

南投縣埔里鎮乾溪區域排水之環境營造規劃

董小萍⁽¹⁾ 彭思顯⁽²⁾ 蔡承嚴⁽³⁾ 李冠瑤⁽⁴⁾ 蔡孟諺⁽⁴⁾

摘要

本研究以南投縣埔里鎮之乾溪為例，其屬性為區域排水，進行環境營造規劃。在研究過程中，收集包括集水區特性、既有構造物、空照圖、地形圖、河床質、水質和生態資源等基本資料，根據這些資料提出關於治理及環境營造願景的建議。其環境營造規劃主要有二個方向：一是入口意象、人行步道及休閒木椅之景觀規劃；另一是生態滯洪池之規劃，該池位於乾溪上游河段，長約 200 m、寬約 60 m、深約 2.5 m。依照目前之規劃，該滯洪池可產生滯洪效果，約可將重現期距 50 年之洪峰流量減低為重現期距 25 年之洪峰流量，並且透過側堰之設計，大約 10 分鐘後滯洪池將會溢滿再流回乾溪主河道。除此之外，亦建議使用生態工程方式設計滯洪池，種植水生植物來改善水質，最後希望能結合治水理念與景觀規劃於乾溪之環境營造。

(**關鍵詞**：區域排水、環境營造規劃、滯洪池)

Planning and Environmental Construction of Local Drainage in Puli Town, Nantou County

Shaw-Ping Dung⁽¹⁾

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

Szu-Hsien Peng⁽²⁾, *Cheng-Yan Tsai*⁽³⁾, *Guan-Yao Lee*⁽⁴⁾, *Meng-Yan Tsai*⁽⁴⁾

Assistant Professor⁽²⁾, Former Student⁽³⁾, Student⁽⁴⁾, Department of Space Design, Chienkuo Technology University, Changhua City, 500 Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The study is to introduce an example of planning and environmental construction concerning local drainage called Cian Creek located on Puli Town. In Nantou County, the administration property of Cian Creek belongs to local drainage or minor streams in Taiwan. In this research, we collected the basic data including watershed properties, existing structure conditions, aerial photographs, topographic surveys, particle size measurements, water qualities, and biological

-
- (1) 國立中興大學水土保持學系講師
 - (2) 建國科技大學空間設計系助理教授
 - (3) 建國科技大學空間設計系學士
 - (4) 建國科技大學空間設計系學生

resources, etc. for further analysis. Based on these information, we proposed the following suggestions concerning controlling floods and also included future perspectives. The plan of environmental construction is divided into two parts: (1) the landscape scheme including the entrance image design, wooden sideway and view benches; (2) the ecological flood detention pond. The detention pond located on Cian Creek upstream is around 200 m long, 60 m wide, and 2.5 m deep. According to present planning, the detention pond can reduce the flood peak discharge of 50-year return period to a return period of 25-year peak discharge. About 10 min. later, the detention pond will be full and the flood can flow into the channel of the Cian Creek by the sideweir design. Besides, we also suggested the detention pond should be designed by the ecological engineering. In addition to preventing floods, the detention pond also has the functions of tourism and clarifying water quality by planting aquatic vegetation. Finally, the combination of hydraulic structures and landscape designs is presented for the planning and environmental construction of Cian Creek in the present study.

(Keywords: Local Drainage, Planning of Environmental Construction, Detention Pond)

前 言

臺灣近年來常發生重大颱風災情，造成社會嚴重損失，其中區域排水之功效是否能發揮實為防治水災工作中重要的環結所在，亦為當前政府在水患整治中之首要工作。94年3月14日「行政院財經會報第10次會議」中原則同意經濟部所提分8年編列800億元經費，比照基隆河模式，系統性治理縣(市)管河川、區域排水及事業海堤，有效解決淹水問題之構想；同時經濟部依指示提報「易淹水地區水患治理綱要計畫」並於94年7月5日奉行政院核定。未來幾年各縣市政府將依據上述原則規劃提報相關區域排水之治理方案，同時水利署亦要求所有治理方案均需針對排水系統作全盤之檢視與分析，並建立相關水情資料，確定整體規劃與治理方針，提升後續治理與管理工作效益，使沿岸居民免受水患威脅，並減少各項財務損失，期除改善易淹水之問題外，亦完整提出總合治水、

河川保育與營造之策略(水利署水利規劃試驗所，2006a；陳葦庭等，2006)。

河川排水整治需兼顧區域內的排水灌溉、生態保護、休閒遊憩功能等，藉由規劃的過程發展該地區水域環境永續經營的願景，將水域空間由邊緣化的角色轉為空間的主軸，串連周邊景觀特色、人文歷史、生態環境等營造多樣化的風貌(水利署水利規劃試驗所，2006b；Federal Interagency Stream Restoration Working Group, 2001)。早期區域排水治理規劃主要以防洪「治水」理念為主，直至近年來民眾對景觀環境及生態保育日趨重視，區域排水之「利水」及「環境」觀念因應而生，以往水泥護岸造成景觀醜陋之情況，因國家正大力提倡水與綠的建設而期許以生態工程取代之。本文以南投縣埔里鎮壠溪區域排水為研究主題，其架構主要由兩大部分組成：第一部份為基地分析，主要內容為基地位置調查、氣候及水文、水理分析等；第二部份則為環境營造計畫，內容有

發展潛力分析、計畫願景，以及滯洪池與人行道規劃與設計等，最後提出相關結論與建議。

區位概述

1. 位置

墘溪位於南投縣埔里鎮與仁愛鄉地界處，排水集水區範圍西起南投縣埔里鎮大埔里，經蜈蚣里橫跨仁愛鄉中正村至法治村與萬豐村交界處，集水區面積約 2097 ha，本區域排水路除墘溪下游段及鯉魚潭排水有構築渠道堤防外，在中上游河道兩岸大多尚無人為保護工，區域範圍如圖 1 所示。

2. 氣象與水文

本集水區氣象參考數據係引用距集水區較近之中央氣象局日月潭氣象站之統計資料。本區全年氣溫偏低，約在 14°C~23°C 之間，平均氣溫約 19.2°C，各月之平均氣溫以 7 月最高，為 22.9°C，而以 1 月最低，為 14.1°C。

依據日月潭氣象站統計資料得知，本區位於內陸山區，海拔高，受此高山地形之影響，本區降雨量十分豐富，唯獨在時間、空間上分配不均，雨量集中在夏季，冬秋季為枯雨期。區內年雨量集中在 5~8 月期間，10 月開始則進入乾枯期直至隔年 1 月，乾濕季非常明顯，月平均雨量以 6 月份之 458.2 mm 為最高，最低為 11 月份之 24 mm，年平均雨量為 2363.2 mm。

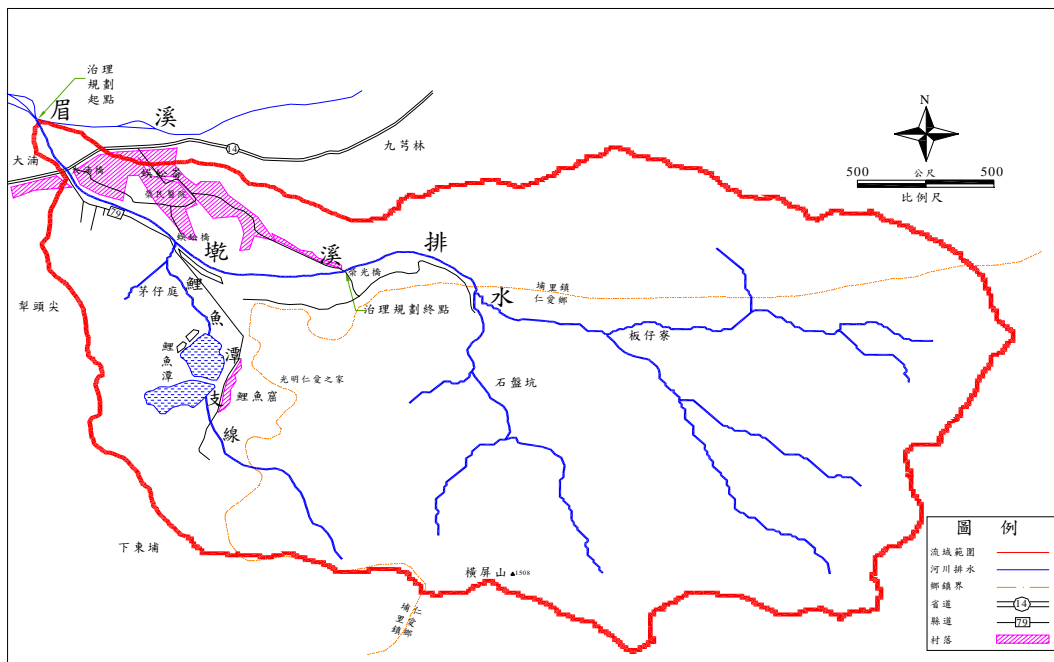


圖 1. 墘溪排水集水區範圍

Figure 1 . The watershed of Cian Creek.

3. 土石流及崩塌地

本集水區在經歷 921 地震及桃芝颱風後受創嚴重，經過水土保持局調查，集水區內 921 後劃定土石流潛勢溪流有 2 條分別為南投 013 及南投 015，皆為野溪形式主要分布在中下游埔里鎮蜈蚣里，危險等級分別為高及中等級。而在桃芝颱風後劃定之土石流潛勢溪流有 5 條，分別為南投 A113、南投 013、南投 015、埔里 002、埔里 004，屬於坡面型及溪流型土石流潛勢溪流，主要位於埔里鎮蜈蚣里及仁愛鄉中正村。

在 921 地震後本集水區產生 66 處崩塌地，主要分布在壠溪中下游，其總面積為 13.28 公頃佔集水區面積 0.65%，皆是屬於山崩型式的崩塌地。本集水區在桃芝颱風後產生的崩塌地有 44 處，其總面積為 25.52 ha 佔集水區面積 1.26%，主要分布在壠溪上游，也是屬於山崩形式的崩塌地。

而在 2004 年 6 月 29 日至 7 月 5 日，本集水區因敏督莉颱風引進強烈的西南氣流，帶來罕見的降雨強度及累積雨量造成重大災害，在集水區上游石盤坑及板仔寮有大量土石崩塌的情形，崩塌的土石大都為頁岩板岩易風化的岩層，土石崩塌的原因可能為敏督莉颱風時，集水區降雨強度為歷年來罕見，而集水區上游坡度多為六級坡，加上地質破碎土壤鬆軟使得大量土石滾滾而下堆積河道。

水文分析

1. 雨量資料觀測及整理

本研究所蒐集之雨量資料以水利署所轄

雨量站為主，包括清流(1)站、北山(2)站及惠蓀(2)站。蒐集其歷年雨量記錄，做為暴雨頻率分析之基礎。因考慮降雨之空間變異性，本研究利用徐昇式法求取平均雨量，該法係考慮降雨之空間變異，依各雨量站之相對位置，以決定各雨量之控制面積。

雨量資料序列為每年日雨量之年最大值，為設計排水斷面之需，資料分析選取一日暴雨及二日暴雨進行頻率分析。分析歷年最大值序列之統計特性，需符合水文統計理論之不偏性、獨立性及均一性之要求。因而雨量資料的選取採各站年最大降雨而不採用年超越降雨，主要係由於後者無法保證所有的觀測資料均為互相獨立，恐違反統計分析獨立性之要求。

由於上開三個雨量站之紀錄年份長度各不相同，原則上以 1969-2004 年間 36 年的雨量資料做為降雨頻率分析之基礎。基本上，清流(1)站及北山(2)之紀錄年份長度均符合所需，惟惠蓀(2)站之紀錄年份長度不足，其所缺少之紀錄年份雨量資料則以最接近之二個雨量站：清流(1)站及新八仙站之雨量資料平均予以補足。

2. 頻率分析

本研究之水文頻率分析採用徐昇式法面積權重方式，計算計畫範圍內之面積平均雨量，統計歷年一日及二日最大降雨量，採用一般較常用之機率分布，包括常態分布、二參數對數常態分布、三參數對數常態分布、對數皮爾遜 III 型分布及極端值 I 型分布作為頻率分析之依據。

在本研究中，雨量資料對於各機率分布皆配適良好，各種機率分布所得出之頻率降

南投縣埔里鎮乾溪區域排水之環境營造規劃：董小萍、彭思顯、蔡承嚴、李冠瑤、蔡孟諺

雨量都相當接近。但整體而言，以對數皮爾遜 III 型之頻率降雨量較大，因此本研究採用對數皮爾遜機率分布所得到之暴雨量做為設計暴雨之標準。

3. 洪水量分析

目前國內最常用之洪峰流量估算方法包括合理化公式(Rational Formula)及單位歷線法(Unit Hydrograph Method)兩種。二者各有其適用範圍及適用時機，一般於水工結構物計算流量時，於集流面積較小的流域(一般以集流面積小於 10 平方公里)，可採用合理化公

式估算；若集流面積較大(集流面積大於 10 平方公里以上)，或欲進行動態水理模擬時，則採用單位歷線法估算，其中以合理化公式所推得的洪峰流量，一般較單位歷線法所推得的洪峰流量大(Chow et al., 1988)。本研究使用三角形單位歷線法推估洪峰流量，且三角形單位歷線法尚可提供設計逕流歷線資料，可作為滯洪功能分析演算之用。其結果如表 1 及圖 2 所示。

表 1. 單位歷線法演算洪峰流量成果表

Table 1. Peak discharge estimation by the unit hydrograph method.

控制點	控制面積 (km ²)	洪峰流量 (cms)				
		2 年	5 年	10 年	25 年	50 年
A TWD97 TM (252819, 2651093)	7.781	114.1	142.4	156.2	190.5	208.7
B TWD97 TM (251826, 2651301)	13.133	190.4	235.0	255.9	260.4	310.9
C (榮光橋)	15.058	209.2	259.7	270.2	320.7	358.2
D (蜈蚣橋)	19.431	265.8	328.5	354.7	400.5	430.1
E (大湍橋)	20.071	270.5	334.8	369.2	419.3	450.0
F (與眉溪匯流處)	20.972	272.1	337.3	372.6	423.1	454.9

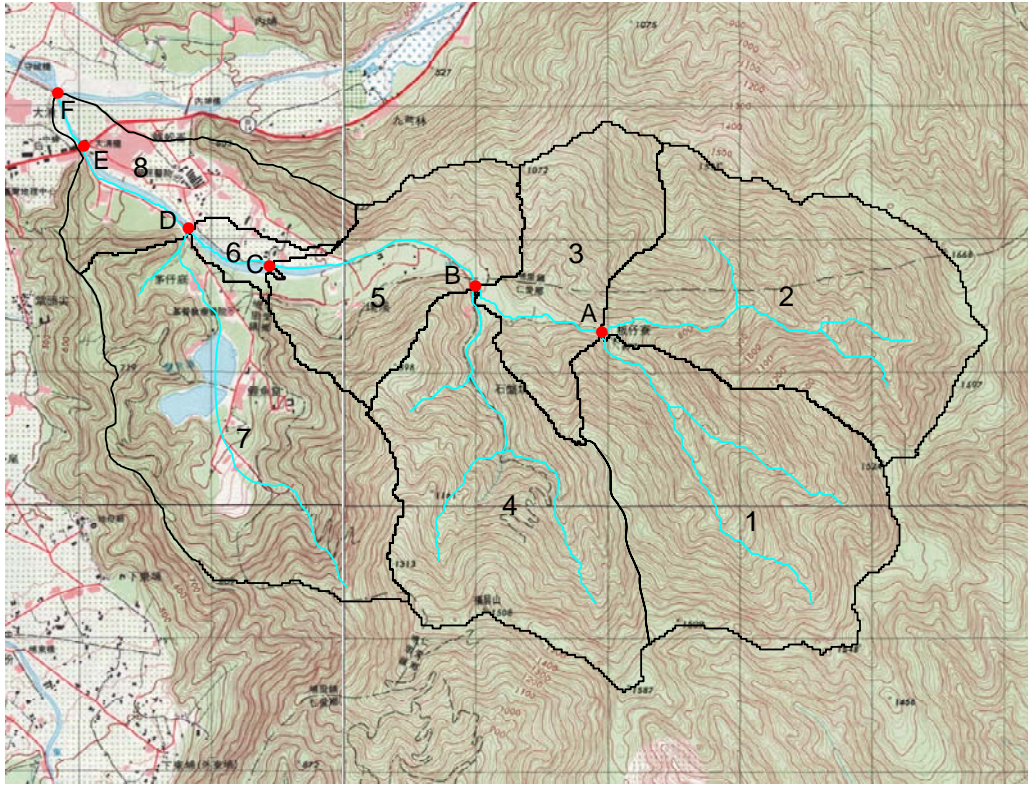


圖 2. 逕流量分析流量控制點位置圖

Figure 2. Outlet location of runoff discharge analysis.

水理分析

爲了解壩溪排水路現況通水能力，依實測渠道縱、橫斷面資料及水文分析所得之各重現期距洪峰流量，本研究分別進行了一維及二維的數值水理分析(US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center, 1995; O' Brien, 2003)。其一維部份由壩溪與眉溪匯流口起算，採用HEC-RAS軟體以標準步推法推求各斷面不同頻率年之水位、流速等資料，以檢討排水路各段現況之排水功能，以供綜合治水對策與改善方案研擬之參

考，演算結果如圖 3 所示。由水理演算結果顯示，目前壩溪排水自榮光橋處以下河段渠道通水能力大都在 Q_0 以上，唯蜈蚣橋上游面通水能力介於 $Q_0 \sim Q_5$ 間，而在大湍橋附近河段渠道通水能力則低於 Q_0 ，至於鯉魚潭支線自出口(匯入壩溪主線蜈蚣橋附近)至鯉魚潭支線制水閘門段全線通水能力均在洪水重現期距 10 年以下。

爲了解本研究區可能淹水情形，遂利用 FLO-2D 數值模式進行二維現況淹水模擬。本次模擬以 20x20 m 之 DTM 爲主，並將實測地形之資料加入，再進行內插後採用邊長爲 20 m 之網格作爲地形資料演算。分別以 2 年、5

年、10年、25年及50年之洪峰流量進行淹水模擬，結果如表2所示。茲以重現期距10年及25年為例，繪出淹水深度分佈如圖4及圖5。主要淹水範圍集中在渠道兩岸及上游低漥地區，下游接近眉溪匯流處部份因地勢平坦淹水範圍較大，但淹水深度較深地區卻是位於榮民醫院上游河道與榮光橋下游河道等地區，研擬可能原因為河道受束縮而導致向上游迴堵。經初步模擬結果顯示，本計畫區內10年重現期淹水面積約為46.92ha，平均深度約為2.07m，淹水體積約略估計為97萬立方公尺。

依據現況水理演算結果配合現場查勘訪

問研判，本地區洪災成因主要有以下幾點：

1. 墘溪上游土砂產量豐富，易造成下游河道淤塞，造成河道通水承載量減低。
2. 下游部分河道兩岸尚未完成整治，大滴橋段至與眉溪匯流口處河道為束縮断面，有河道通水能力不足之現象。
3. 早期設計之大滴橋橋樑已不符合現今設計標準，橋樑落墩過多，降低河道通水断面能力，有礙水流之行進。
4. 鯉魚潭社區無截、排水系統之規劃，支線渠道断面小，河道內用地又遭佔用，造成通水能力不足，易發生洪災。

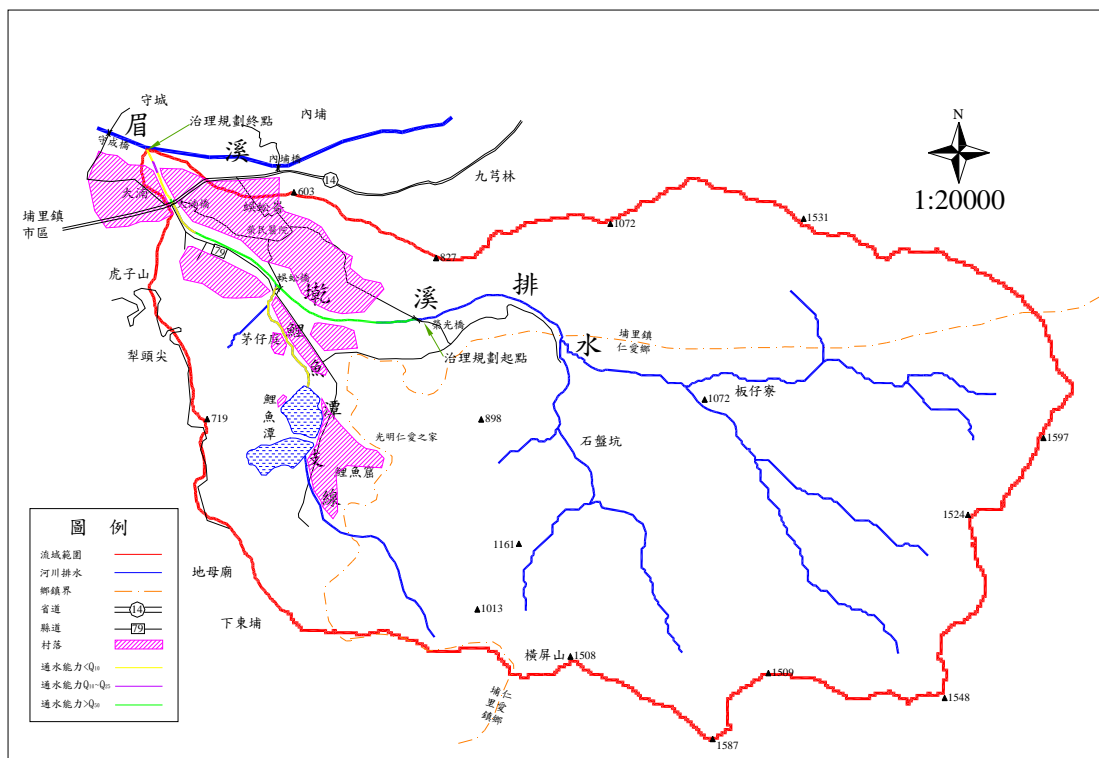


圖3. 墘溪排水現況通水能力示意圖

Figure 3. The present capacity of channel in Cian Creek.

表 2. 壠溪地區現況淹水檢討成果表

Table 2. The present flood area of Cian Creek.

重現期距 (年)	洪峰流量 (cms)	平均可能淹水深度 (m)	最大可能淹水面積 (ha)	模擬淹水體積 (m ³)
2	272.1	1.93	38.16	736,488
5	337.3	2.01	43.25	869,325
10	372.6	2.07	46.92	971,244
25	423.1	2.1	54.51	1,144,710
50	454.9	2.15	59.59	1,281,185

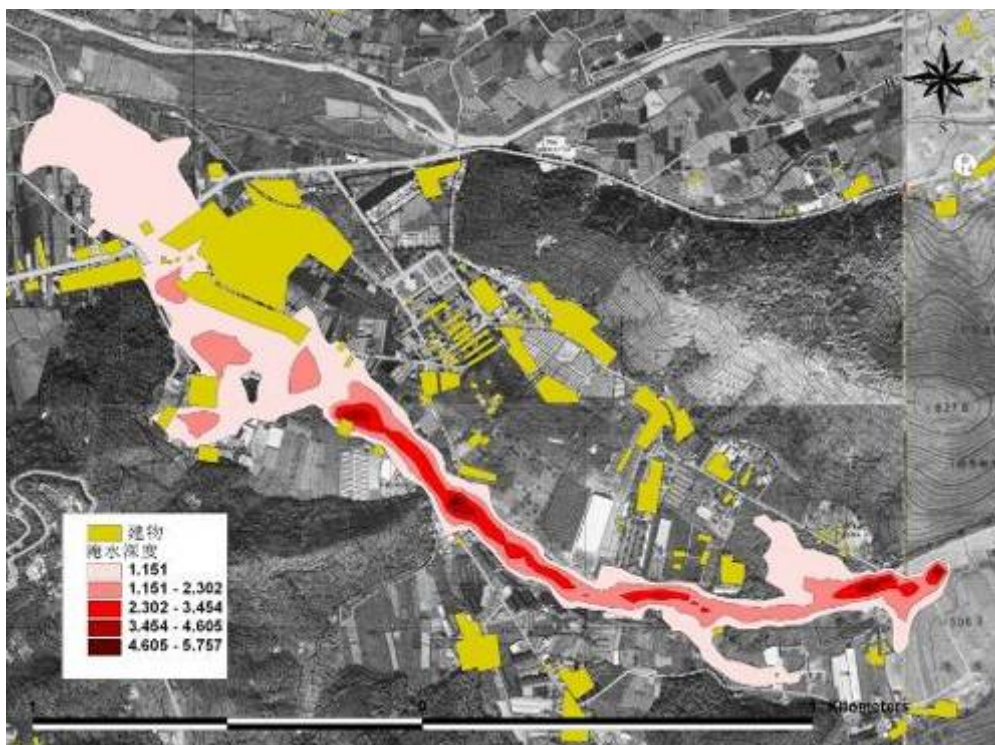


圖 4. 10 年重現期距模擬現況淹水深度示意圖

Figure 4. Flood simulation of 10yr return period.

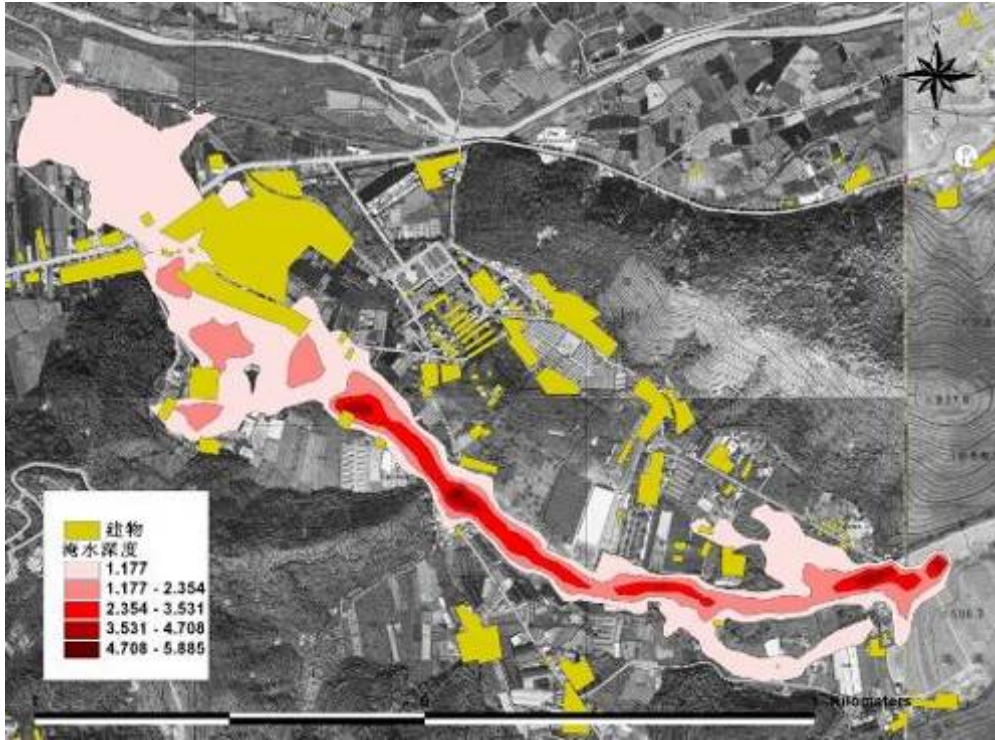


圖 5. 25 年重現期距模擬現況淹水深度示意圖

Figure 5. Flood simulation of 25yr return period.

環境營造規劃

1. 規劃構想

南投縣的埔里鎮，可說是個旅遊觀光的好去處，它的好山好水可以吸引許多遊客的前往，並且周遭的景點多，水文生態是壩溪的發展點，壩溪有著優渥的先天條件，加上沿岸旁就是投 79 縣道，在這條人行道活動的人們不在少數，因此應該具備更多樣化的特色和吸引力。本規劃是以長廊步道、休閒兼運動為主題，並觀察使用空間及居民需求之不足的地方，改造公共環境、美化地方環境，改善成為具有生態性的生活休憩空間。

2. 環境營造計畫願景

壩溪下游河道銜接大湳橋，從大湳橋接河道向上游之聯外道路投 79 線，清晨及下午時段當地居民會使用道路旁之人行步道做運動休閒，此人行步道長約一公里，但入口意象之表現不足；如果要做壩溪的生態導覽或觀光，以及吸引人潮入內的目標，需要把第一印象傳達給遊客，可以使用簡單且明瞭的堤岸道路重新規劃設計、明顯的方向指標以及行車暫停空間等，能夠充分的吸引遊客目光，也能達到宣傳壩溪路段之美。

鯉魚潭位於投 79 支線，與壩溪畔之人行步道尾段相隔約一公里多。該鯉魚潭支線是雙向一線道，供車輛行走，車速高車流量中

等，在觀光景點銜接路段的發展與走向，可從聯外道路規畫自行車道，自行車對於環境以及自然生態的影響可減至最小，而從休憩住宿處就可以租用自行車，從鯉魚潭出發到附近的觀光景點如台灣地理中心碑、台灣香草園、台一生態教育休閒農場、觀音瀑布、獅子頭瀑布、埔里酒廠、林淵美術館、木生昆蟲博物館、牛耳石雕公園等，帶動觀光方式的轉變，串聯各活動區，配合其他地區的開發，發展成民眾最佳的週休二日好去處。

本計畫區位於埔里鎮，埔里地區基本上即是以風景名勝而著名，透過對基地現況的瞭解及發展潛力分析，將重點發展區鎖定於鯉魚潭支線區、壩溪主線區及台 14 線區：

(1) 鯉魚潭支線區

本區已有許多現有景點，包括鯉魚潭、埔里農會酒莊、天水蓮飯店、鯉魚潭 Art's 藝文空間等。配合既有之特色打造親山親水的生態城鄉，營造休閒廊道與生態廊道，塑造休閒農業之願景。

(2) 壩溪主線區

配合河道整治營造生態環境及景觀遊憩空間，農村綠地系統之建構，應考量既有自然紋理之連結(如：河川水系與水圳系統)與人文空間紋理之區隔與串聯(如：城鄉單元以及農作嵌塊組合之人文地景)，並互相連結支援系統成型。結合水資源、公園綠地、景觀廊道計畫，塑造本區成爲生產、生活、生態共存之生態城鄉環境。

(3) 台 14 線區

本區未來之願景可以上述之區域爲基礎，以生態旅遊爲主、結合當地景點及民宿，

配合週休二日以台 14 線爲軸線向外延伸至周邊遊憩，例如埔里酒廠、台灣地理中心碑、台光香草園、台一生態教育休閒農場等，甚至可達廬山溫泉、清境農場等深入仁愛鄉等地區。

3. 環境營造計畫內容

(1) 入口意象

本入口前段部分，配合觀光景點之用途，設計入口意象告示來往人潮，路經多處的觀光景點，提供行人以及行車者的路標。設計概念由“樹木”的形式轉化而來，以分枝之樹幹指示道路的方向，再加上葉子形式的招牌將位於各道路上的景點名稱與距離標示清楚(圖 6)。

(2) 木棧道

爲使來往人潮有更優美且舒適的步道，選用木棧道及休憩用的觀景椅增添民眾停留賞景的心情，也帶動居民對運動之重視如健行與慢跑，令來往人們能接近自然並養成愛護自然的習慣。使用木頭是爲融合景觀，用其他素材反而增加其衝突性。木棧道將設計爲一定間格及在樹下設計座椅，增加民眾休憩停留的時間，並將其前方欄杆扶手設置外弧，增加景觀視野的樂趣，也將能讓觀賞者有較廣闊的親近感(圖 7)。

(3) 河岸生態工程

木棧道的對岸風景極美，在山水間透露著埔里的風土民情，並將整體做行經之入口意象，表達特色與明顯指標，可帶動串聯觀光景點的人氣，並且展現埔里自然之美。爲避免破壞此自然美感，新施作的護岸建議以考慮生態工程設施(圖 8)。

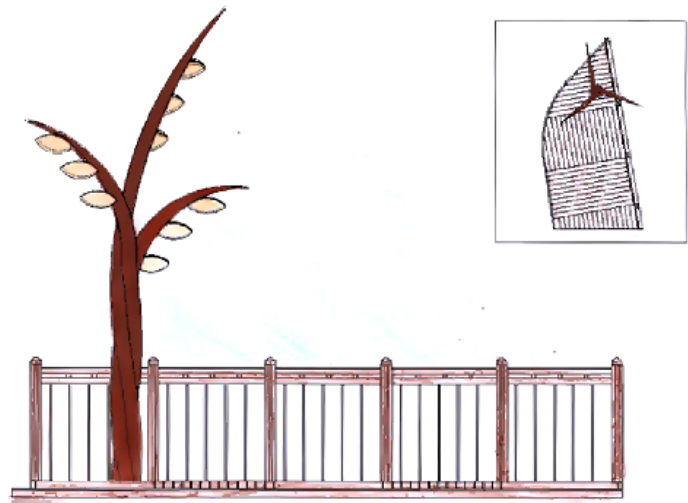


圖 6. 入口意象示意圖

Figure 6. The entrance image.



圖 7. 木棧道及座椅規劃

Figure 7. Planning of wooden sideway and view bench.

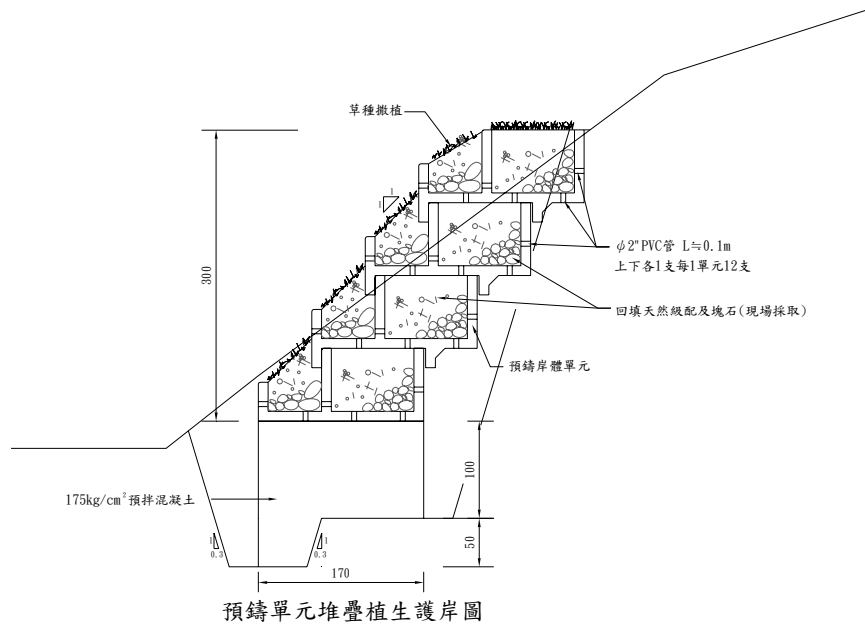


圖 8. 植生護岸標準圖

Figure 8 . Standard diagram of stream bank with vegetation.

(4) 滯洪池

為了減緩大雨帶來的洪峰流量，位於榮光橋上游較山區的地方設置滯洪池及人工浮島，並以自然草坡與石堤做為降低水流之衝擊效應。在人工浮島的方面，配置能夠改善、淨化水質的水生植物，如聚藻、布袋蓮(浮水蓮花)。其週遭的景觀配置也利用當地原有的植栽如野荳及青箱(野雞冠，草決明)、大花咸豐草(鬼針草)及昭和草(神仙菜、野木耳)、梭果榕及雀榕(鳥屎榕)、野薑花、馬櫻丹、孟仁草、牛筋草以及台灣懸鉤子等。

為使壠溪因大雨所帶來的洪水得到紓解，故於本基地設置滯洪池(圖 9)，滯洪池長度約 200 m，寬約 60 m，面積約 1.2 ha，深度約 2.5 m (圖 10)，銜接壠溪主線，以減緩洪水

流量。此基地連接著產業道路，民眾可經由產業道路到達滯洪池的親水空間及空地，並從事野外郊遊與體驗大自然的生活，更能增添民眾與大自然的親水空間及互動。

滯洪池之規劃構想為當河流水位超過一定高程後會自然溢流入本滯洪池以達到減緩洪水溢流，並且透過側堰之設計控制流量，經過水理計算之初步分析，本滯洪池規劃約可將重現期距 50 年之洪峰流量減低為重現期距 25 年之洪峰流量。在滯洪池上游設置一開口，長約 71 m、高 0.25 m 之側堰(水理計算見附錄)，大約 10 min 後滯洪池將會溢滿再由滯洪池流回壠溪主河道。同時在滯洪池裡亦配合原有地形設置了一個人工浮島以及規劃配置有幫助於淨化水質的水生植物，並且建

南投縣埔里鎮乾溪區域排水之環境營造規劃：董小萍、彭思顯、蔡承嚴、李冠瑤、蔡孟諺

議使用生態工程與選用當地植栽種類作為初步方向，讓生物的生活環境不受打擾。

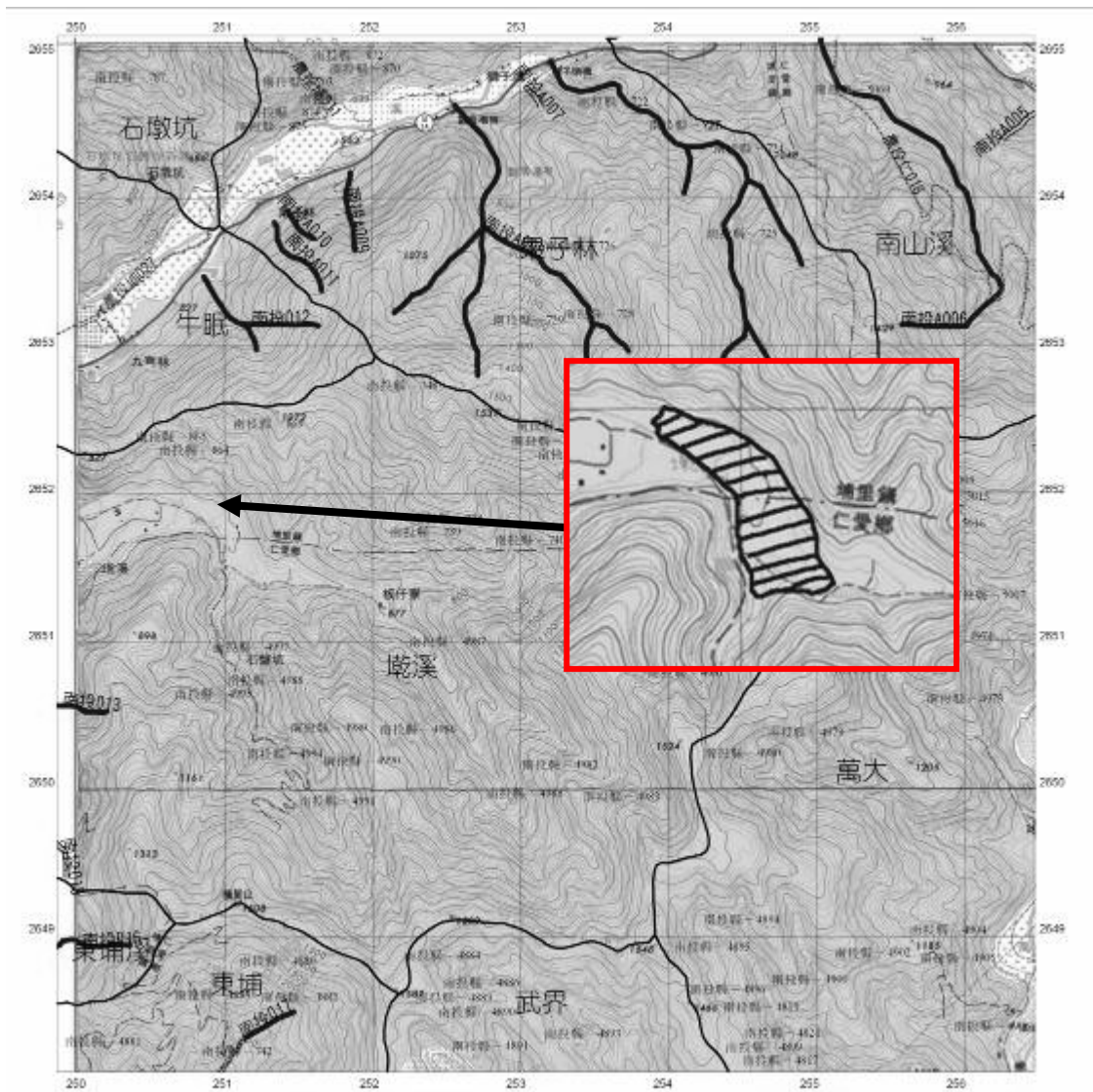


圖 9 . 滯洪池位置

Figure 9 . Location of flood detention pond.

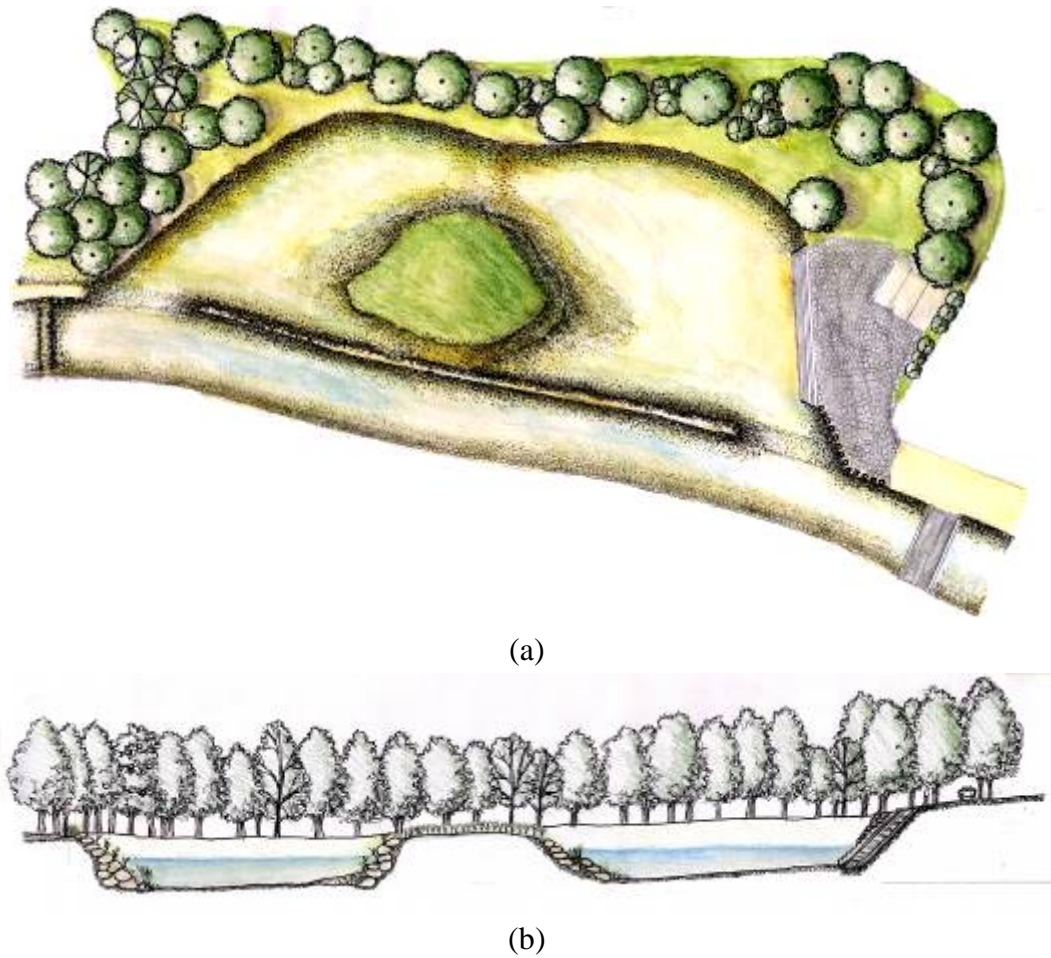


圖 10 . 滯洪池規劃：(a)平面圖；(b)剖面圖

Figure 10 . Planning of flood detention pond: (a) plan view; (b) profile view.

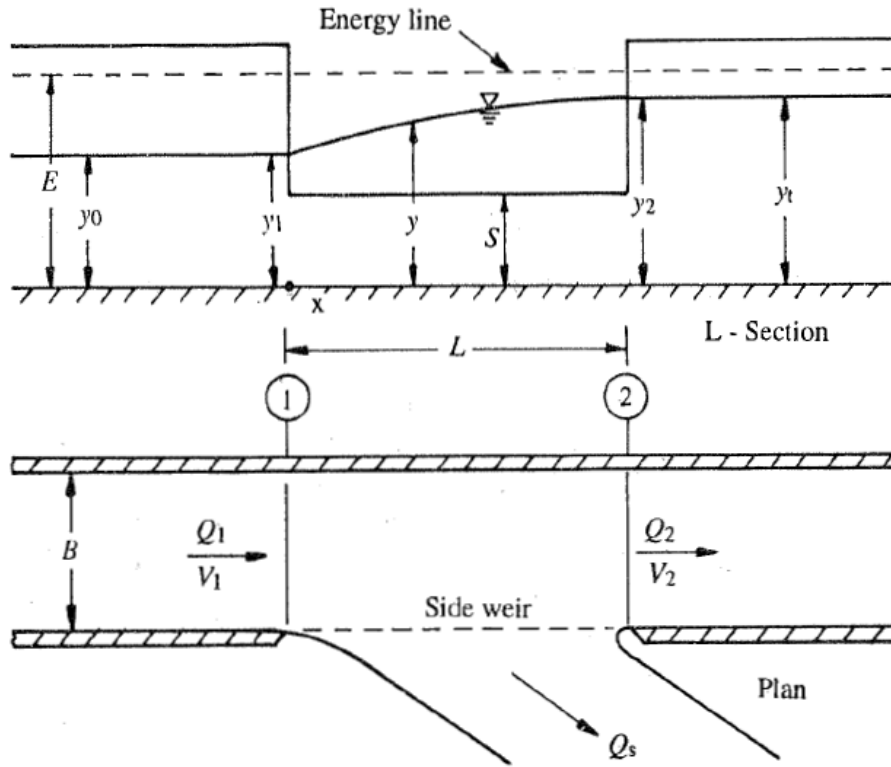
結 語

本文以規劃區域排水為主軸，配合綜合治水理念輔以環境營造規劃，從資料蒐集、現場調查、居民訪談等過程出發，進而進行水文、水理分析，以獲得更多詳細的資訊，作為後續規劃之參考。其規劃原則仍是以防洪治水為主，防洪規劃以重現期距 10 年為標

準，25 年不溢堤為原則，並且為兼顧坡地排水治理，應用滯洪池概念希望能將防洪標準提高至重現期 50 年。最後提出環境營造願景及初步景觀規劃構想，以期能結合治水理念與景觀規劃。

附 錄

本文係利用明渠水力學中之側堰(side weir) (Subramanya, 2003)。其相關符號說明如附圖 1。



附圖 1. 側堰之示意圖(Subramanya, 2003)

Figure A.1 . Illustration of side weir (Subramanya, 2003)

依據連續及動量方程可推得 SVF (Spatially-Varied Flow) 方程如下：

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_0 - S_f - \frac{Q}{gA^2} \frac{dQ}{dx}}{1 - Fr^2}$$

若假設 $S_0 = S_f$ ，則對於矩形堰側流量可表示如下

$$-\frac{dQ}{dx} = \frac{2}{3} C_M \sqrt{2g} (y - s)^{3/2}$$

其中 C_M 為 De Marchi 係數，從 De Marchi 方程可得側堰長度 L

$$L = \frac{3}{2} \frac{B}{C_M} (\phi_{M2} - \phi_{M1}) \quad (1)$$

其中 ϕ_{M1} 、 ϕ_{M2} 分別為上、下游之 De Marchi 方程函數

$$\phi_M = \left(\frac{2E - 3s}{E - s} \right) \sqrt{\frac{E - y}{y - s}} - 3 \sin^{-1} \sqrt{\frac{E - y}{E - s}}$$

其中： B 為水道寬， E 為比能， s 為側堰高， C_M 為係數可由以下經驗公式求得

$$C_M = 0.611 \sqrt{1 - \frac{3F_1^2}{(F_1^2 + 2)}}$$

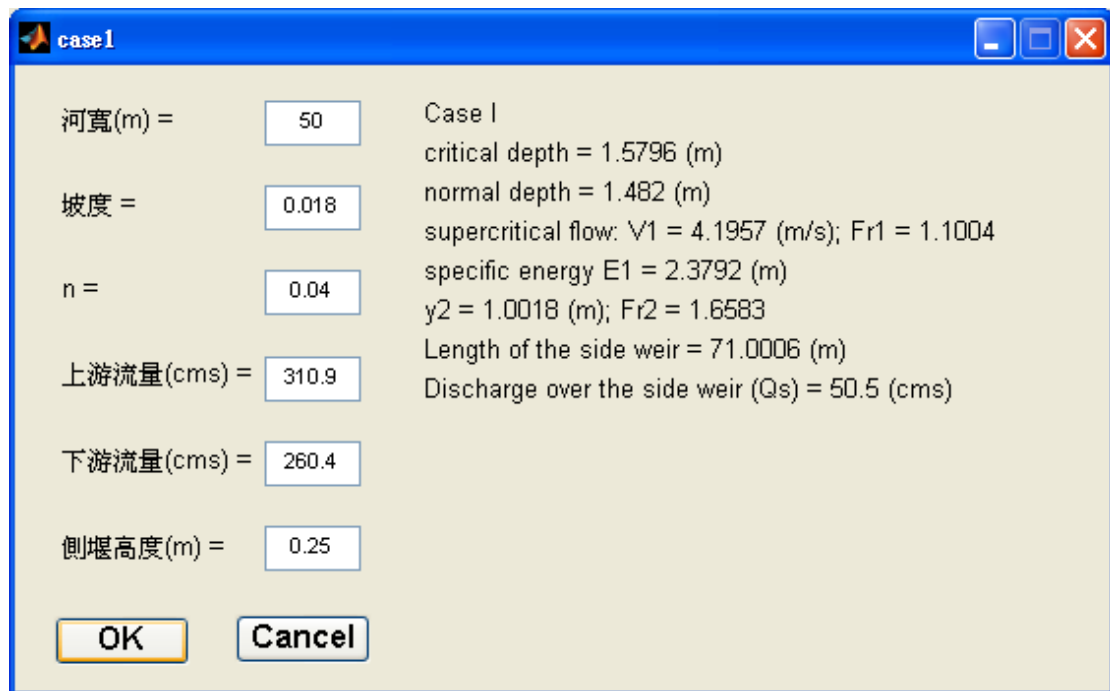
$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gy_1}} \text{ for subcritical flow}$$

$$C_M = 0.36 - 0.08F_1 \text{ for supercritical flow}$$

因此，可利用上述方法計算從側堰流出的流量，其中有兩種情況：

- (1) 已知上游流入流量 Q_1 及下游流出流量 Q_2
 → 可計算側堰長度 L 及從側堰進入滯洪池之流量 Q_s (4)
- (2) 已知上游流入流量 Q_1 及側堰長度 L →
 可計算下游流出流量 Q_2 及從側堰進入滯洪池之流量 Q_s

本處滯洪池之滯洪量估算則假設側堰上游之流量為 310.9 cms (重現期距 50 年)、水道寬 50 m、底床坡度為 0.018，曼寧 n 值為 0.04，則正常水深及臨界水深分別為 1.482 m、1.580 m，平均流速及福祿數為 4.20 m/s 及 1.10。比能(specific energy) $E_1 = 2.379$ m，假設側堰下游之流量為 260.4 cms (重現期距 25 年)，且下游之比能相同，則可由試誤法求出 $y_2 = 1.002$ m。



附圖 2. MatLAB 計算程式視窗界面

Figure A.2 . Computational windows interface of MatLAB language

南投縣埔里鎮乾溪區域排水之環境營造規劃：董小萍、彭思顯、蔡承嚴、李冠瑤、蔡孟諺

由上述之第(1)種情況，可得假設側堰高為 0.25 m，其側堰長度為 71 m，因此本滯洪池可在乾溪主線入口處設計一側堰，可使 50.5 cms 之流量流入滯洪池(其計算過程以 MatLAB 程式撰寫成視窗界面如附圖 2)，依目前滯洪池規劃之容量約 30,000 m³(長約 200 m、寬約 60 m、深約 2.5 m)，則約 10 min. 左右注滿，下游出口處可以自然溢堤方式設計，可協助疏緩洪水之威脅。

參考文獻

1. 陳葦庭、梁文盛、謝澤楨、朱家興、陳清茂(2006) 「頭前溪河川環境營造計畫規劃」，第十五屆水利工程研討會論文集，中壢，pp. P-36-P-43。
2. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2006a) 「河川治理及環境營造規劃參考手冊」。
3. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2006b) 「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」。
4. Chow, V.T.; Maidment, D.R.; Mays, L.W. (1988) *Applied hydrology*. Singapore: McGraw-Hill.
5. Federal Interagency Stream Restoration Working Group (2001) *Stream corridor restoration: principles, and practices*. Washington, D.C., USDA Publishing.
6. O'Brien, J.S. (2003) *FLO-2D users manual*. Nutrioso, FLO Engineering Inc. Publishing.
7. Subramanya, K. (2003) *Flow in Open Channels*. New Delhi: McGraw-Hill.
8. US Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (1995) *HEC-RAS river analysis system – hydraulic reference manual*. Davis, USACE Publishing

97 年 01 月 02 日 收稿

97 年 01 月 20 日 修改

97 年 01 月 26 日 接受