方案於渠道設置 6" 管路時，各渠段之水理計算成果如表 4，最大輸水容量為 2.21~6.06 cms，相較於原渠道斷面之輸水容量，輸水容量約降低 8.02~8.93 %。

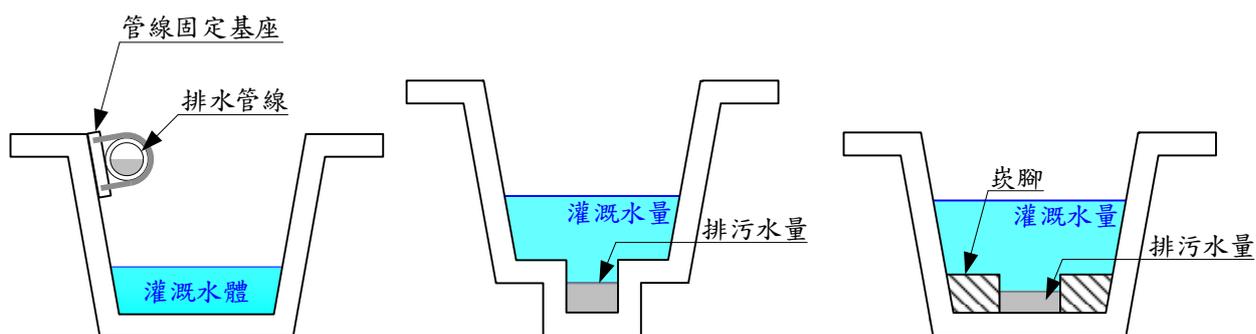
#### 二、方案 2：渠底複式斷面構案

以渠道底部設置矩形斷面溝渠為改善內容，渠道橫斷面由梯形渠道調整為上梯形、下矩形的複式斷面，子斷面用以輸送低流量(未取水供灌期間之生活污水基流量)，全斷面則用以輸送高流量(灌溉用水及降雨事件的區域排水)，本方案進一步依據是否採用開挖方式而區分為下列 2 種子方案。

(一).方案 2-1 (渠底下挖複式斷面)：挖設子斷面，於渠底向下開挖矩形溝子斷面，如圖 4 B 所示。本方案於渠道下挖矩形坎腳時，各渠段之水理計算成果如表 4，根據本研究設計渠道成果之水理計算，下挖式複式斷面渠道相較於未施作前潤周約增加 5.2 %，通水面積增加 1.43 %，水力半徑減少 3.66 %，由於曼寧 n 值及坡度不變，故流速之因變數僅水力半徑，計算得最大通水量時之流速約減少 2.42%，故下挖式斷面雖可增加通水斷面積 1.43%，然而水力半徑之減少將會降低流速 2.42%，故推算得其理論最大輸水容量為 2.41~6.52 cms，相較於原渠道斷面之輸水容量，輸水容量約降低 1.03~1.06%。

(二).方案 2-2 (渠底上填複式斷面)：增設坎腳，直接於渠底兩側填設矩形坎腳，如圖 4 C 所示。本方案於渠道增設矩形坎腳時，各渠段之水理計算成果如表 4，最大輸水容量為 2.17~5.89 cms，相較於原渠道斷面之輸水容量，輸水容量約降低 10.82~10.65 %。

本研究研擬之 3 種渠道改善方案，均會使渠道原輸水容量有所增減，輸水容量增加有助於容納更多區域排水量，反之，則須留意減少之輸水容量對於區域排水量的容納是否構成重大影響，各方案之其優缺點如表 4 所示。



A. 方案 1：灌排分離-新設專管    B. 方案 2-1：渠底下挖複式斷面    C. 方案 2-2：渠底上填複式斷面  
圖 4 渠道改善方案示意圖

表 4 渠道改善方案之優缺點比較

| 方案別                | 優點  | 缺點  |
|--------------------|---|---|
| 方案 1<br>灌排分離-新設專管  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.使污染水體在專管內污染外在環境。</li> <li>2.可將污染集中至特定地點排放，為污水下水道建設之前置準備。</li> </ol>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.施工過程需與民宅排水銜接，溝通之行政作業程序較為繁瑣。</li> <li>2.現有戶數少，施設完成後擴充性較低。</li> <li>3.降低現有灌溉渠道區域排洪功能。</li> </ol> |
| 方案 2-1<br>渠底下挖複式斷面 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.可增加渠道輸水容量。</li> <li>2.不影響區域排水之匯入量。</li> <li>3.可形成矩形最佳水力斷面。</li> </ol>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.渠底下挖，破壞渠底結構。</li> <li>2.子斷面之下挖深度需考量，末端高程需與下游渠段順接。</li> </ol>                                   |
| 方案 2-2<br>渠底上填複式斷面 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.施工簡便，不需要破壞渠道結構。</li> <li>2.較適合小型渠道。</li> <li>3.可形成矩形最佳水力斷面。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.降低容易大幅降低通水容量。</li> <li>2.中、大型渠道較不適用。</li> </ol>  |

#### 四、結論與建議

本研究於 2023/8/7 中午 12 時進行中午時段之量測作業，平均水深為 0.02 m、平均流速為 0.1 m/s、流量為 0.0032 cms；2023/8/7 下午 15 點半進行下午時段之量測作業，平均水深為 0.018 m、平均流速為 0.1 m/s、流量為 0.029 cms；2023/8/7 晚上 18 點半進行晚餐時段之量測作業，平均水深為 0.023 m、平均流速為 0.1 m/s、流量為 0.0037 cms；2023/8/9 上午 8 時進行早上時段之量測作業，平均水深為 0.017 m、平均流速為 0.1 m/s、流量為 0.0028 cms，成果顯示流量約 0.0028~0.0037 cms，以上午時段之流量最小、晚餐時段之流量最大。

渠道最大輸水容量依據現場實測之渠道斷面尺寸、坡度，並利用曼寧公式及水連續方程式推估，其中依據渠道斷面及坡度之不同，自上游至下游共分成 4 個渠段，分別為測量起點(OK+110 m)~箱涵起點(OK+140 m)、箱涵段(OK+140 m~OK+215 m)、箱涵終點(OK+215 m)~CP2 簡易板橋(OK+273 m)及 CP2 簡易板橋(OK+273 m)~測量終點(OK+301

m)，理論最大輸水容量推估成果分別為 2.43 cms、2.43 cms、5.11 cms 及 6.59 cms，其中下游之斷面、坡度較大，故該渠段之理論最大輸水容量最高。

本研究初步提出 3 個方案針對砂埤支線(客庄里)渠道改善，方案研擬分別為：方案 1-灌排分離(新設專管)、方案 2-渠底複式斷面構案。方案 1 建議採用渠壁附掛 6” 管路沿線銜接家戶排放口介入點，將各介入點納管導入下游周邊無住宅之明渠段排放，計算結果顯示 6” 排水管各渠段於滿管條件下之最小輸水容量為 0.007 cms (約 600 cmd)，大於設計流量 0.0057 cms(500 cmd)，若以設計流量反推平日最大輸水深度，水深約 0.06~0.10 m、流速約 0.411 m/s~0.722 m/s，大於致淤流速 0.3 m/s 之限制，最大輸水容量修正為 2.213~6.064 cms，較原有通水容量降低約 8.02~8.93%。

方案 2-渠底複式斷面構案，可分成方案 2-1：渠底下挖複式斷面及方案 2-2 渠底上填複式斷面，採用之複式渠道尺寸均為渠寬 0.3 m、渠深 0.1 m 之通水斷面，結果顯示新設渠道最大水位條件下之輸水量為 0.015~0.032 cms，大於設計流量 0.0057 cms(500 cmd)，若以設計流量反推平日最大輸水深度，水深約 0.03~0.05 m、流速約 0.367 m/s~0.588 m/s，大於致淤流速 0.3 m/s 之限制。根據水理計算成果顯示方案 2-1(下挖複式斷面)最大輸水量修正為 2.405~6.523 cms，較原有通水容量降低約 1.03~1.06%。方案 2-2 (渠底上填複式斷面)最大輸水容量修正為 2.167~5.891 cms，較原有通水容量降低約 10.82~10.65%。

## 參考文獻

1. Chow, V. T., 1959, "Open-channel Hydraulics," McGraw-Hill, New York.
2. Penley, W.H., 2002, "The Early Days of Radar in the UK Notes for Talks." Web site: [www.penleyradararchives.org.uk/documents/penley/early\\_radar/](http://www.penleyradararchives.org.uk/documents/penley/early_radar/) 15th October 2002.
3. 內政部土地重劃工程局，2004，農地重劃區農路、水路建造物規範手冊。
4. 王如意、易任，1992，應用水文學(上、下冊)，P.309-347、501-532，國立編譯館。
5. 李明靜，2003，「河川表面流速與流量非接觸式量測方法之發展與應用」，國立成功大學博士論文。
6. 桃園市政府環境保護局，2022，「111 年社區專用污水下水道相關法令暨生活污水源頭減污說明會」。
7. 許盈松、童琮志、周湘俊、張國強，2006，「微波雷達流速儀觀測特性研究」，臺灣水利，第 54 卷，第 3 期，P. 82-91。
8. 陳豐文、林修德、江慶星、蔡西銘，2013，「中斷面法及平均斷面法應用於流量測定之比較」，102 年度農業工程研討會，高雄。

9. 陳豐文、林修德、陳麒升，2012，「雷達測速原理應用於河川表面流速觀測之適用性分析」，農業工程研討會論文集，臺中。
10. 農業工程研究中心，2023，「苑裡圳砂埤支線(客庄里)重要渠段水質問題調查及渠道複式斷面改善方式之調查評估」，農業工程研究中心研究報告。