

# 雙溪中游生態堤岸及高灘地公園規劃之水力分析

毛振泰<sup>1</sup> 吳瑞賢<sup>2</sup> 汪荷清<sup>3</sup> 李頤<sup>4</sup> 陳碧君<sup>5</sup>

<sup>1</sup> 國立中央大學土木系博士班研究生

<sup>2</sup> 國立中央大學土木系教授

<sup>3</sup> 皓宇工程顧問公司總經理

<sup>4</sup> 皓宇工程顧問公司經理

<sup>5</sup> 皓宇工程顧問公司專案經理

## 一、前言

雙溪屬淡水河系，為台北市區少有水質良好、生態資源豐富之溪流，其中又以雙溪中游「望星橋至劍南橋間」河段自然度較高，加以周邊擁有故宮、中影等觀光遊憩據點，為本市極具發展親水、生態復育機能之河域。

養工處於七十八年公告前述河段堤線，並設定防洪標準為 50 年重現期洪水流量。近年來因生態景觀意識之興起，台北市政府都市發展局為避免台灣地區傳統的河川整治一味以防洪功能為其唯一目標，而忽略河川在環境生態及景觀美質上的效益，特別選定雙溪中游自強橋至婆婆橋間河段【照片 1 婆婆橋附近景觀】【照片 2 自強橋旁景觀】，進行細部規劃。擬由本計畫整合兼具生態復育、景觀遊憩發展與防洪治理多功能之工程規劃示範，做為未來台北市河川整治的參考方向，亦是落實台北市成為生態城市與達成水土生態資源永續發展之開端。

## 二、環境概述

### (一)河段左岸

整體而言，本河段之高灘地腹地較寬廣，目前主要為青青農場用地【照片 3 青青農場鳥瞰圖】，為高強度利用之高灘地，包含多處建築結構設施，有餐廳、游泳池、溪畔烤肉區、高爾夫球練習場等，提供野餐、烤肉、高爾夫球練習活動，原有自然河川高灘地風貌已不復見。。

### (二)河段右岸

右岸已開發區則受故宮影響而文化藝術氣息濃厚，但沿河可用之高灘地腹地較狹窄，主要有住宅、學校及機關用地；且目前衛勤學校及至善天下民宅之建物已緊臨雙溪河域約 10 公尺左右，並配合其他各項相關用地變更及開發計畫，以及規劃中之藝文中心及轉運中心計畫，興築堤防設施。關於現況剖面見現況剖面圖 1 及現況剖面圖 2 及現況分析圖 3。



照片1 婆婆橋附近景觀



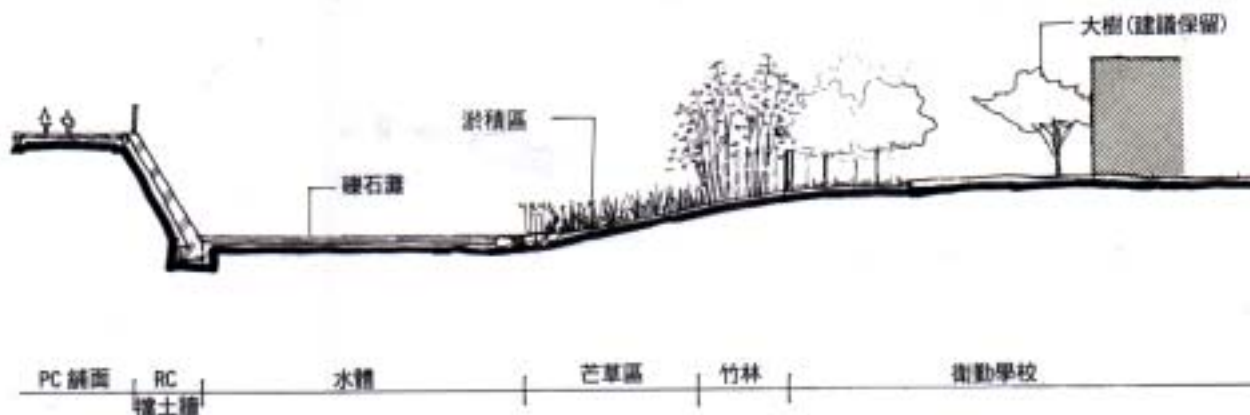
照片2 自強橋旁景觀



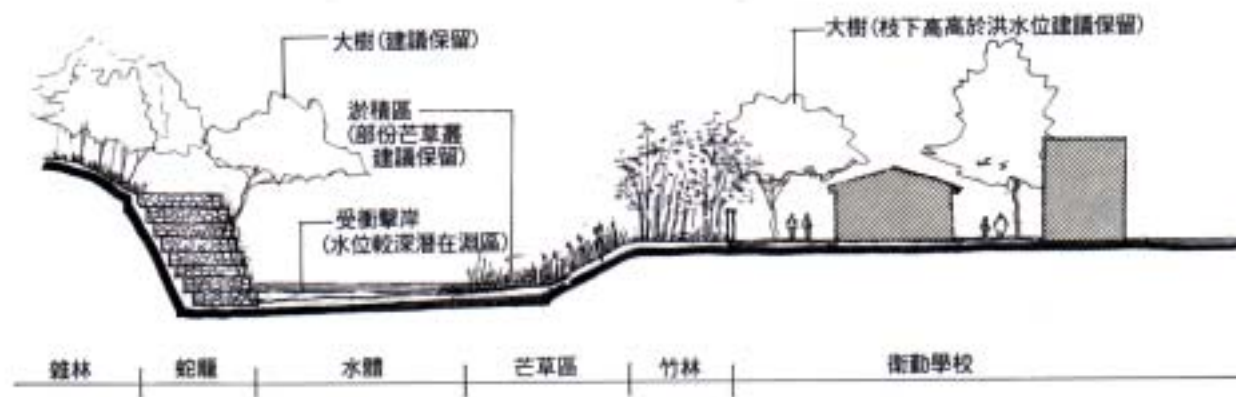
照片3 青青農場鳥瞰圖



橋位索引圖



橋位 12 現況剖面圖 S : 1/300  
(自強橋附近)

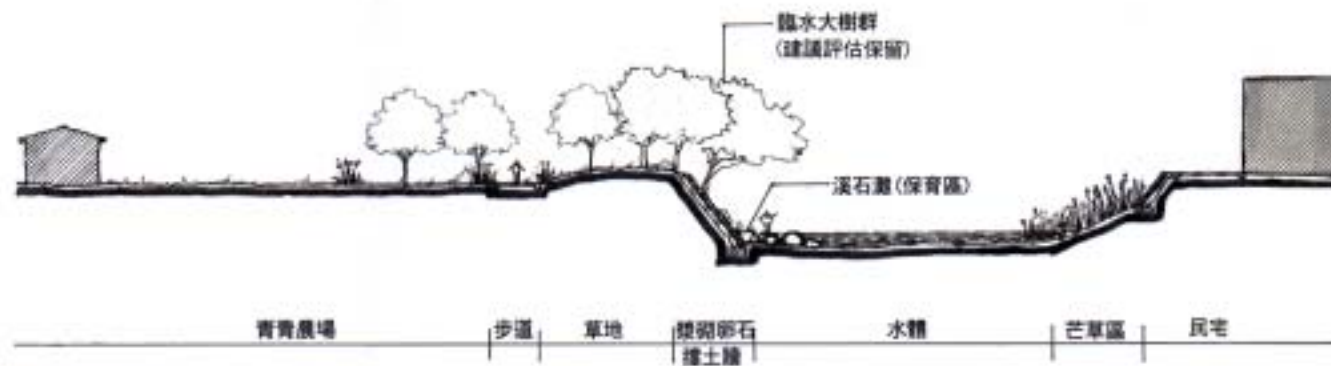


橋位 15 現況剖面圖 S : 1/300  
(街動學校附近)

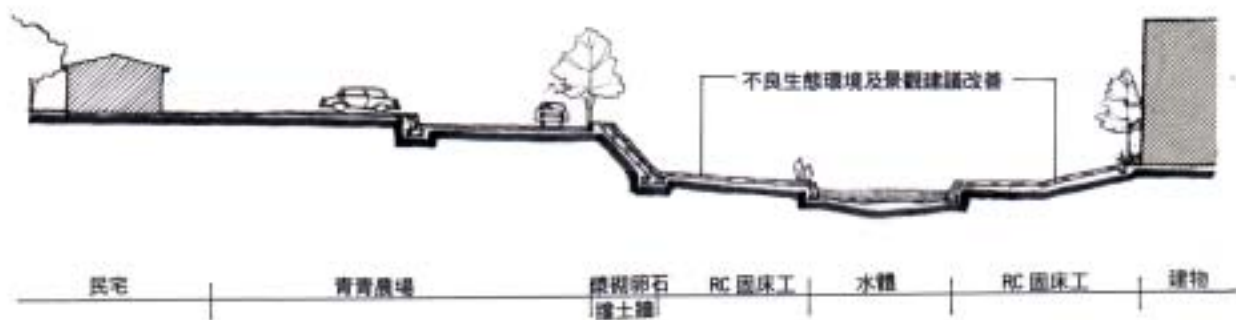
圖1 現況剖面圖一



槽位索引圖



槽位 21 現況剖面圖 S : 1/300  
(至善天下附近)



槽位 23 現況剖面圖 S : 1/300  
(婆婆橋附近)

圖2 現況剖面圖二





圖 3 現況分析圖

### 三、規劃構想【見圖 4 規劃構想圖】

(一) 建立河堤、人與河川良好的互動關係

(二) 在安全考量下，設置生態堤岸取代硬式堤防，總量控制提升河岸親水性

(三) 以環境復育為原則，提供民眾生態教育的機會

(四) 創造生態及視覺美質兼具的綠色河岸景觀

(五) 使河川具有承受動態變化之彈性條件

(六) 提供完整的動線系統及防災路線規劃

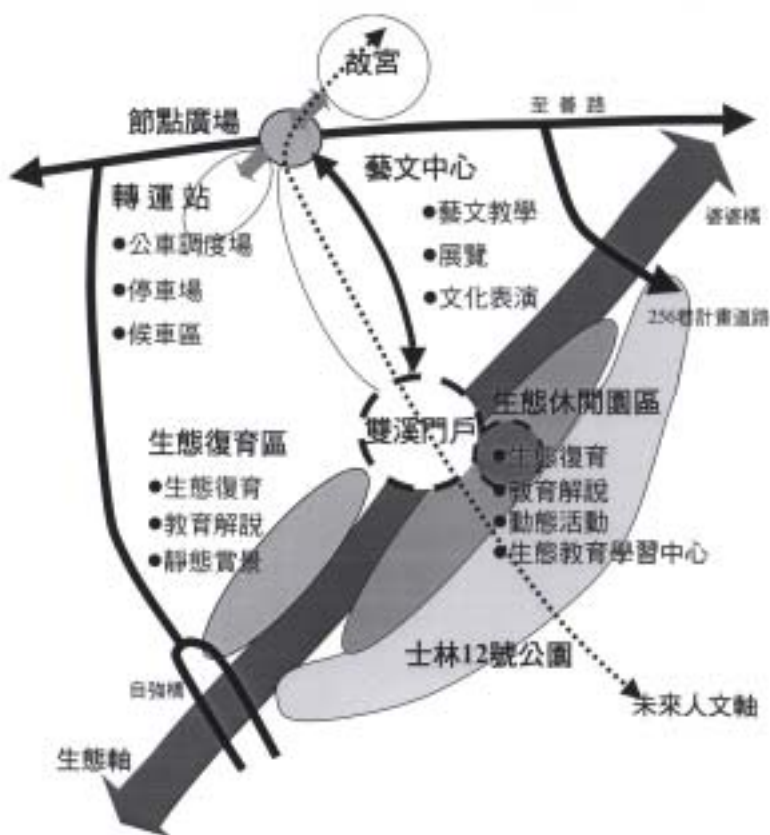


圖4 規劃構想圖



## 四、全區配置計畫【見圖 5 平面配置圖】

### (一)右岸生態復育區

雙溪右岸配合衛勤學校整體開發計畫，將其全面規劃為生態復育區，限制動態活動進入本區，以避免干擾水域敏感生態。由臨水區域以至堤頂，可將其空間劃分如下：

#### 1. 水岸植物復育區

此區除致力於水岸植物的復育、河川自然型態的維持外，更可作為水域與高灘地之間的緩衝，保護此一天然的生態廊道避免遭受過多人為活動的侵擾。

#### 2. 濕地生態區

運用整地手法，於高灘地上設置復育濕地植物之濕地水域區，成為右岸主要的濕地生態教育解說點。

#### 3. 高灘地植栽復育區

運用此區之空間從事各種原生植物的復育，並藉由解說牌達成教育解說的功能。

### (二)左岸生態休閒園區

本河段左岸地區擁有較大的腹地，其自然度不若右岸地區高，主要之生態資源分佈於臨溪一側，因此改造此人為開發區為生態休閒園區，除了積極進行復育工作外，並滿足休閒遊憩之需求。其空間分佈可說明如下：

#### 1. 原有植被保留區

目前雙溪左岸臨溪沿青青農場一側，大樹群落由來已久，胸高徑大於 15 公分者多，甚至有 100cm 以上者，且生長勢良好，對於河道景觀而言，實屬難能可貴之資源；除能提供實質之遮蔭與休憩功能外，喬木根系有利於邊坡

的固著與穩定，並在河岸的生態體系中具有重要的影響性，應妥善予以保留。

## 2. 動態活動區

利用現有青青農場之已開發區，留設活動草坪，導入適於高灘地之活動，如放風箏、玩飛盤、球類運動等，形成本河段主要之活動集結點與休憩空間，結合藍帶與綠帶之豐富資源，促成親山親水之機會。

## 3. 濕地生態區

運用整地手法與挖填平衡之原則，於高灘地上設置復育濕地植物之濕地水域區，成為左岸主要的濕地生態教育解說點。

## 4. 植生護坡及復育區

運用高程之變化，使原有山坡地與高灘地間形成漸緩之綠坡，運用原生之低矮灌木綠叢包被空間，形成具觀賞性的綠化植生護坡，同時栽植原生喬木進行次生林之復育。

### (三) 堤頂綠道活動區

堤頂綠道在限制車行的前提下，成為帶狀的休閒活動空間，提供各類活動使用如休憩、賞景、騎自行車、直排輪鞋運動等等，是右岸主要的動態活動區。

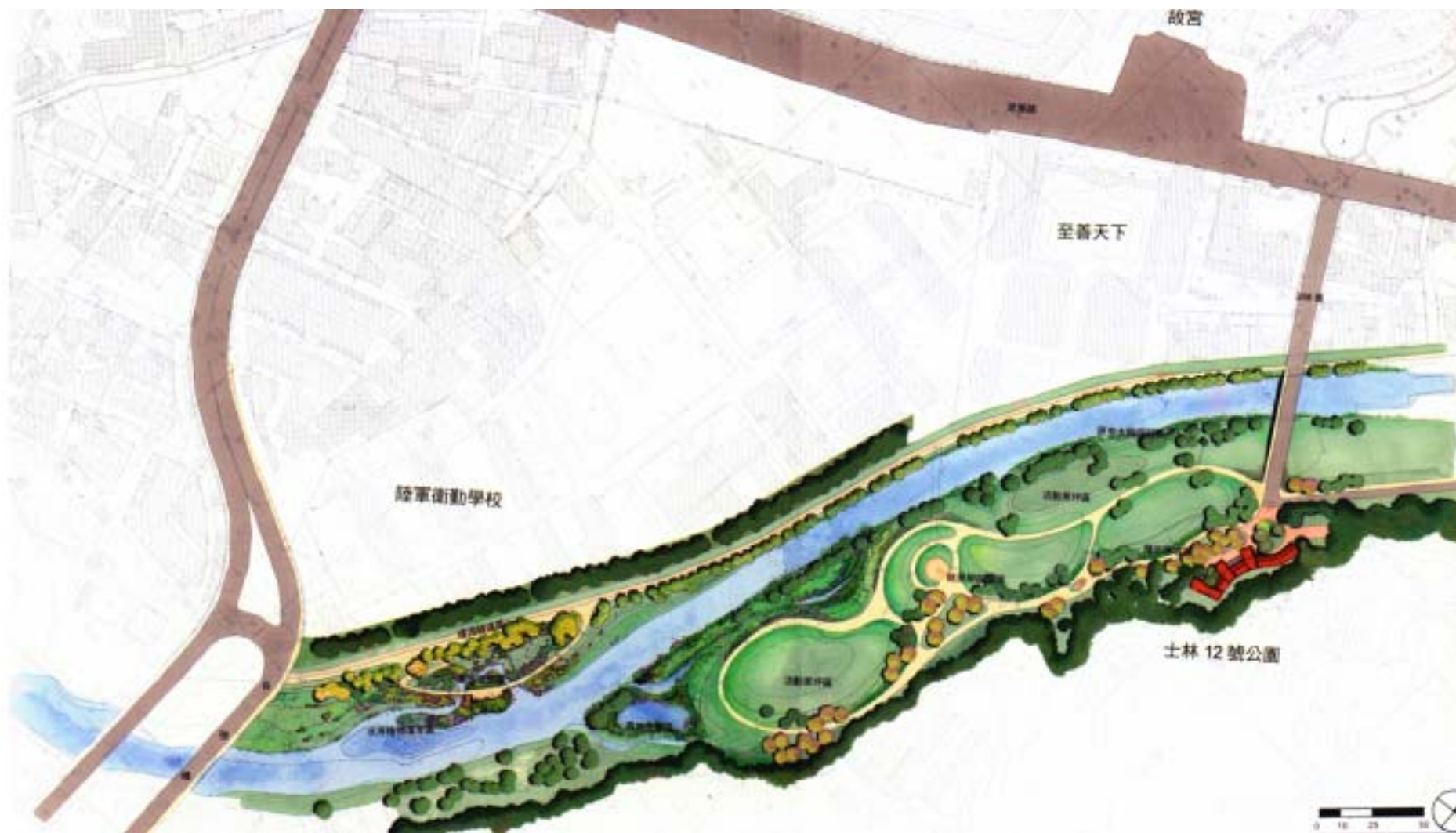


圖5 平面配置圖

## 五、水理計算分析

(一)、原規劃計算本段河道逕流量之方法 (取自台北市政府水利課雙溪  
相關報告)

$$Q_{50} (50\text{頻率年洪峰流量}) = 1/360 * C (逕流係數) * I (降雨強度) * A (集水面積)$$

$$= 1/360 * 0.75 * 2922.83 / (tc^{0.736} + 10.13) (\text{mm/hr}) * 3100 (\text{公頃}) = 513 \text{ C.M.S}$$

$$tc = 81 (\text{min}) (\text{集流時間})$$

(二)、本計畫因需規劃設計河道中不同高程之高灘地，需要計算瞭解2  
年、5年、10年、30年及40年頻率年洪峰流量所造成之河川水位高程  
區分；為計算前述各頻率年洪峰流量所造成之河川水位，需先求取本  
河段前述各頻率年洪峰流量，於改變降雨強度 I 值，可得不同頻率  
年之Q值。

於參考水利處已推求出之不同頻率年台北地區降雨強度 I 值後，可  
得 (使用  $tc = 81$ 分鐘)：

$$I_2 = 6237 / (tc + 38.96) = 52.00 \text{ mm/hr}$$

$$I_5 = 1697 / (tc + 21)^{0.7198} = 60.80 \text{ mm/hr}$$

$$I_{10} = 1668 / (tc + 21)^{0.6914} = 68.15 \text{ mm/hr}$$

$$I_{25} = 1752 / (tc + 23)^{0.6714} = 77.50 \text{ mm/hr}$$

I<sub>30</sub>及I<sub>40</sub>無人作出降雨強度之公式，可用原始雨量資料迴歸求出，另可查照圖（台北地區降雨強度 - 延時 - 頻率曲線圖）可約估：

$$I_{30}=79 \text{ mm/hr}$$

$$I_{40}=80 \text{ mm/hr}$$

（三）、由以上各頻率年降雨強度利用合理化公式可求得以下不同頻率年之Q值：

$$Q_2=335.8 \text{ C.M.S}$$

$$Q_5=392.7 \text{ C.M.S}$$

$$Q_{10}=440 \text{ C.M.S}$$

$$Q_{25}=500.5 \text{ C.M.S}$$

$$Q_{30}=510.2 \text{ C.M.S}$$

$$Q_{40}=516.7 \text{ C.M.S}$$

$$Q_{50}=531.0 \text{ C.M.S}$$

（四）、由連續方程式  $Q$  (C.M.S) (洪峰流量) =  $V$  (流速) (M/S) ·  $A$  (通水斷面積) (M<sup>2</sup>)，可約估求得各頻率年洪峰流量所需之通水斷面積。

可先以曼寧公式估算出本河段之平均流速：

由皓宇工程顧問公司，1998，台北市親水計畫 - 內外雙溪細部規劃 - 水文環境章節可知本河段溪床縱斷面平均坡度  $S=1/77$

代入曼寧公式：

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$= 1/n \cdot (A/P)^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

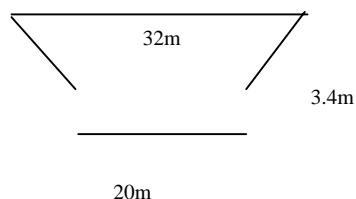
n：河道粗糙係數 0.025

曼寧粗糙係數表

溝內物質		n 值範圍	平均 值	溝內物質		n 值範圍	平均 值
無 內 面 工 溝 者	粘土質溝身整齊者	0.016-0.022	0.020	有 內 面 工 溝 者	漿砌磚	0.012-0.017	0.014
	砂壤，粘壤土溝身整齊者	-	0.020		漿砌石	0.017-0.030	0.025
	稀疏草生	0.035-0.045	0.040		乾砌石	0.025-0.035	0.033
	全面密草生	0.040-0.060	0.050		有規則土底兩岸砌石	-	0.025
	雜有直徑 1-3 公分小石	-	0.022		不規則土底兩岸砌石	0.023-0.035	0.030
	雜有直徑 2-6 公分小石	-	0.025		純水泥漿平滑	0.010-0.014	0.014
	平滑均勻岩質	0.030-0.035	0.0325				
	不平滑岩質	0.035-0.045	0.040				

註：取自水土保持技術規範第一百九十六條。

A: 通水斷面積=76.36 M<sup>2</sup> (取本河段平均斷面)



P: 長度(濕周)=40.65 M

S: 渠底坡度S=1/77

可得本河段平均流速=6.94m/s, 為保守估計通水斷面設本河段平均流速=5.0m/s

(五)、以平均流速=5.0m/s求各頻率年下所需通水斷面可得如下結果:

Q2=335.8 C.M.S A=67.16 (平方公尺)

Q5=392.7 C.M.S A=78.54 (平方公尺)

Q10=440 C.M.S A=88.00 (平方公尺)

Q25=500.5 C.M.S A=100.10 (平方公尺)

Q30=510.2 C.M.S A=102.04 (平方公尺)

Q40=516.7 C.M.S A=103.34 (平方公尺)

Q50=531.0 C.M.S A=106.20 (平方公尺)

本計畫於初步規劃時以上列數值為基準, 惟本河段於各段縱坡皆不相同, 流速亦可等於1.5 6 m/s或更大, 故需使用CWSE程式詳細檢核本河道中各處之流速、通水斷面及水位俾修正確定本計畫規劃設計直至確定所設計之規劃設計合理為止。

(六)、本計畫使用CWSE程式進行水理計算之檢核內容如下：

(1). 現況河川 50 頻率年洪峰流量流經本河段各斷面之水位：

臺灣省水利局水理計算報告表

程 式 名 稱 : CWSE (1) (1) (1) (1)

算 算 項 目 : 河川各斷面之水位

斷 面	站 址 名 稱	河 道 名 稱	下 游 站 名 稱	河 道 坡 比	河 道 斷 面 形 狀	河 道 斷 面 寬 度	河 道 斷 面 高 度	河 道 斷 面 面 積	河 道 斷 面 濕 周 長	河 道 斷 面 水 深	河 道 斷 面 水 位	河 道 斷 面 水 位 變 化 率	河 道 斷 面 水 位 變 化 率 係 數	河 道 斷 面 水 位 變 化 率 係 數 係 數	河 道 斷 面 水 位 變 化 率 係 數 係 數	河 道 斷 面 水 位 變 化 率 係 數 係 數	
																	斷 面 寬 度
10.00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

(2). 10 頻率年洪峰流量流經本河段各斷面之水位【輸入設計後河段各斷面資料】

(3). 25 頻率年洪峰流量流經本河段各斷面之水位【輸入設計後河段各斷面資料】

(4). 40 頻率年洪峰流量流經本河段各斷面之水位【輸入設計後河段各斷面資料】



(六)本計畫河道各斷面位置圖 6 如下：

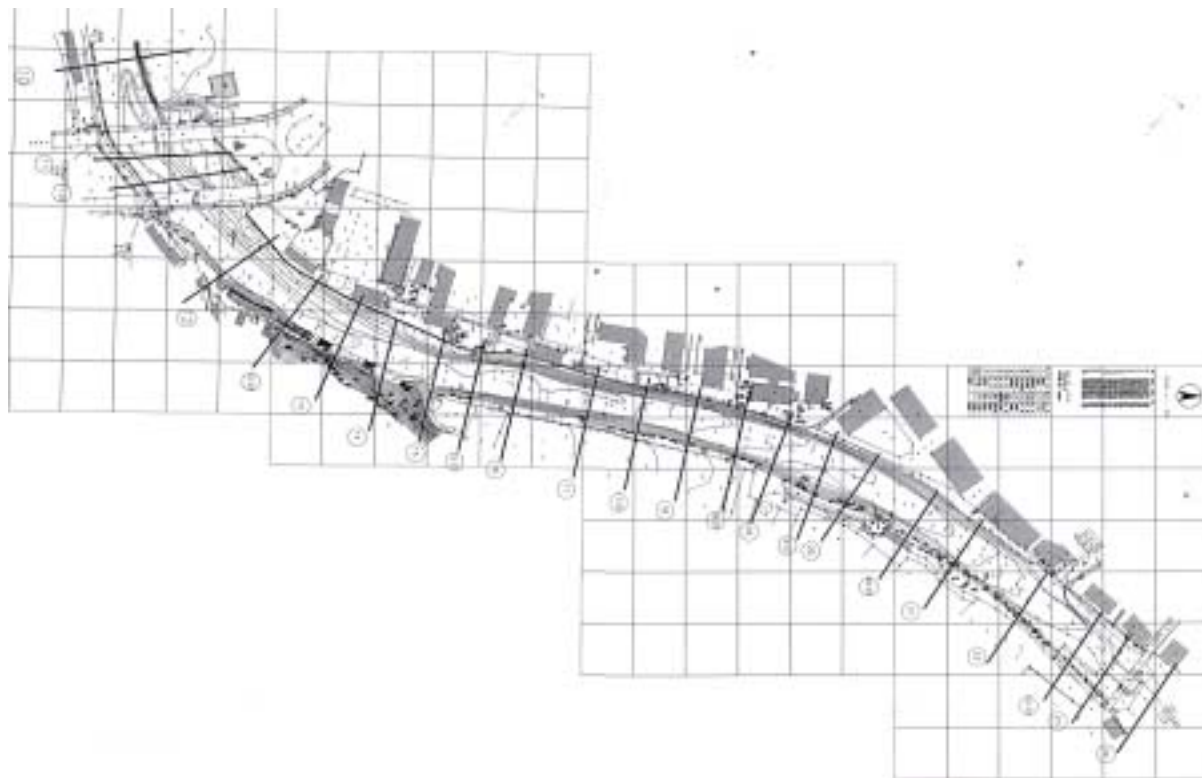
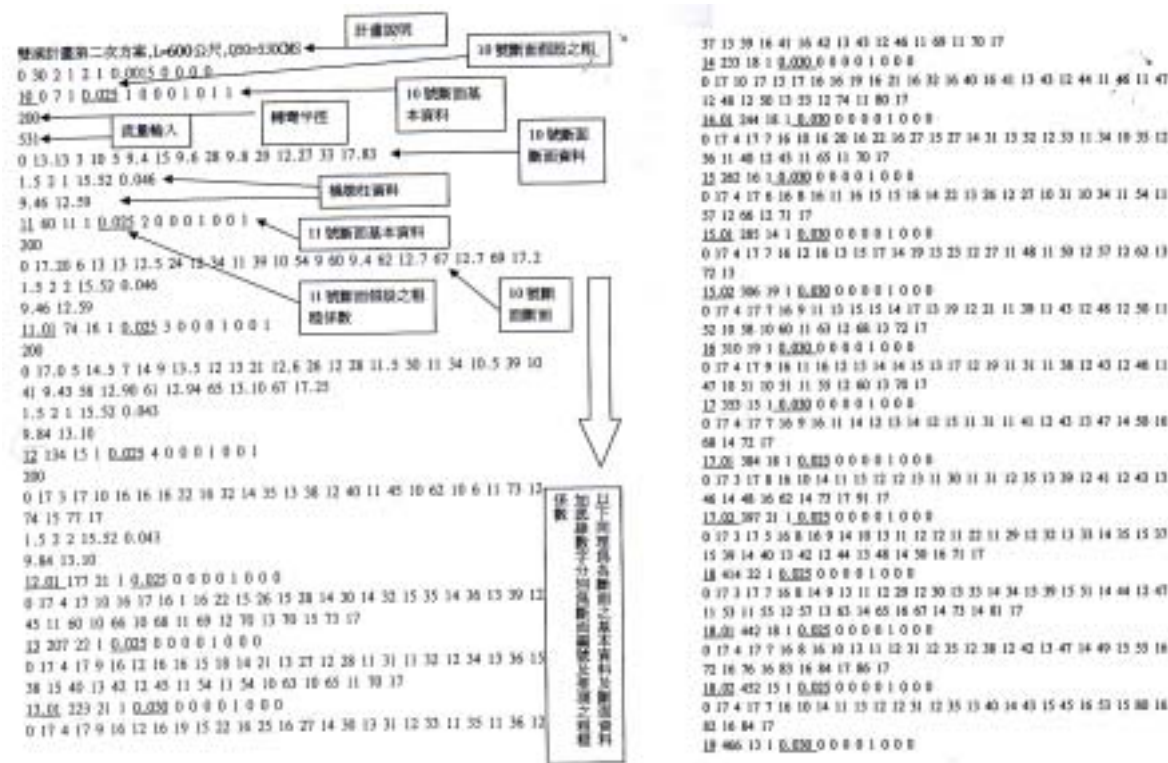


圖 6 本計畫河道各斷面位置

(七)、水理演算模式(CWSE)輸入參數說明

以 50 年洪水重現期水流量運算所輸入資料為例：



## 六、生態堤岸治理計畫

自 1938 年德國 Seifert 率先提出近自然河川整治概念，迄今六十餘年來，台灣卻是在近年才逐漸興起所謂的「生態工法」。生態工法在日本又被稱為「近自然工法」，此工法所重建的近自然環境，除了顧及人類自身的需求，具有治山防洪、水土保持的功能外，最重要的是同時維護了生物的棲息環境、生態及景觀等因子，彌補環境破壞所造成的缺失。

本計畫欲突破傳統河川整治之堤岸型式，企圖導入生態堤岸工法，並依據雙溪環境現況提出河段治理計畫。茲分述如下：

### (一) 堤岸型式選取原則

景觀性—兼具環境視覺美質、舒適性與協調性

環境生態及保育性—多孔隙環境的創造及環境自癒能力的再現

立地條件—可供使用的腹地及土地使用計畫

安全性—滿足維護居民生命財產安全的基本機能

經濟性—避免過度設計浪費公帑

## (二)護堤工法

### 1.方框格樑綠堤防

#### (1)設置條件

設於右岸斜率 4V:1H 以上地區，即婆婆橋至自強橋間約 371m 的區域。

此區堤防法線已緊鄰現有河道，腹地受限。

依據水理計算檢核所訂定的堤頂高程，較現有河床高出 5~6m，造成堤防斜率陡直。

河道於至善天下附近逐漸改向，形成一衝擊點。

綜合以上各點，因此選用抗沖刷力強之方框格樑綠堤防。

#### (2)功能與特性

此類型工法經常被使用在具潛在坍方危險的邊坡，乃是利用永久性結構之預鑄混凝土方框格樑單元，以 2.5m(Min)之土釘固定於坡面基礎上，格樑坡面保留中空，可回填碎石或以植生袋填充，藉以讓植栽生長，達成綠化效果。其結構性、安全性及景觀性佳，具有防止土壤流失、耐沖刷之特性，亦有助於河岸邊坡之生態復育。



方框格樑堤岸施工狀況



施工後初期風貌



施工後所呈現的自然景象

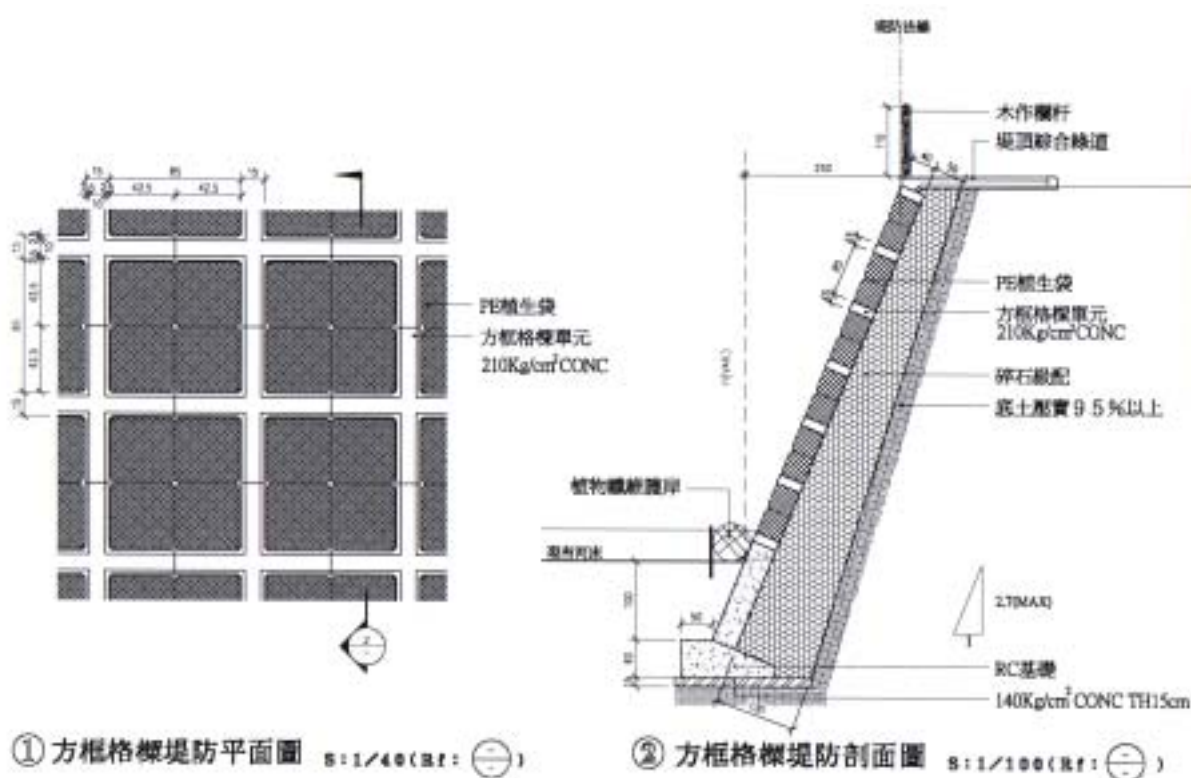


圖7 方框格樑堤防詳圖

## 2. 加勁格網堤防

### (1) 設置條件

設於右岸斜率 3V:2H 以上地區，即自強橋上游約 230m 的區域。

此區屬溪流之沉積面，溪流之沖刷力較弱。

地勢平緩且具有較大面積之腹地。

因此選用具相當抗沖刷力之加勁格網堤防。

## (2)功能與特性

此類型堤防是利用天然或合成纖維(HDPE 或 PE)材料包覆植生擋土包，並藉由材料本身所具備之拉力及撓曲性，延伸至堤防內部，形成回包式加勁擋牆結構，達到保護堤防、防止壤流失之功效。表面再覆上一層椰纖或棕櫚毯，並扦插植物枝條，使能迅速達成綠化效果。

加勁格網堤防與傳統之 RC 牆相較，具有以下之優點：

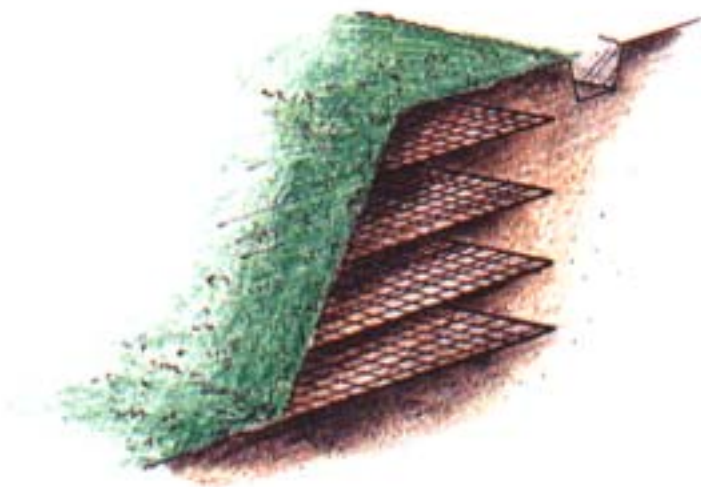
此類型堤防為柔性結構，可容許若干變形而達到降低土壓的功效，亦可運用於基礎地層較軟弱之處。

抗震性較佳。

施工步驟簡單快速，不需重型機械或有經驗之工人即可施工。另施工前不需太多前期準備工作，所需之施工場地較小且具彈性。

單價不受牆高所影響。

可有效增加回填區的加勁功能，並具防蝕功效，極適合水濱環境運用。



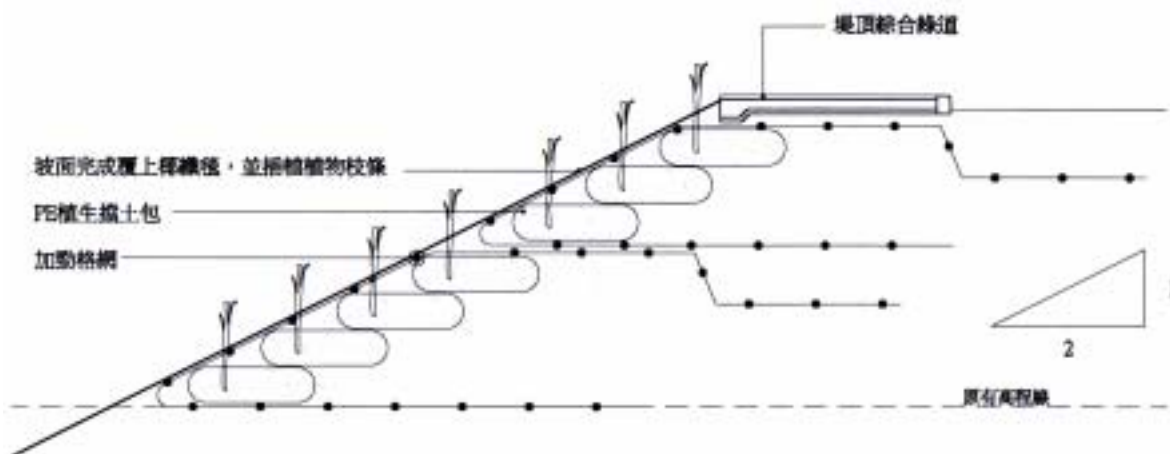


圖8 加勁格網堤防剖面詳圖

### (三)低水護岸

#### 1. 植物纖維護岸

##### (1) 設置條件

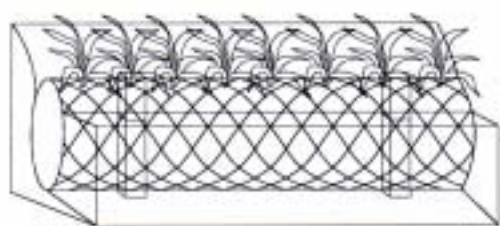
配置於本河段右岸全線臨水區域一帶，因右岸為主要的沉積面，植物纖維護岸除能緩和溪流之沖刷力外，並能加速泥沙的沉積，促使水岸植物的生長。

##### (2) 功能與特性

此天然植物纖維產品在完工後 4-10 年，因受水流之沖刷可逐漸自然分解，可適度防止水岸土層流失、結合水生植物形成保護帶，並成為水生動物棲息、庇護之所。



國外運用植物纖維護岸之案例



① 植物纖維護岸鋪設示意圖



② 植物纖維護岸鋪設剖面示意圖

圖9 植物纖維低水護岸示意圖

## 2. 加勁格網低水護岸

### (1) 設置條件

本計畫將 5 年洪水重現期水位以下地區界定為低水治理區，此區其實是受到洪水襲擊最頻繁的地區，因此特以加勁格網之低水護岸加強臨水面對水流的承受力。

### (2) 功能與特性

採用加勁格網中由高密度聚乙烯所構成之蜂巢格網(Geoweb)材質，此三維構材固定於坡面後，可加入回填材料，由魚材質本身的圍束與抗拉作用可使回填材料在承受水力作用時，藉其保護而免於沖刷流失。同時植生亦可輕易的著生於其上，能促使環境迅速融為一體。

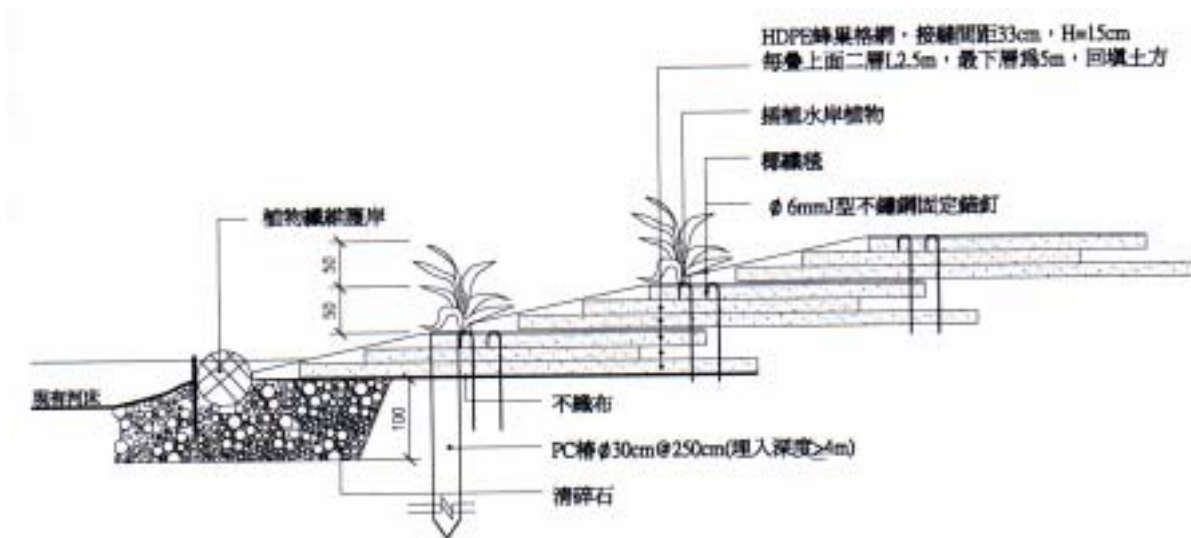


圖10 加勁格網低水護岸詳圖

### 3. 溪石護岸

#### (1) 設置條件

為營造溼地生態環境而引流溪水進入高灘地，因此利用雙溪本地之溪石為材料，作為溼地區域之護岸元素，形成具當地風格之護岸型式。

#### (2) 功能與特性

溪石護岸之材料及外觀均具天然風貌，石縫中並可扦插具萌芽力之枝條，利於動植物之生存，是極符合生態工法精神之作法。構築此種護岸之溪石最好為角狀塊石，使其能適度相嵌以提供抗移動之阻抗。





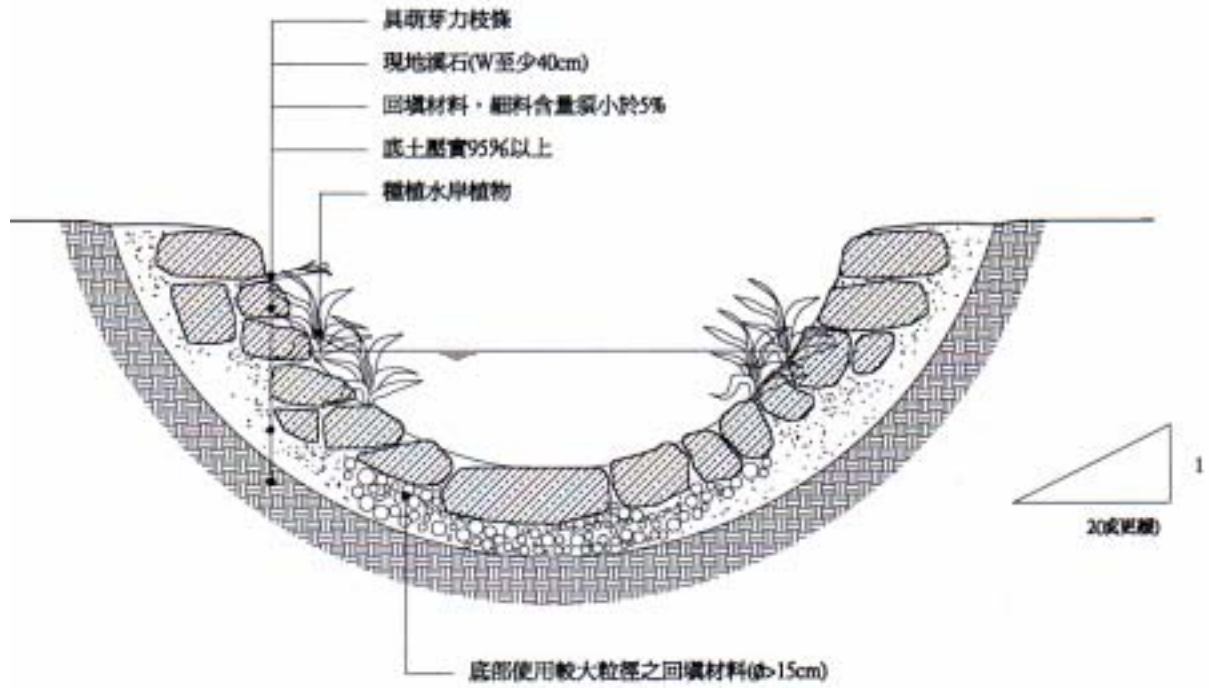


圖 9 溪石護岸示意圖

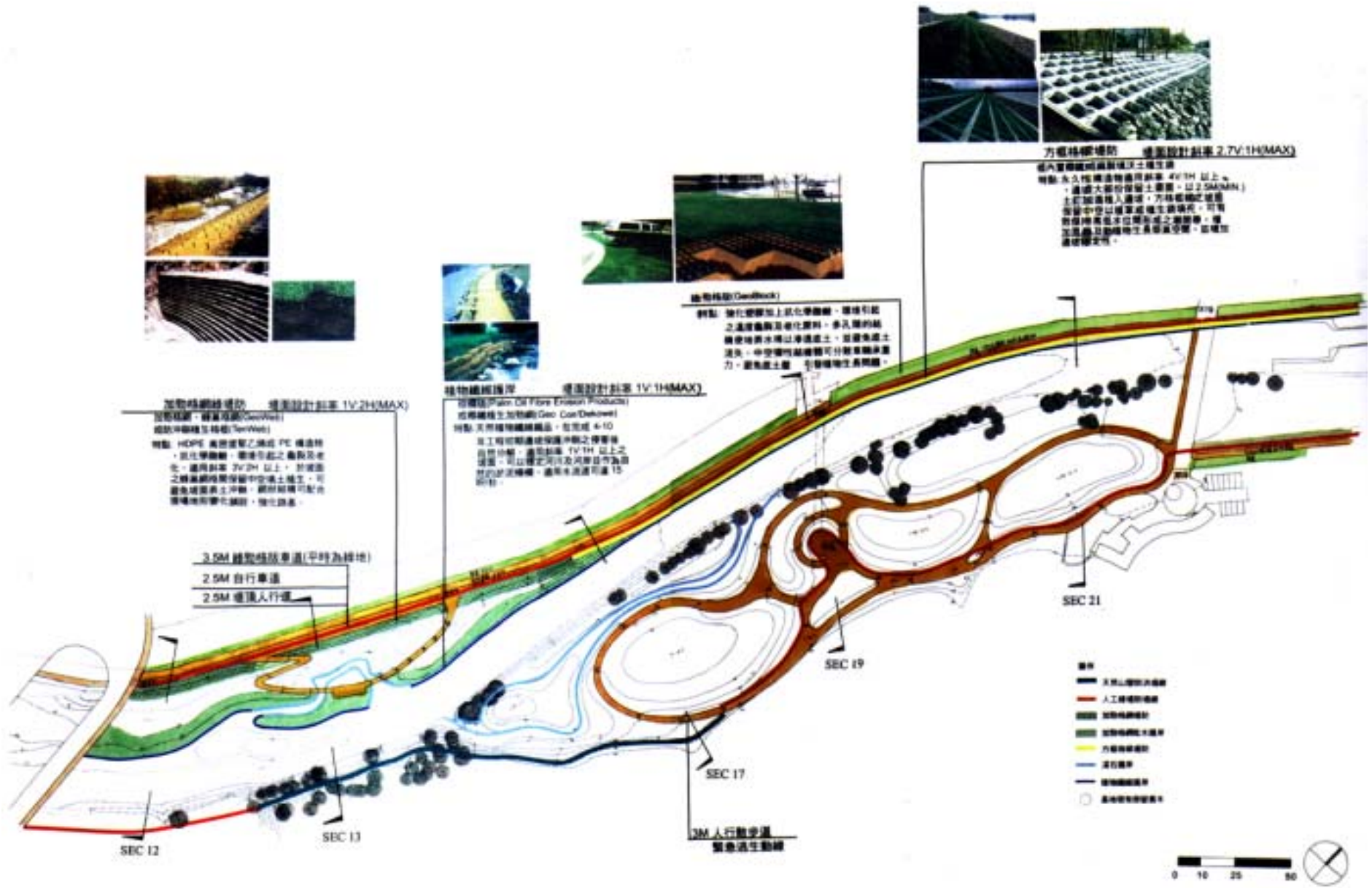


圖 11 生態堤岸治理計畫

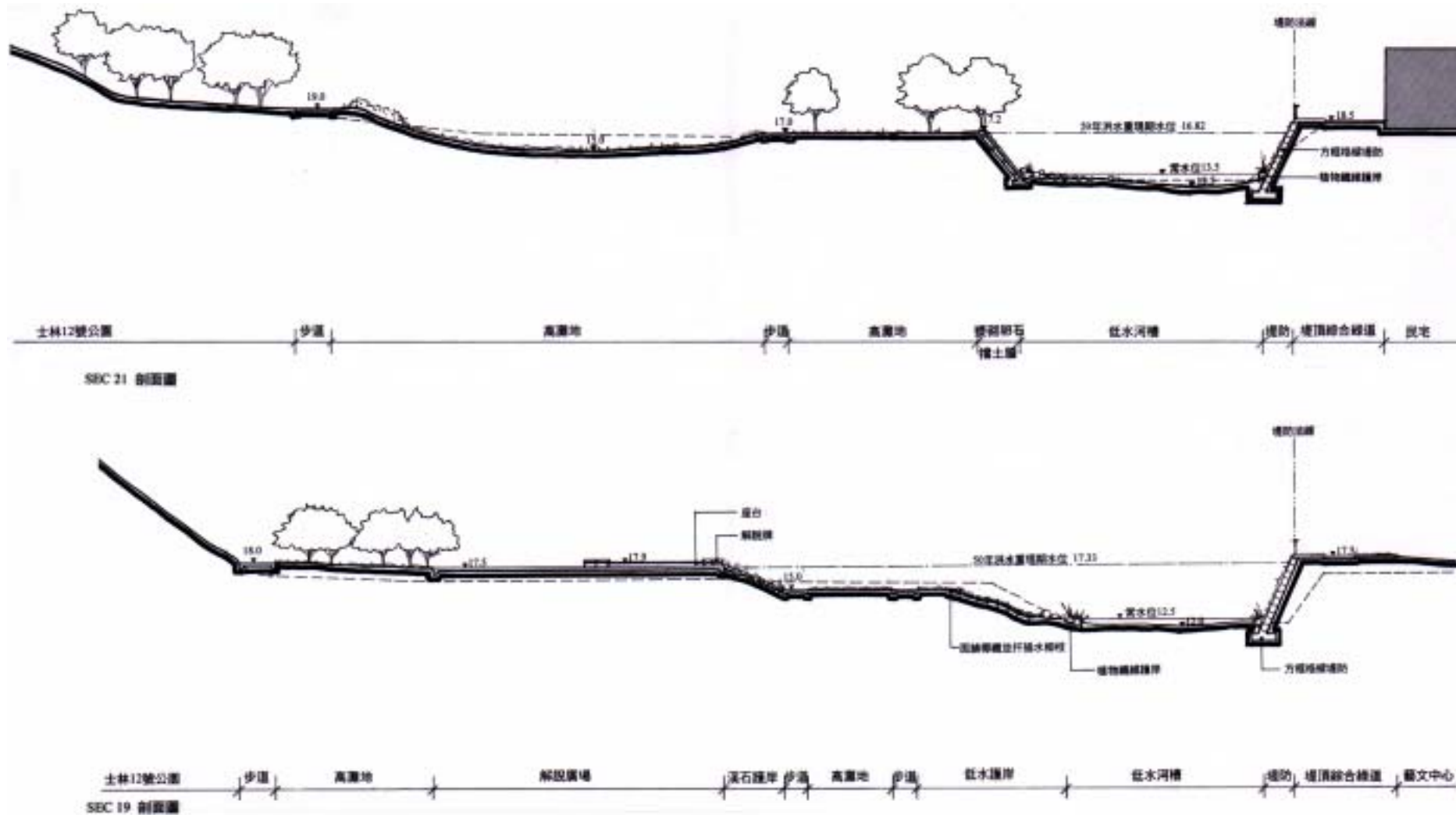


圖12 生態堤岸剖面圖一 S:1/300



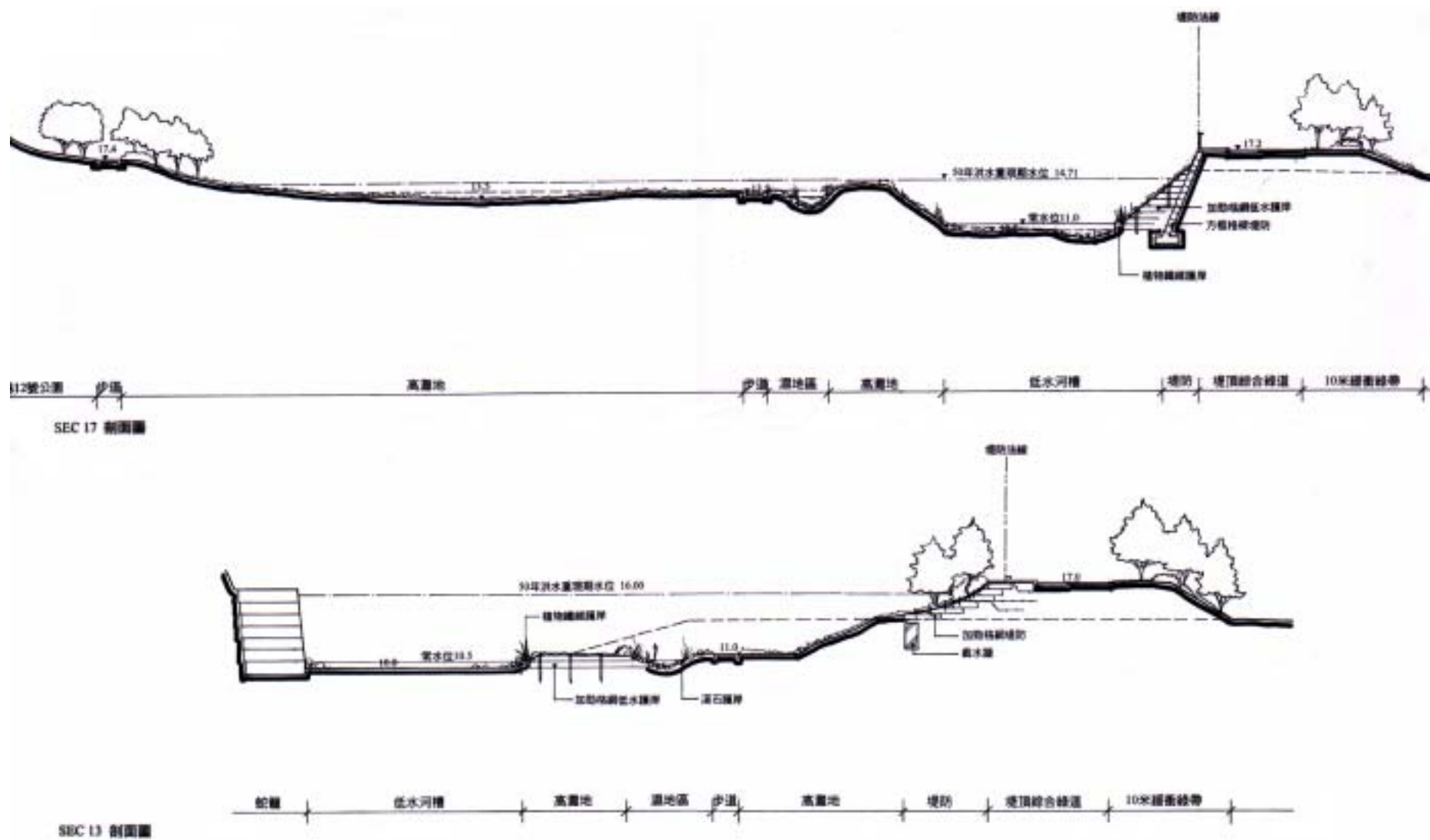


圖13 生態堤剖面圖二 S:1/30

## 參考文獻

1. 中國文化大學環境設計學院景觀學系，1999，河川環境保育規劃準則，經濟部水資源局
2. 中國文化大學環境設計學院景觀學系，2000，河川保育規劃準則作業手冊，經濟部水資源局
3. 中華民國自然生態保育學會，2000，都會區小型河川防洪暨保育生態對策之研究 - 以外雙溪支流為例，經濟部水資源局
4. 中興大學水資源保育及防災研究中心，1998，水資源保育生態工法彙編，經濟部水資源局
5. 王令行等，1998，台北市溪山國小自然科學鄉土教材 - 溪山飛龍，台北市士林區溪山國民小學
6. 巨廷工程顧問公司，1996，台北市河川高灘地遊憩設施標準規劃工程，台北市工務局養護工程處
7. 地靈國際工程顧問公司，1999，內溝溪細部規劃，台北市政府都市發展局  
林大元，2000，宜蘭河河濱公園 - 一個回復河川生態景觀的先驅性工程，經濟部水資源局永續河川空間規劃設計研討會，p.1-3-1~1-3-14  
林憲德，1999，城鄉生態，詹氏書局  
林曜松、楊平世、曾晴賢等，1987，雙溪河域魚類之復育暨溪釣場規劃經營管理之研究，內政部營建署陽明山國家公園管理處  
柯秋蓮等，2000，戀戀雙溪行：台北外雙溪、內湖步道，聯經出版事業公司  
郭瓊瑩、李嘉智，2000，如何超越「親水」邁向「活水」新水利建設 - 永續河川環境暨空間規劃理念，經濟部水資源局永續河川空間規劃設計研討會，p.1-1-1~1-1-77  
陳信雄，1992，陽明山國家公園區內水資源之調查與利用規劃，內政部營建署陽明山國家公園管理處

陳義雄、方力行等，1999，海洋生物本土性教材(一)台灣淡水及河口魚類誌，國立海洋生物博物館籌備處

皓宇工程顧問公司，1998，台北市親水計畫 - 內外雙溪細部規劃

華昌琳，2000，宜蘭河濱公園 - 河川規劃之多元思考，經濟部水資源局永續河川空間規劃設計研討會，p.2-4-1~2-4-11

楊平世，1995，內外雙溪之水棲昆蟲及監測水質指標生物研究，行政院國家科學委員會

楊平世，火金姑 - 螢火蟲，1998，中華民國自然生態保育協會

經濟部水資源局，2000，生態工法理論與實務研討會論文集，

聯宜國際工承顧問公司，1999，台北市親水計畫 - 新店溪細部規劃

Diego Garcia De Jalon，1995，Management of physical habitat for fish stocks，The ecological basis for river management，John Wiley & Sons Ltd，p363-374

中小河川	多自然型川	研究會，1998，中小河川	多自然型川
	- 河道計畫	基礎技術，財團法人	整備
財團法人	整備	，1998，多自然型川	- 施工 現場
	工夫		
財團法人	整備	，1997，	水邊 豐 自然 III
	- 多自然型川	取組	，株式會社山海堂