

目錄

摘要

英文摘要 Abstract

目錄

表目錄

圖目錄

一、計畫概況	1
1.1 計畫範圍與工作項目	1
1.2 三號壩改善工程建議	2
二、水文資料分析	10
三、河床變動觀測	15
3.1 四號壩上游部份	16
3.2 三號壩至四號壩間	22
3.3 二號壩至三號壩間	29
3.4 一號壩至二號壩間	36
3.5 一號壩至億年橋間	40
四、室內水工渠床模型試驗	44
4.1 研究動機	44
4.2 渠槽試驗配置與試驗流程	44

4.3 研究目標	46
五、三號防砂壩改善前後之棲地變化	48
5.1 調查緣由	48
5.2 調查方法	49
5.3 調查時間與結果	49
5.4 討論與建議	52
六、結論	53

表 目 錄

表 2-1 赤佳陽大山雨量站民國 56 年至 87 年之年降雨量(單位：公厘)	10
表 2-2 赤佳陽大山雨量站年降雨量(P)分部趨勢(單位：公厘)	10
表 2-3 89 年 1 至 7 月之赤佳陽大山雨量站資料	11
表 2-4 水位計部份資料	13
表 3-1 四號壩上游斷面泥砂運移量及河道坡度變化	17
表 3-2 四號壩以上河道粗礫粒徑統計表	17
表 3-3 高山溪四號壩上游階梯狀河床調查資料表	18
表 3-4 四號壩上游各斷面流速	18
表 3-5 三號壩上游斷面土砂運移量及河道坡度說明表	23
表 3-6 三號壩上游各斷面流速	23
表 3-7 三號壩上游斷面土砂運移量及河道坡度變化	29
表 3-8 二號壩以上各斷面流速分布表	30
表 3-9 三號壩上游斷面土砂運移量及河道坡度變化	36
表 3-10 一號壩以上各斷面流速分布表	37
表 3-11 一號壩下游斷面土砂運移量及河道坡度變化	41
表 5-1 高山溪三號防砂壩改善前後棲地類型變化之面積百分比	51
表 5-2 高山溪三號防砂壩改善前後棲地類型面積之變化	51
表 5-3 高山溪三號防砂壩改善前後河床底質變化之面積百分比	52
表 5-4 高山溪三號防砂壩改善前後河床底質之面積變化	52

圖目錄

圖 1-1 德委會至高山溪現場勘查	2
圖 1-2 德委會委員於至四號壩址勘查	3
圖 1-3 德委會委員於至四號壩址勘查	3
圖 1-4 施工便道改變原有棲地型態	3
圖 1-5 三號壩以履帶機械施工 (89年10月)	4
圖 1-6 三號壩施工, 左右兩側分次開鑿缺口 (89年10月)	4
圖 1-7 三號壩完工後, 下游出口處形成階梯河床 (89年11月)	4
圖 1-8 三號壩開口上游右側加設蛇籠保護邊坡 (89年11月)	4
圖 1-9 三號壩完工後, 上游河床形成梯形深槽 (89年11月)	4
圖 1-10 四號壩開口上游兩側加設蛇籠保護邊坡 (89年11月)	4
4	
圖 1-11(1) 高山溪一號壩防砂壩是意圖	5
圖 1-11(2) 高山溪一號壩改善工程師工流程建議	6
圖 1-12 高山溪二號壩防砂壩改善工程步驟示意圖	7
圖 1-13 高山溪三號壩之改善工程施工流程建議	8
圖 1-14 修正後之高山溪三號壩改善工程師工流程建議	9
圖 2-1 通過四號壩之推估暴雨流量歷線	

圖 2-2 安裝於一號防砂壩右側翼牆之超音波水位計	
12	
圖 2-3 超音波水位計主機	12
圖 2-4 超音波發送接收器	13
圖 3-1 高山溪四號壩上游河床縱向剖面圖	16
圖 3-2 四號壩上游第一個彎腳處(8月)	19
圖 3-3 四號壩上游第一轉彎處(10月)	19
圖 3-4 四號壩上游下切河床開始處(8月)	19
圖 3-5 四號壩上游下切河床開始處(10月)	19
圖 3-6 四號壩缺口上游河床(8月)	20
圖 3-7 四號壩缺口上游河床(10月)	20
圖 3-8 四號壩缺口上游河床(8月暴雨)	20
圖 3-9 四號壩缺口下游深潭(8月暴雨)	20
圖 3-10 Sec4-1 橫斷面剖面圖	20
圖 3-11 Sec4-2 橫斷面剖面圖	20
圖 3-12 Sec4-3 橫斷面剖面圖	20
圖 3-13 Sec4-4 橫斷面剖面圖	20
圖 3-14 Sec4-5 橫斷面剖面圖	21
圖 3-15 Sec4-6 橫斷面剖面圖	21

圖 3-16 Sec4-7 橫斷面剖面圖	21
圖 3-17 Sec4-8 橫斷面剖面圖	21
圖 3-18 Sec4-9 橫斷面剖面圖	21
圖 3-19 Sec4-10 橫斷面剖面圖	21
圖 3-20 Sec4-11 橫斷面圖	21
圖 3-21 高山溪四號壩下游至三號壩間河床縱向剖面圖	22
圖 3-22 Sec3-C 斷面河床(8月)	24
圖 3-23 Sec3-C 斷面河床(8月暴雨)	24
圖 3-24 Sec3-C 斷面河床(10月暴雨)	24
圖 3-25 Sec3-J 斷面河床(8月)	24
圖 3-26 Sec3-J 斷面河床(8月暴雨)	24
圖 3-27 Sec3-J 斷面河床(10月)	24
圖 3-28 Sec3-N 斷面河床(8月暴雨)	24
圖 3-29 Sec3-N 斷面河床(8月暴雨洪峰)	24
圖 3-30 Sec3-O 斷面河床(10月)	25
圖 3-31 Sec3-U 斷面河床(8月)	25
圖 3-32 Sec3-U 斷面上游河床(8月暴雨)	25
圖 3-33 Sec3-U 斷面上游河床(10月)	25
圖 3-34 三號壩上游河床(8月)	25

圖 3-35 三號壩上游河床(8月暴雨)	25
圖 3-36 Sec3-23 橫斷面剖面圖	26
圖 3-37 Sec3-22 橫斷面剖面圖	26
圖 3-38 Sec3-21 橫斷面剖面圖	26
圖 3-39 Sec3-20 橫斷面剖面圖	26
圖 3-40 Sec3-19 橫斷面剖面圖	26
圖 3-41 Sec3-18 橫斷面剖面圖	26
圖 3-42 Sec3-17 橫斷面剖面圖	26
圖 3-43 Sec3-16 橫斷面剖面圖	26
圖 3-44 Sec3-15 橫斷面剖面圖	27
圖 3-45 Sec3-14 橫斷面剖面圖	27
圖 3-46 Sec3-13 橫斷面剖面圖	27
圖 3-47 Sec3-12 橫斷面剖面圖	27
圖 3-48 Sec3-11 橫斷面剖面圖	27
圖 3-49 Sec3-10 橫斷面剖面圖	27
圖 3-50 Sec3-9 橫斷面剖面圖	27
圖 3-51 Sec3-8 橫斷面剖面圖	28
圖 3-52 Sec3-7 橫斷面剖面圖	28
圖 3-53 Sec3-6 橫斷面剖面圖	28

圖 3-54 Sec3-5 橫斷面剖面圖	28
圖 3-55 Sec3-4 橫斷面剖面圖	28
圖 3-56 Sec3-3 橫斷面剖面圖	28
圖 3-57 Sec3-2 橫斷面剖面圖	28
圖 3-58 Sec3-1 橫斷面剖面	28
圖 3-59 高山溪三號壩下游至二號壩間河床縱向剖面圖	29
圖 3-60 三號壩上游河床(10月拆除中)	30
圖 3-61 三號壩進行拆除工程(10月)	30
圖 3-62 三號壩拆壩中下游斷面	30
圖 3-63 三號壩下游 Sec2-C 斷面河床(8月暴雨)	30
圖 3-64 Sec2-G 斷面河床(8月)	31
圖 3-65 Sec2-E 斷面河床(8月暴雨)	31
圖 3-66 Sec2-E 斷面河床(10月)	31
圖 3-67 Sec2-I 斷面河床(8月)	31
圖 3-68 Sec2-H 斷面河床(8月暴雨)	31
圖 3-69 Sec2-H 斷面河床(10月)	31
圖 3-70 Sec2-O 斷面河床(8月)	31
圖 3-71 Sec2-O 斷面河床(8月暴雨)	31

圖 3-72 Sec2-O 斷面河床(10 月)	32
圖 3-73 Sec2-T 斷面河床(8 月)	32
圖 3-74 Sec2-T 斷面河床(8 月暴雨)	32
圖 3-75 Sec2-T 斷面河床(10 月)	32
圖 3-76 Sec2-U 斷面河床(8 月)	32
圖 3-77 人工渠道 Sec2-U 斷面河床(10 月拆壩中)	32
圖 3-78 Sec2-26 橫斷面剖面圖	32
圖 3-79 Sec2-25 橫斷面剖面圖	32
圖 3-80 Sec2-24 橫斷面剖面圖	33
圖 3-81 Sec2-23 橫斷面剖面圖	33
圖 3-82 Sec2-22 橫斷面剖面圖	33
圖 3-83 Sec2-21 橫斷面剖面圖	33
圖 3-84 Sec2-20 橫斷面剖面圖	33
圖 3-85 Sec2-19 橫斷面剖面圖	33
圖 3-86 Sec2-18 橫斷面剖面圖	33
圖 3-87 Sec2-17 橫斷面剖面圖	33
圖 3-88 Sec2-16 橫斷面剖面圖	34
圖 3-89 Sec2-15 橫斷面剖面圖	34
圖 3-90 Sec2-14 橫斷面剖面圖	34

圖 3-91 Sec2-13 橫斷面剖面圖	34
圖 3-92 Sec2-12 橫斷面剖面圖	34
圖 3-93 Sec2-11 橫斷面剖面圖	34
圖 3-94 Sec2-10 橫斷面剖面圖	34
圖 3-95 Sec2-9 橫斷面剖面圖	34
圖 3-96 Sec2-8 橫斷面剖面圖	35
圖 3-97 Sec2-7 橫斷面剖面圖	35
圖 3-98 Sec2-6 橫斷面剖面圖	35
圖 3-99 Sec2-5 橫斷面剖面圖	35
圖 3-100 Sec2-4 橫斷面剖面圖	35
圖 3-101 Sec2-3 橫斷面剖面圖	35
圖 3-102 Sec2-2 橫斷面剖面圖	35
圖 3-103 Sec2-1 橫斷面剖面圖	35
圖 3-104 高山溪二號壩下游至一號壩間河床縱向剖面圖	36
圖 3-105 二號壩及其副壩(8月)	37
圖 3-106 二號壩及其副壩(10月施工中道路)	37
圖 3-107 Sec1-b 斷面河床(8月暴雨)	37
圖 3-108 Sec1-b 斷面河床(8月暴雨)	37
圖 3-109 Sec1-N 斷面河床(8月)	37

圖 3-110 Sec1-N 斷面河床(10月)	37
圖 3-111 Sec1-O 斷面河床(8月)	38
圖 3-112 Sec1-O 斷面河床(10月)	38
圖 3-113 Sec1-17 橫斷面剖面圖	38
圖 3-114 Sec1-16 橫斷面剖面圖	38
圖 3-115 Sec1-15 橫斷面剖面圖	38
圖 3-116 Sec1-13 橫斷面剖面圖	38
圖 3-117 Sec1-12 橫斷面剖面圖	38
圖 3-118 Sec1-11 橫斷面剖面圖	38
圖 3-119 Sec1-10 橫斷面剖面圖	39
圖 3-120 Sec1-9 橫斷面剖面圖	39
圖 3-121 Sec1-8 橫斷面剖面圖	39
圖 3-122 Sec1-7 橫斷面剖面圖	39
圖 3-123 Sec1-5 橫斷面剖面圖	39
圖 3-124 Sec1-4 橫斷面剖面圖	39
圖 3-125 Sec1-3 橫斷面剖面圖	39
圖 3-126 Sec1-2 橫斷面剖面圖	39
圖 3-127 Sec1-1 橫斷面剖面圖	40
圖 3-128 一號壩及其副壩之下游河床	40

圖 3-129 高山溪一號壩下游河床縱向剖面圖	41
圖 3-130 Sec0-E 斷面河床(8月)	42
圖 3-131 Sec0-E 斷面河床(10月)	42
圖 3-132 高山溪與七家彎溪匯流上游河床(8月)	42
圖 3-133 高山溪與七家彎溪匯流上游河床(10月)	42
圖 3-134 Sec0-1 橫斷面剖面圖	42
圖 3-135 Sec0-2 橫斷面剖面圖	42
圖 3-136 Sec0-3 橫斷面剖面圖	42
圖 3-137 Sec0-4 橫斷面剖面圖	42
圖 3-138 Sec0-5 橫斷面剖面圖	43
圖 3-139 Sec0-6 橫斷面剖面圖	43
圖 3-140 Sec0-7 橫斷面剖面圖	43
圖 3-141 Sec0-8 橫斷面剖面圖	43
圖 3-142 Sec0-9 橫斷面剖面圖	43
圖 3-143 Sec0-10 橫斷面剖面圖	43
圖 3-144 Sec0-11 橫斷面剖面圖	43
圖 4-1 渠槽試驗配置	44
圖 4-2 砂石級配	45

圖 4-3 渠槽試驗之閥門流量關係曲線	45
圖 4-4 試驗流程	46
圖 4-5 防砂壩缺口試驗(往上游)	47
圖 4-6 防砂壩缺口試驗(往下游)	47
圖 4-7 防砂壩缺口試驗(剛開始下游堆積)	47
圖 4-8 量測水位用的水位計	47
圖 5-1 黃色標記之棲地型態之觀測斷面	

48

內政部營建署雪霸國家公園管理處八十九年度研究報告

七家灣溪河床棲地改善之試驗研究（三）

An Experimental Study of Channel Habitat Improvement for
Chi-Chia-Wan Creek

執行單位：內政部營建署雪霸國家公園管理處

研究機構：中華水土保持學會

計畫主持人：葉昭憲（私立逢甲大學土地管理系副教授）

協同主持人：段錦浩（國立中興大學水土保持系教授）

研究人員：連惠邦（私立逢甲大學水利工程系副教授）

中 華 民 國 八 十 九 年 十 二 月 三 十 一 日

一、計畫概況

由於稀有動物保育意識逐漸受重視，政府乃將國寶魚櫻花鉤吻鮭復育列為重點計畫，而防砂壩阻礙魚類迴游路線的問題是其中一項需迫切解決的研究重點。因為防砂壩造成櫻花鉤吻鮭之族群隔離、近親交配，進而導致其生存能力降低。因此，本系列研究之目的是針對七家灣溪集水區內之防砂壩做適當之部份拆除或開口處理，藉以降低防砂壩對櫻花鉤吻鮭之生存阻力並改善其棲息環境，以期能恢復魚類的生機。

先前兩期之研究重點分別在於單一防砂壩(第一年計畫，87年6月完成)與系列防砂壩(第二年計畫，88年6月完成)改善工程之室內水工模型試驗，希望藉由試驗結果提供現場之施工準則，以期降低施工過程與結果對河床棲地之衝擊。經由兩年之經驗累積，本研究團隊逐漸瞭解高山溪之集水區水文環境特性，對防砂壩之不同改善方式及其衝擊也獲得相當程度之研究成果。因此，管理處與執行單位在本年計畫執行之初便獲得共識，若防砂壩之相關主管單位同意將剩餘的一至三號防砂壩於本期計畫內同時進行改善，則將研究工作重點從以往的室內水工模型移轉為整條高山溪河床狀況於改善前後之密集追蹤觀測調查。然而，由於德基水庫管理委員會於4月份至現場了解四號防砂壩之改善後現況，並對所本計畫所提同時進行改善工程之建議進行討論，會議結論要求壩體改善後需觀測一年後方能進行另一座防砂壩之改善，且須以各壩之模型試驗結果為依據。因此，本期研究工作項目亦包含水

工模型試驗部份。

1.1 計畫範圍與工作項目

如上所述，本期研究之觀測範圍原為高山溪四座防砂壩所在之河段，但為瞭解高山溪輸砂狀況對七家灣溪之可能影響，因此觀察河段從兩溪之合流點延長至武陵賓館附近。而室內水工模型試驗之對象為雪山溪之一、二號防砂壩，但由於水工實驗室之空間限制，在計畫執行期間先進行防砂壩改善後棲地演變過程之特性觀察試驗，防砂壩模型試驗則持續進行並預計於三號壩施工完成屆滿一年之前（90年10月底）完成試驗，以便屆時邀請相關單位會勘並審核二號壩之改善工程計劃。

而本期計畫之研究工作項目計有：

- (1) 三號壩改善工程建議：根據去年研究成果，在今年（89）二月及四月分別對管理處及德基水庫管理委員會提出高山溪防砂壩改善工程之建議。
- (2) 水文資料收集與分析：收集過去兩年之雨量資料，以瞭解通過各防砂壩之河川流量狀況。
- (3) 河床變動觀測：針對高山溪防砂壩所在之河段分別在今年一、四、八、十月進行河道縱橫斷面測量，以了解各河段之輸砂狀態。
- (4) 室內水工試驗：進行基礎模型試驗，以便獲致改善工程對防砂壩下游河床變化之通則性結論，此結論將有利於其它河川地點之推廣。

(5) 棲地型態變化調查：根據期中報告之結論，本計畫邀請專家對河川棲地型態之觀測方式提出建議，並獲管理處協助而針對三號壩改善前後之棲地型態進行調查。

除第一項工作成果在下節中敘述外，其餘各項工作之成果則另於以下各章中說明。

1.2 三號壩改善工程建議

如前所述，計畫執行之初便希望在本期計畫執行期間內同時完成剩餘三座防砂壩之改善工程，因此在此在二月所舉行之改善工程會議中本研究團隊便提出各壩之改善



圖 1-1 德委會至高山溪現場勘查

建議（見圖 1.1，圖 1.2，及圖 1.3），基本上皆秉持分次施工、上寬下窄梯形開口之試驗成果原則。

如四號壩改善工程般之行政程序，此改善工程建議最後送達德基水庫管理委員會，德委會於四月間至高山溪現場瞭解四號壩址之改善後現況（見圖 1.1，圖 1.2，及圖 1.3），最後德委會僅同意三號壩之改善工程並對開口之下底位置提出向左岸（面對下游）偏移之結論，因此三號壩之改善工程施工程序如圖 1.4 所示。此外，德委會亦對壩體上游兩岸可能沖刷處提出以蛇籠保護之要求。



圖 1-2 德委會委員於至四號壩址勘查



圖 1-2 德委會委員於至四號壩址勘查

由於公文處理以及工程開標等程序之故，三號壩於今年 10 月施工。基於四號壩之經驗，三號壩之改善工程曾建議以小型履帶機械沿河岸進入壩址，但為使機械易於行走，施工人員在河道左側及岸邊舖以施工便道，嚴重改變局部河道棲地（見圖 1.4）。所幸，11 月初象神



圖 1-4 施工便道改變原有棲地型態

颱風所帶來之豐沛雨水使得河道因高流量而逐漸恢復自然型態。而三號壩之施工過程及完工後情況如圖 1.5 至圖 1.9 所示。圖 1.10 則顯示四號壩上游面兩岸方型蛇籠之配置情況。



圖 1-5 三號壩以履帶機械施工
(89年10月)



圖 1-6 三號壩施工，左右兩側分次開
鑿缺口(89年10月)



圖 1-7 三號壩完工後，下游出口處形
成階梯河床(89年11月)



圖 1-8 三號壩開口上游右側加設蛇籠
保護邊坡(89年11月)



圖 1-9 三號壩完工後，上游河床形成
梯形深槽(89年11月)



圖 1-10 四號壩開口上游兩側加設蛇
籠保護邊坡(89年11月)

二、水文資料分析

由於高山溪集水區位於赤佳陽大山雨量站之水文分析計算範圍內，故單以該站之雨量紀錄即可代表高山溪之降水情況。根據水文年報之資料，壩體改善前的 32 年期間（民國 56 年至 87 年）其年降雨量如表 2-1 所示。若將這些年降雨量加以分級，並計算出現於特定降雨量範圍之年數，其結果如表 2-2 所示。

表 2-1 赤佳陽大山雨量站民國 56 年至 87 年之年降雨量（單位：公厘）

年度	56	57	58	59	60	61	62	63
降雨量	1200	2058	1851	1459	1437	1675	1367	2081
年度	64	65	66	67	68	69	70	71
降雨量	1866	1352	2215	2421	1929	1816	2955	2081
年度	72	73	74	75	76	77	78	79
降雨量	2999	190	3280	2772	2255	2009	3149	2688
年度	80	81	82	83	84	85	86	87
降雨量	623	1814	1664	1625	1827	2161	2202	2521

表 2-2 赤佳陽大山雨量站年降雨量(P)分部趨勢（單位：公厘）

年降雨量	P<1000	1001<P<1500	1501<P<2000	2001<P<2500	2501<P<3000	3001<P
年數	1	5	10	9	5	2

由於水文年報出刊的時間約在每年第二季，因此本計劃分別於 2 月及 11 月直接前往赤佳陽大山雨量站的主管單位（台電公司中部水文資料管理站）抄取 88 年度及 89 年度一至七月份之最新資料。根據所得之資料顯示，88 年全年之降雨量僅為 910 公厘，在現有資料當中僅比民國 80 年的 623 公厘稍高，應屬於少雨的一年。其中，降雨較豐富的八月雨量 189 公厘也比過去的平均

值 258 公厘為低；全年的最大 24 小時降雨量為 64 公厘（五月六日 13 時至七日 12 時）雖比民國 80 年的 41 公厘稍高，但也僅為平均值 184 公厘的 35%。

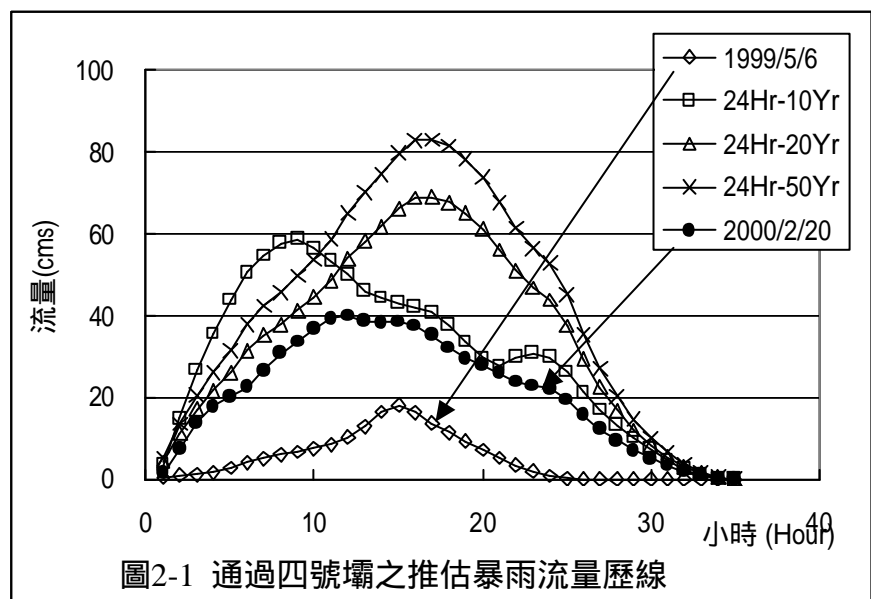
而在 89 年度一至七月份的降雨資料部分，相較與 88 年之少雨，89 年之降雨情形則與過去之紀錄相近。在這前七個月份之總降雨量為 1576 公厘，為 88 年全年總雨量的 1.73 倍。在最大 24 小時降雨量方面，二、四、六月之當月最大 24 小時降雨也都高於 88 年度之 64 公厘；89 年水文資料如表 2-3 所示。

表 2-3 89 年 1 至 7 月之赤佳陽大山雨量站資料

月份	1	2	3	4	5	6	7
降雨量（公厘）	61.5	481.0	145.5	450.0	81.0	253.5	103.5
最大 24 小時降雨 （日期）	29.0 (1/25)	146.5 (2/20)	50.0 (3/11)	87.0 (4/28)	17.5 (5/2)	139.0 (6/12)	54.0 (7/9)

若分別將兩年度之最大 24 小時降雨（88 年五月六日 13 時至七日 12 時共 64 公厘，89 年二月二十日 23 時至二十一日 22 時共 146.5 公厘）套入吳建民之單位流量歷線中，則

可以獲得該兩場暴雨通過四號壩的推估流量歷線（見圖 2-1）與 10 年、20 年及 50 年頻率的 24 小時暴雨相比較，88 年之最大 24 小



時降雨產生歷時僅 25 小時之流量歷線，且其洪峰僅約 20cms；而 89 年之最大

24 小時降雨產生歷時 34 小時洪峰約 40cms 之洪水歷線。因此，本計畫推斷 88 年度之洪水對河道之影響應該有限，而出現於今年二月之集中雨量則應會產生較大之河床斷面變化，此推斷亦在第三章所描述之河道斷面變化觀測結果中獲得證實。

在計畫執行期間，研究團隊向水文儀器供應商租借超音波水位計，由於配合壩體改善工程之會議結論與儀器商自日本進口等因素，該儀器終於在 10 月份中旬安裝於一號防砂壩之右側翼牆上（見圖 2-1），電源部分則是經過武陵農場之同意而連接自附近之進水池。超音波水位計主要分為兩部分，一是負責電源及資料暫存之主機部分（照片 2-2），另一部份則是伸至防砂壩溢洪道上方之超音波發送接收器（圖 2-3）。由於，溢洪道之水位流量關係仍待與雨量資料比對，因此其流量資料在獲得校正後便可供使用。



圖 2-2 安裝於一號防砂壩右側翼牆之超音波水位計



圖 2-3 超音波水位計主機



圖 2-4 超音波發送接收器

89 年 10 月中旬將水位計裝上後，於 89 年 12 月中旬將第一次水位計下載回來整理，不過剛架設的值相當不穩定，其水位基準值不斷跳動，另外武陵農場在架設水位計期間有數次停電，資料並未記錄，因此仍有許多缺點。如下表 2-4 為部份數據，可看出每五分鐘一筆資料雖然說有時候固定 64、65，但也有時候值跳動到 2、3，因此還在跟廠商研究修改中。

表 2-4 水位計部份資料

時間	水位	時間	水位	時間	水位	時間	水位	時間	水位	時間	水位	時間	水位	時間	水位	時間	水位

0010200000	61	0010200640	5	0010210000	56	0011160145	63	11191345	4	11262150	3	12020000	65	12060820	62	12090100	4
0010200005	61	0010200645	5	0010210005	56	0011160150	29	11191350	28	11262155	3	12020005	64	12060825	62	12090105	3
0010200010	62	0010200650	5	0010210010	53	0011160155	34	11191355	48	11262200	3	12020010	64	12060830	61	12090110	4
0010200015	61	0010200655	5	0010210015	57	0011160200	21	11191400	18	11262205	3	12020015	64	12060835	60	12090115	3
0010200020	61	0010200700	5	0010210020	56	0011160205	51	11191405	34	11262210	3	12020020	64	12060840	60	12090120	3
0010200025	62	0010200705	5	0010210025	51	0011160210	62	11191410	5	11262215	3	12020025	64	12060845	62	12090125	3
0010200030	62	0010200710	5	0010210030	38	0011160215	29	11191415	3	11262220	3	12020030	64	12060850	53	12090130	4
0010200035	61	0010200715	5	0010210035	33	0011160220	52	11191420	3	11262225	3	12020035	64	12060855	1	12090135	2
0010200040	62	0010200720	5	0010210040	23	0011160225	31	11191425	3	11262230	3	12020040	64	12060900	1	12090140	2
0010200045	62	0010200725	5	0010210045	33	0011160230	5	11191430	4	11262235	3	12020045	64	12060905	1	12090145	3
0010200050	62	0010200730	5	0010210050	10	0011160235	6	11191435	3	11262240	3	12020050	64	12060910	1	12090150	4
0010200055	61	0010200735	5	0010210055	8	0011160240	6	11191440	4	11262245	3	12020055	64	12060915	4	12090155	2
0010200100	62	0010200740	5	0010210100	14	0011160245	5	11191445	18	11262250	3	12020100	63	12060920	40	12090200	3
0010200105	61	0010200745	5	0010210105	7	0011160250	5	11191450	47	11262255	3	12020105	64	12060925	52	12090205	3
0010200110	61	0010200750	5	0010210110	5	0011160255	5	11191455	8	11262300	3	12020110	64	12060930	4	12090210	2
0010200115	62	0010200755	5	0010210115	6	0011160300	4	11191500	19	11262305	3	12021240	3	12060935	2	12090215	2
0010200120	61	0010200800	4	0010210120	5	0011160305	5	11191505	51	11262310	3	12021245	16	12060940	3	12090220	2
0010200125	61	0010200805	4	0010210125	4	0011160310	4	11191510	51	11262315	3	12021250	52	12060945	2	12090225	2
0010200130	60	0010200810	4	0010210130	4	0011160315	5	11191515	38	11262320	3	12021255	36	12060950	6	12090230	2
0010200135	60	0010200815	4	0010210135	5	0011160320	5	11191520	12	11262325	3	12021300	29	12060955	12	12090235	2
0010200140	60	0010200820	4	0010210140	5	0011160325	5	11191525	15	11262330	4	12021305	3	12061000	11	12090240	2
0010200145	60	0010200825	4	0010210145	5	0011160330	5	11191530	52	11262335	5	12021310	15	12061005	5	12090245	2
0010200150	60	0010200830	4	0010210150	5	0011160335	5	11191535	51	11262340	18	12021315	50	12061010	4	12090250	2
0010200155	60	0010200835	4	0010210155	4	0011160340	5	11191540	52	11262345	61	12021320	51	12061015	24	12090255	2
0010200200	60	0010200840	5	0010210200	5	0011160345	5	11191545	52	11262350	64	12021325	49	12061020	37	12090300	2
0010200205	60	0010200845	5	0010210205	4	0011160350	5	11191550	52	11262355	66	12021330	51	12061025	4	12090305	2
0010200210	61	0010200850	4	0010210210	4	0011160355	5	11191555	52	11270000	66	12021335	38	12061030	17	12090310	2
0010200215	60	0010200855	3	0010210215	4	0011160400	5	11191600	52	11270005	66	12021340	50	1206106	16	12090315	2
0010200220	60	0010200900	3	0010210220	5	0011160405	5	11191605	51	11270010	66	12021345	25	12061450	22	12090320	2
0010200225	60	0010200905	4	0010210225	5	11160430	4	11191610	52	11270015	65	12021350	2	12061455	21	12090325	2
0010200230	57	0010200910	6	0010210230	5	11160435	4	11191615	53	11270020	65	12021355	35	12061500	37	12090330	2
0010200235	57	0010200915	15	0010210235	5	11160440	4	11191620	53	11270025	65	12021400	3	12061505	47	12090335	1
0010200240	52	0010200920	5	0010210240	4	11160445	5	11191625	53	11270030	65	12021405	2	12061510	48	12090340	2
0010200245	41	0010200925	4	0010210245	4	11160450	5	11191630	53	11270035	65	12021410	2	12061515	48	12090345	2
0010200250	9	0010200930	49	0010210250	4	11160455	5	11191635	52	11270040	65	12021415	2	12061520	47	12090350	2
0010200255	6	0010200935	59	0010210255	4	11160500	5	11191640	53	11270045	65	12021420	3	12061525	48	12090355	2
0010200300	6	0010200940	58	0010210300	4	11160505	5	11191645	52	11270050	65	12021425	12	12061530	46	12090400	2
0010200305	5	0010200945	58	0010210305	4	11160510	5	11191650	52	11270055	65	12021430	11	12061535	39	12090405	2

0010200310	4	0010200950	56	0010210310	4	11160515	4	11191655	53	11270100	64	12021435	27	12061540	24	12090410	2
0010200315	4	0010200955	10	0010210315	5	11160520	5	11191700	53	11270105	64	12021440	28	12061545	10	12090415	2
0010200320	5	0010201000	7	0010210320	4	11160525	5	11191705	53	11270110	65	12021445	32	12061550	11	12090420	2
0010200325	4	0010201005	4	0010210325	4	11160530	5	11191710	52	11270115	65	12021450	42	12061555	21	12090425	2
0010200330	4	0010201010	3	0010210330	4	11160535	6	11191715	52	11270120	65	12021455	47	12061600	23	12090430	2
0010200335	5	0010201015	30	0010210335	5	11160540	13	11191720	53	11270125	65	12021500	47	12061605	44	12090435	2
0010200340	4	0010201020	41	0010210340	4	11160545	12	11191725	53	11270130	65	12021505	48	12061610	46	12090440	2
0010200345	5	0010201025	38	0010210345	4	11160550	25	11191730	52	11270135	65	12021510	49	12061615	54	12090445	2
0010200350	5	0010201030	28	0010210350	5	11160555	28	11191735	52	11270140	65	12021515	47	12061620	54	12090450	2
0010200355	5	0010201035	60	0010210355	5	11160600	46	11191740	53	11270145	64	12021520	48	12061625	54	12090455	2
0010200400	5	0010201040	59	0010210400	5	11160605	63	11191745	52	11270150	65	12021525	23	12061630	54	12090500	1
0010200405	5	0010201045	5	0010210405	5	11160610	63	11191750	4	11270151	4	12021530	5	12061635	53	12090500	0 02
0010200410	5	0010201050	4	0010210410	5	11160615	64	11192155	4	11270720	64	12021535	4	12061640	53	12091205	9
0010200415	5	0010201055	3	001005		11160620	64	11192200	4	11270725	64	12021540	3	12061645	52	12091210	2
0010200420	5	0010201100	9	0010210650	5	11160625	64	11192205	4	11270730	64	12021545	5	12061650	52	12091215	2
0010200425	5	0010201105	7	0010210655	4	11160630	65	11192210	4	11270735	64	12021550	5	12061655	51	12091220	2
0010200430	5	0010201110	22	0010210700	4	11160635	64	11192215	4	11270740	63	12021555	33	12061700	18	12091225	2
0010200435	5	0010201115	16	0010210705	4	11160640	60	11192220	4	11270745	64	12021600	54	12061705	6	12091230	2
0010200440	5	0010201120	4	0010210710	4	11160645	60	11192225	4	11270750	64	12021605	55	12061710	3	12091235	31
0010200445	5			0010210715	4	11160650	55	11192230	4	11270755	64	12021610	55	12061715	2	12091240	52
0010200450	5			0010210720	4	11160655	34	11192235	4	11270800	64	12021615	55	12061720	2	12091245	48
0010200455	5			0010210725	4	11160700	17	11192240	4	11270805	64	12021620	55	12061725	2	12091250	31
0010200500	5			0010210730	5	11160705	6	11192245	4	11270810	65	12021625	55	12061730	2	12091255	51
0010200505	5			0010210735	4	11160710	5	11192250	4	11270815	54	12021630	53	12061735	2	12091300	52
0010200510	5			0010210740	4	11160715	5	11192255	4	11270820	63	12021635	52	12061740	2	12091305	52
0010200515	5			0010210745	5	11160720	5	11192300	4	11270825	60	12021640	52	12061745	2	12091310	51
0010200520	5			0010210750	4	11160725	5	11192305	3	11270830	59	12021645	52	12061750	2	12091315	52

3.4 一號壩至二號壩間

針對高山溪一號壩至二號壩間的河道調查，做以下幾點說明：

- (1) 如圖 3-104 及表 3-9 而言，根據數次調查結果顯示，一號壩至二號壩間河床的變化並不大，只有幾處有較明顯的沖刷與堆積，河道的坡度除幾處較為陡峻外可說極為平緩且平均坡度不超過 2%。此外，將一月份泥砂輸出量作比較，其他三次的調查結果顯示，河段中之沖刷斷面比淤積斷面為多，但整體輸砂量仍較三、四號壩之狀況少很多。

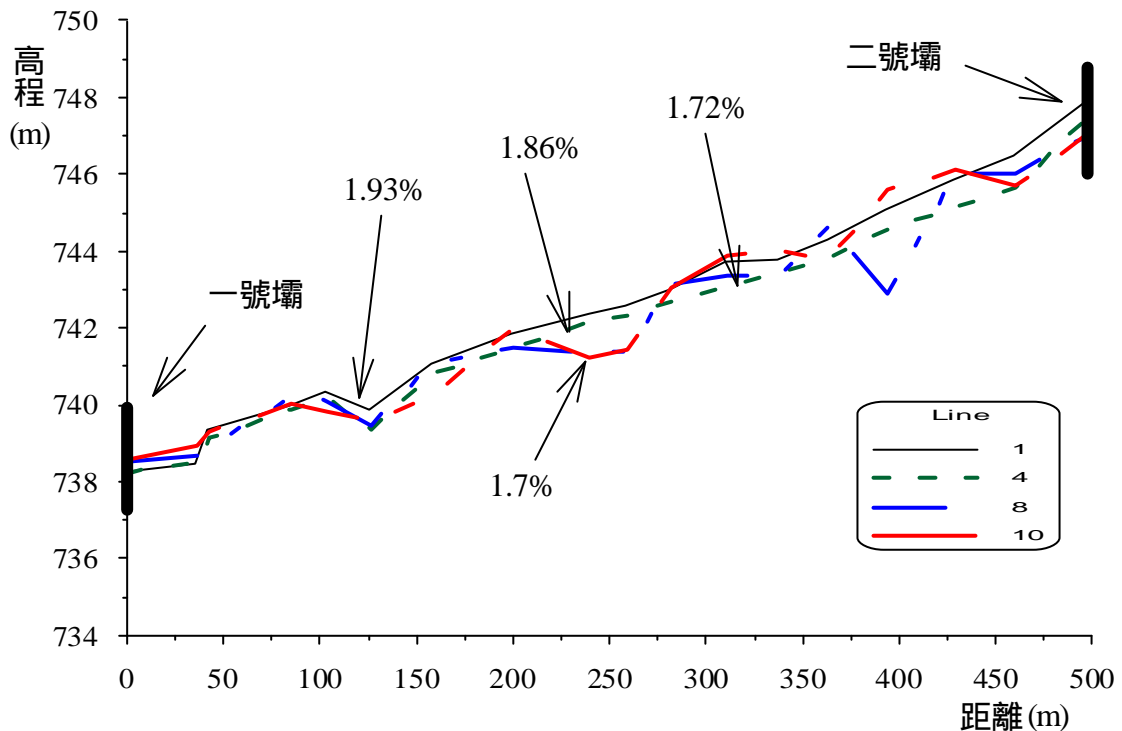


圖 3-104：高山溪二號壩下游至一號壩間河床縱向剖面圖

表 3-9：一號壩上游斷面土砂運移量及河道坡度變化

	1 月	4 月	8 月	10 月
沖刷量百分比 (與 1 月比較)	0%	1.43%	4.49%	3.49%
河道坡度變化	1.93%	1.86%	1.72%	1.7%

- (2)表 3-10 為一號壩至二號壩間各河斷面的流速分布，其平均流速較前一個河

段平緩。而現場量測數據發現，流速多於 0.8(m/sec)者多半為水深大於 60cm 的深潭區。但也有水深相當淺（不足 30cm）之薄層水流。

(3)圖 3-113~圖 3-127 為各橫斷面的剖面圖，除了接近二號壩壩體的部份在 10 月份的調查資料有所改變之外，其他河道斷面變化並不大，加上該河道仍受多處岩盤環境的影響，河道的橫向變化並不大，但河道最大沖刷深度可達 1.2~1.4m 間。如圖 3-111 與圖 3-112 顯示，由於同一個河段在暴雨來時與常流量的差別相當大，河川的豐枯期水位變化較大。

表 3-10 一號壩以上各斷面流速分布表

斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)
1-1(R)	1.1779	1-6(M)	0.7708	1-11(H)	1.26	1-16(C)	0.8174
1-2(Q)	1.0781	1-7(L)	1.2865	1-12(G)	1.2571	1-17(B)	0.73
1-3(P)	1.5826	1-8(K)	1.338	1-13(F)	1.2618	1-18(A)	0.7445
1-4(O)	0.7477	1-9(J)	1.0587	1-14(E)	1.4813		
1-5(N)	0.7221	1-10(I)	1.4707	1-15(D)	1.2927		



圖3-105 2號壩及其副壩(8月)



圖3-106 2號壩及其副壩(10月施工中道路)



圖3-107 Sec1-b斷面河床(8月暴雨)



圖3-108 Sec1-b斷面河床(8月暴雨)



圖3-111 Sec1-0斷面河床(8月)



圖3-109 Sec1-N斷面河床(8月)



圖3-112 Sec1-0斷面河床(10月)



圖3-110 Sec1-N斷面河床(10月)

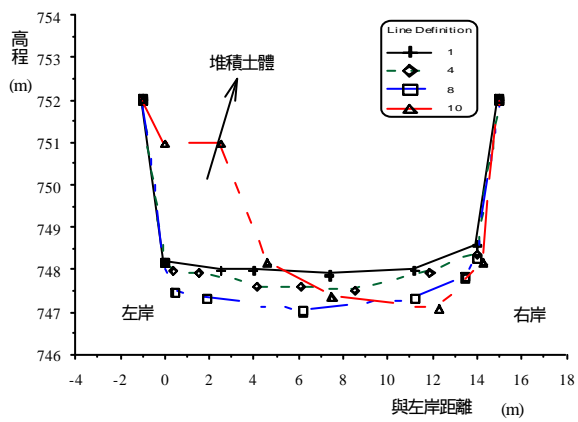


圖 3-113 Sec1-17 橫斷面剖面圖

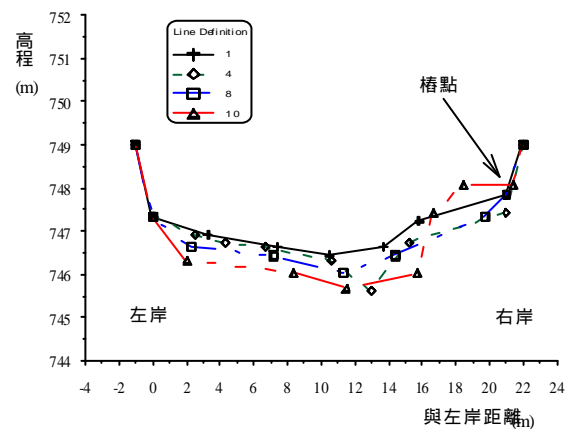


圖 3-114 Sec1-16 橫斷面剖面圖

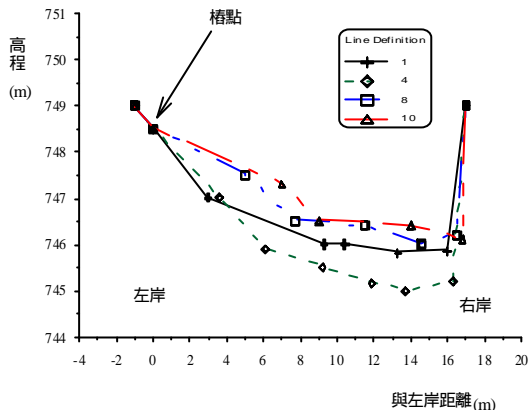


圖 3-115 Sec1-15 橫斷面剖面圖

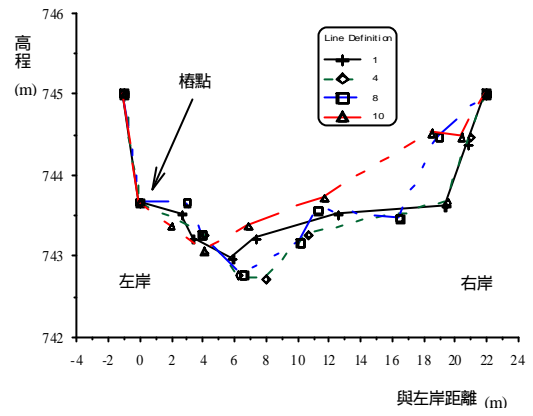


圖 3-119 Sec1-10 橫斷面剖面圖

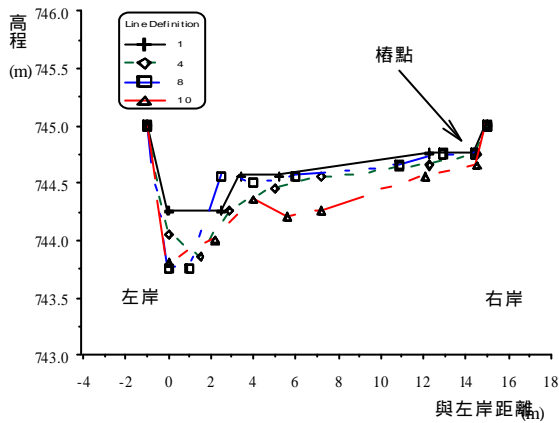


圖 3-116 Sec1-13 橫斷面剖面圖

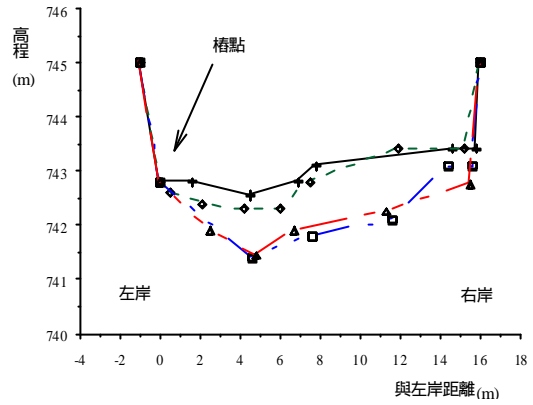


圖 3-120 Sec1-9 橫斷面剖面圖

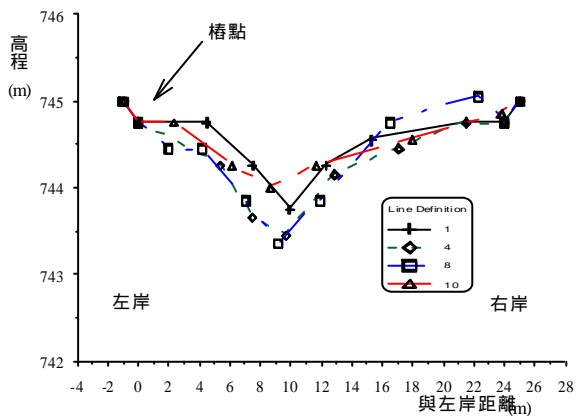


圖 3-117 Sec1-12 橫斷面剖面圖

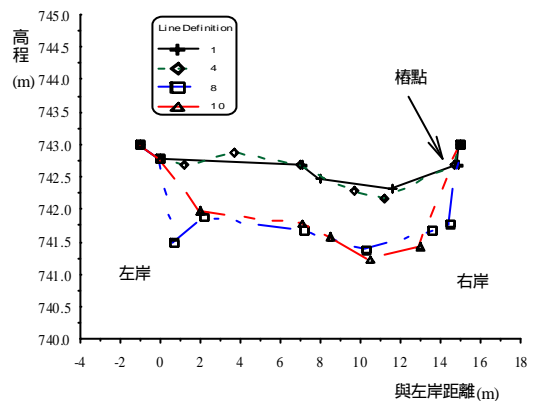


圖 3-121 Sec1-8 橫斷面剖面圖

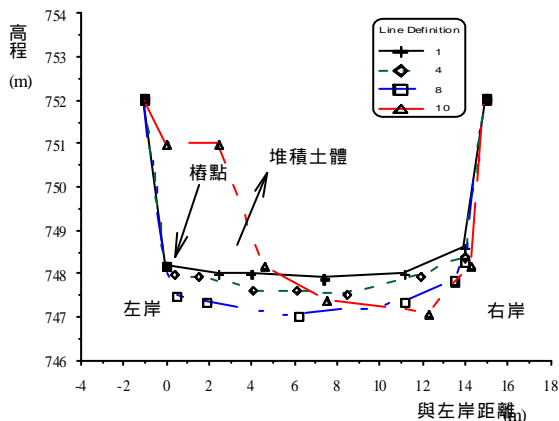


圖 3-118 Sec1-11 橫斷面剖面圖

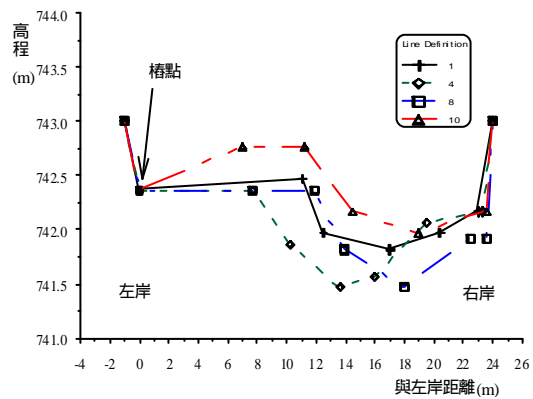


圖 3-122 Sec1-7 橫斷面剖面圖

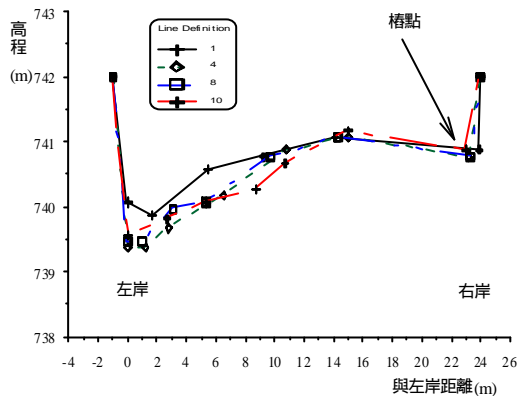


圖 3-123 Sec1-5 橫斷面剖面圖

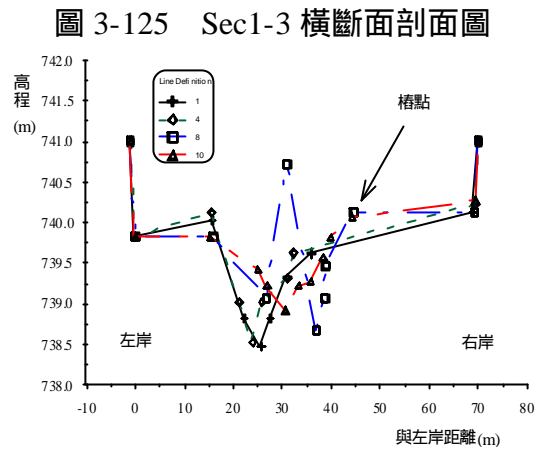


圖 3-126 Sec1-2 橫斷面剖面圖

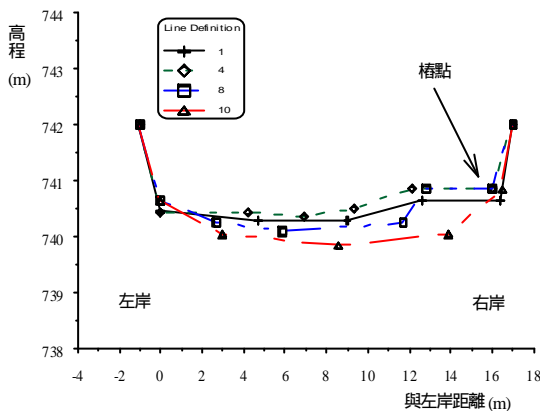


圖 3-124 Sec1-4 橫斷面剖面圖

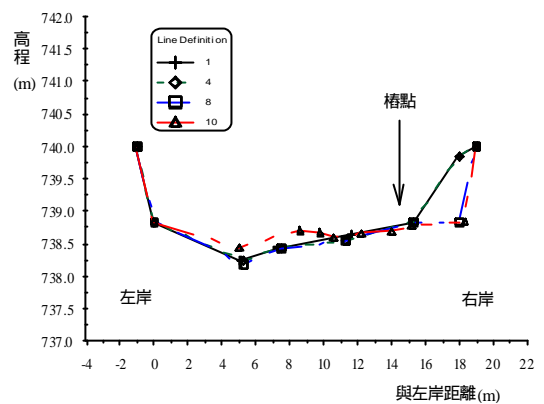


圖 3-127 Sec1-1 橫斷面剖面圖

3.5 一號壩至億年橋間

針對一號壩至億年橋間的調查，做以下表較說明：

- (1)圖 3-128(斷面 0-11 處)為一號壩及其副壩，也是整個高山溪中唯一保持完好的一座壩體。由於該壩體已經相當接近七家灣溪之匯流點，因此水流量也是最大的。



圖 3-128 一號壩及其副壩之下游河床

(2)如下圖 3-129 可知，該河段坡度變得較為陡，平均坡度約在 3.2%左右。整體而言，河道沖刷情形並不嚴重，但因河床粗粒徑較多的影響，出現階梯狀河床的現象。

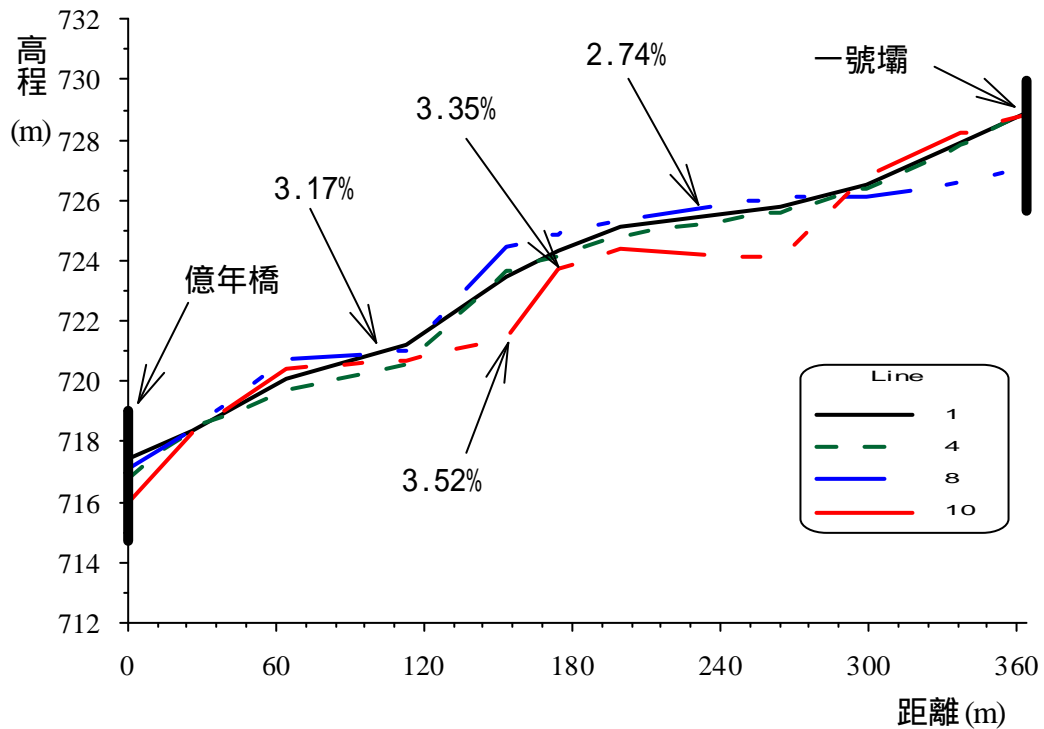


圖 3-129 高山溪一號壩下游河床縱向剖面圖

表 3-11 一號壩下游斷面土砂運移量及河道坡度說明表

	1 月	4 月	8 月	10 月
沖刷量百分比 (與 1 月比較)	0%	4.77%	10.3%	10.21%
河道坡度變化	3.17%	3.35%	2.74%	3.52%

(3)如表 3-12 顯示此河段流速變化相當大，從深潭到急流，不同形態的河流特徵皆存在，如圖 3-130 及圖 3-131 雖然河道屬於平直型河道，但是河床上巨礫相當多且形成階梯狀河床。圖 3-132 為高山溪與七家灣溪匯流口，可看出交會口附近佈滿大礫石且水流相當的急。

表 3-12 一號壩以下各斷面流速分布

斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)
0-1(A)	1.4315	0-5(E)	1.1079	0-9(I)	0.8852
0-2(B)	0.679	0-6(F)	0.9524	0-10(J)	1.166
0-3(C)	1.3038	0-7(G)	1.1509	0-11(K)	1.1044
0-4(D)	0.7313	0-8(H)	1.061		



圖3-130 Sec0-E斷面河床(8月)

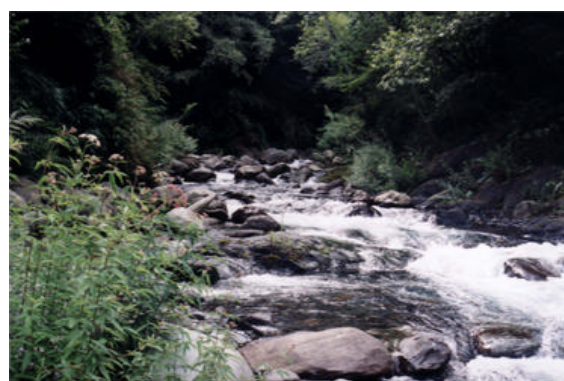


圖3-132 高山溪與七家灣溪匯流上游河床(8月)



圖3-131 Sec0-E斷面河床(10月)



圖3-133 高山溪與七家彎溪匯流上游河床(10月)

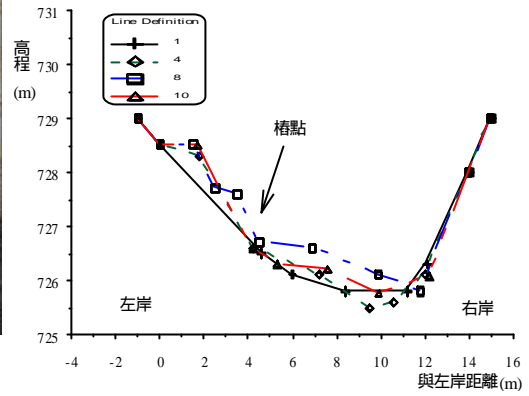


圖 3-137 Sec0-4 橫斷面剖面圖

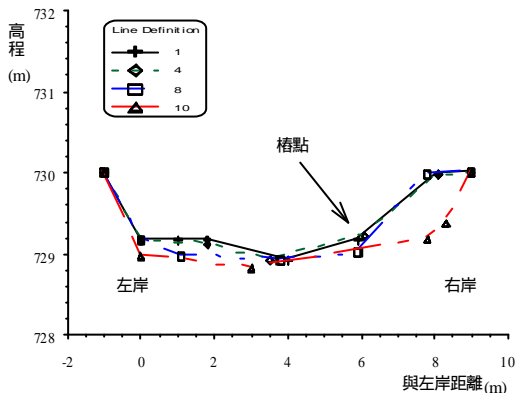


圖 3-134 Sec0-1 橫斷面剖面圖

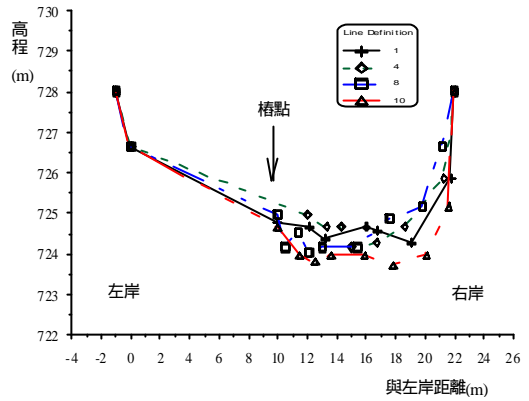


圖 3-138 Sec0-5 橫斷面剖面圖

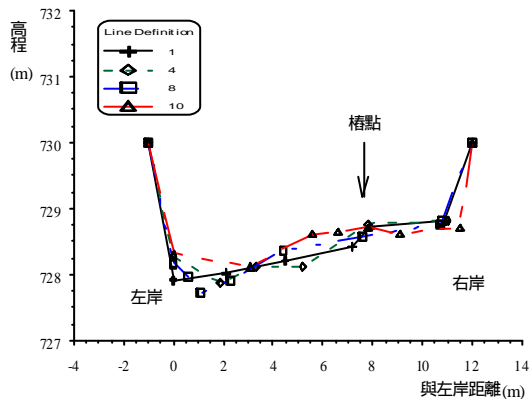


圖 3-135 Sec0-2 橫斷面剖面圖

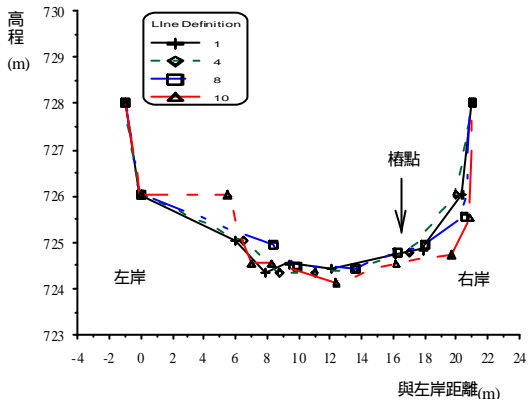


圖 3-139 Sec0-6 橫斷面剖面圖

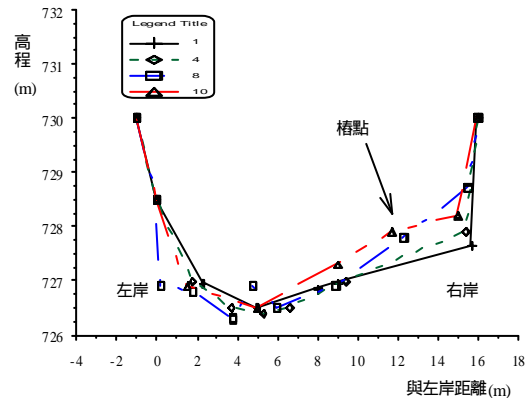


圖 3-136 Sec0-3 橫斷面剖面圖

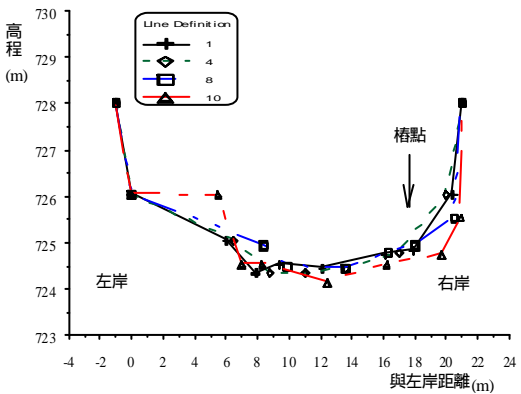


圖 3-140 Sec0-7 橫斷面剖面圖

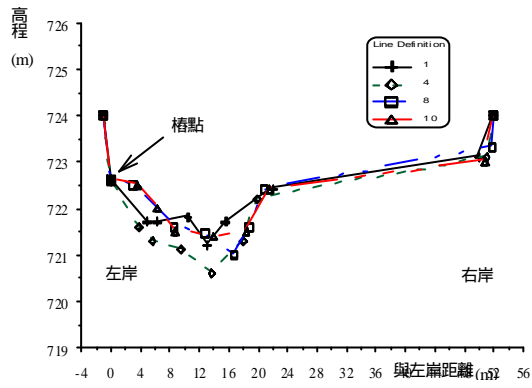


圖 3-141 Sec0-8 橫斷面剖面圖

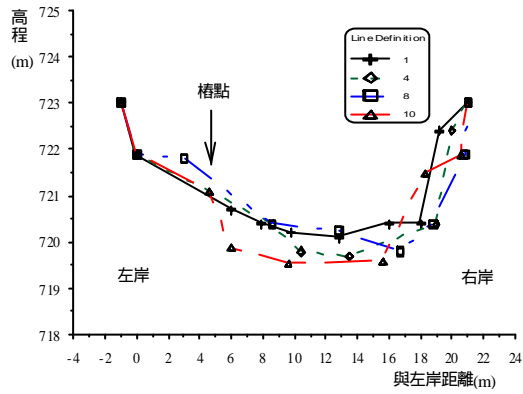


圖 3-142 Sec0-9 橫斷面剖面圖

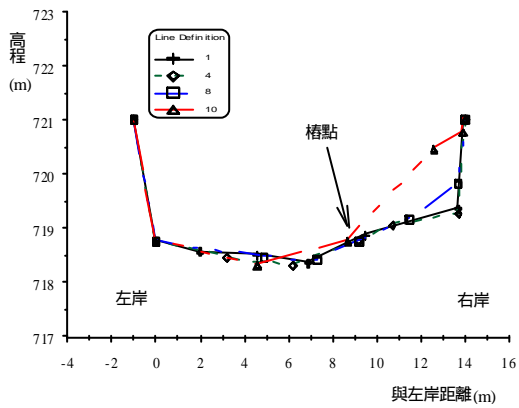


圖 3-143 Sec0-10 橫斷面剖面圖

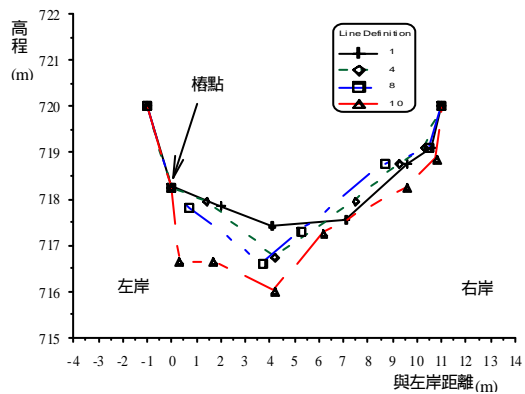


圖 3-144 Sec0-11 橫斷面剖面圖

3.2 三號壩至四號壩間

在拆除四號壩部份壩體之後，蓄積在原先缺口上游處的土砂隨著暴雨逕流之水流帶往四號壩下游處淤積，因此必須注意壩下游的河床變化，針對調查資料做以下幾點說明：

- (1)如圖 3-21 所示，四號壩在改善後河道初期變化並不大，不過經過一年的時間，加上颱風暴雨的影響，使得缺口處的下流河床形成一個較深的深潭。隨著時間的演變，三號壩上游的平均坡度有明顯變緩的現象，其坡度大約穩定在 2.6% 左右。由於八月期間有數個颱風侵襲台灣，給中部山區帶來大量豐沛的雨水，也因為如此，整個三號壩以上的土砂運移量在 8 月有明顯增加的現象。此外，隨著更多的土砂往下游輸送，大顆粒岩石也隨之在下游地區開始堆積，使得多處河床斷面在 8 月及 10 月份調查時，出現階梯狀河床形式。

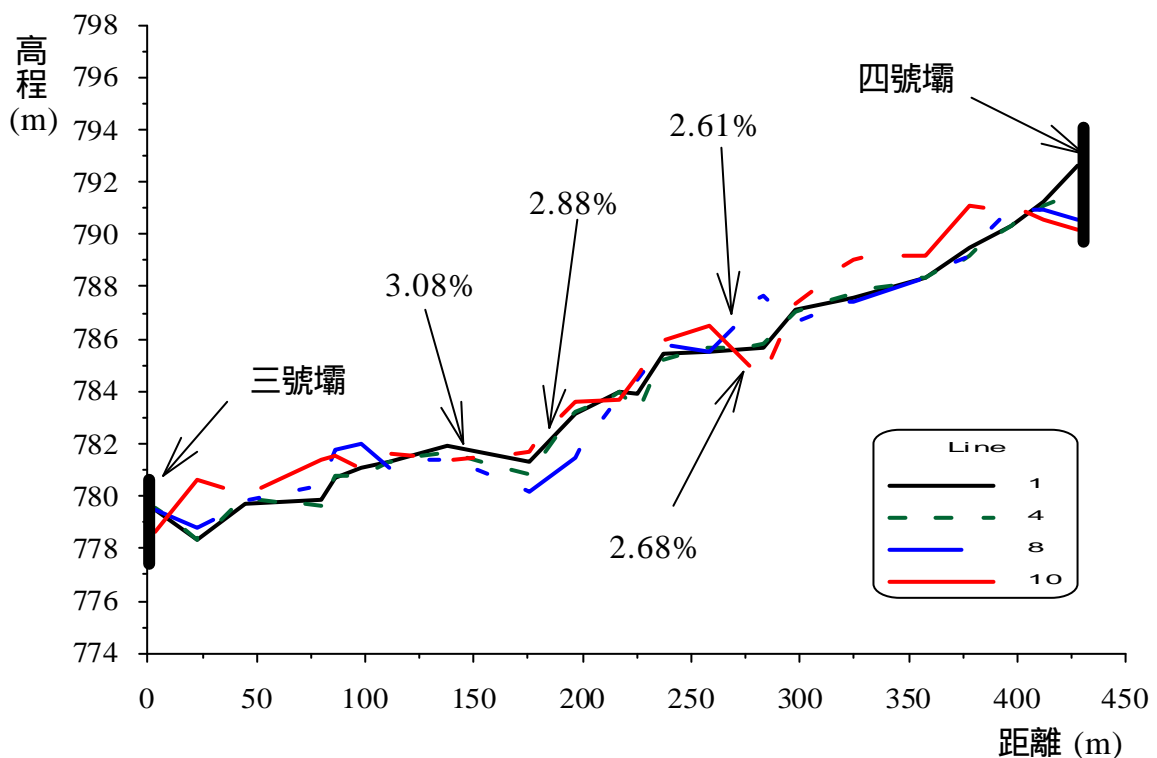


圖 3-21 高山溪四號壩下游至三號壩間河床縱向剖面圖

- (2)如圖 3-24 沖刷深潭最深處已經較 1 月的河床面下降 2.5m 左右，而且水流面積也有向兩岸擴大的現象。與四號壩上游的河道比較起來，其階梯的長

度較長，落差也較小，這也可凸顯上游巨粒較多，而越往下游，粒徑越小。

表 3-5 三號壩上游斷面土砂運移量及河道坡度說明表

	1 月	4 月	8 月	10 月
沖刷量百分比 (與 1 月比較)	0%	1.19%	12.25%	19.09%
河道坡度變化	3.08%	2.88%	2.61%	2.68%

(3)如表 3-6，根據調查結果如，在此河段中發現 6 處流速較低的深潭斷面，而且這些深潭多半形成於大彎道岩壁邊緣，可見三號壩上游的河道變化較多，蜿蜒情形較大。

表 3-6 三號壩上游各斷面流速

斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)
3-1(W)	1.184	3-9(O)	0.9957	3-17(G)	1.468
3-2(V)	1.263	3-10(N)	1.089	3-18(F)	1.427
3-3(U)	0.439	3-11(M)	1.0697	3-19(E)	1.3258
3-4(T)	1.412	3-12(L)	1.251	3-20(D)	1.8956
3-5(S)	0.4464	3-13(K)	1.55	3-21(C)	0.9916
3-6(R)	1.245	3-14(J)	1.32	3-22(B)	1.428
3-7(Q)	1.2207	3-15(I)	1.05	3-23(A)	1.469
3-8(P)	1.3205	3-16(H)	1.275		

(4)如圖 3-23、圖 3-26、圖 3-28 及圖 3-29 為 8 月底適逢颱風暴雨之圖片。經現場量測，暴雨逕流來臨時水位迅速提高，其洪峰歷時大約 15 分鐘且流速亦可達 3m/sec 以上，除夾帶更多巨大礫石到下游河床堆積外，也對河床兩岸的邊坡基腳產生側蝕作用。

(5)如圖 3-39、圖 3-45 及圖 3-46 顯示這三個河斷面都有明顯的河道改道現象。

圖 3-47 之原先河道只走右岸，但現在於河床中央形成隆起的淺灘。仔細觀察其他各斷面剖面圖時，發現大部分斷面大多呈現局部向下掏刷的現象，

但最大總沖刷深度不超過 1m，可見河床輸砂變化並不大，但是土砂堆積量卻反而有遞增的現象。

(6)如圖 3-56 圖 3-58 根據去年針對三號壩改善工程對壩體上下游的影響分析，三號壩在今年 10 月初按照建議進行改善工程。在 10 月之調查測量發現，施工單位為方便施工並迅速將水體集中排除，故將河道束縮而形成人工化渠道之狀況。



圖3-22 Sec3-C斷面河床(8月)



圖3-25 Sec3-J斷面河床(8月)



圖3-23 Sec3-C斷面河床(8月暴雨)



圖3-26 Sec3-J斷面河床(8月暴雨)



圖3-24 Sec3-C斷面河床(10月暴雨)



圖3-27 Sec3-J斷面河床(10月)



圖3-31 Sec3-U斷面河床(8月)



圖3-28 Sec3-N斷面河床(8月暴雨)



圖3-32 Sec3-U斷面上游河床(8月暴雨)



圖3-29 Sec3-N斷面河床(8月暴雨洪峰)



圖3-33 Sec3-U斷面上游河床(10月)

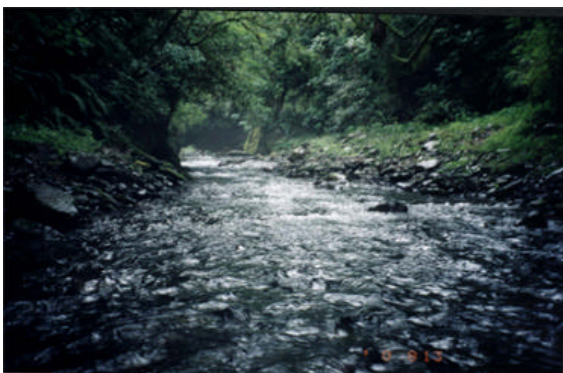


圖3-30 Sec3-0斷面河床(10月)



圖3-34 3號壩上游河床(8月)



圖3-35 3號壩上游河床(8月暴雨)

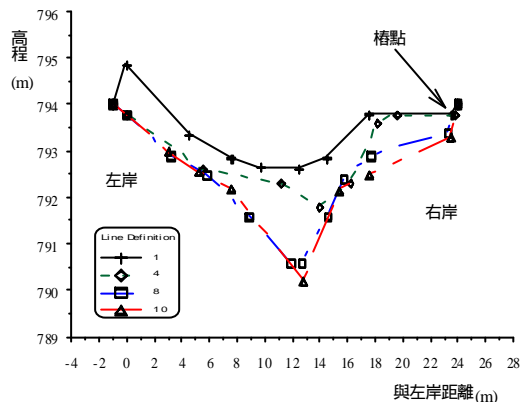


圖 3-36 Sec3-23 橫斷面剖面圖

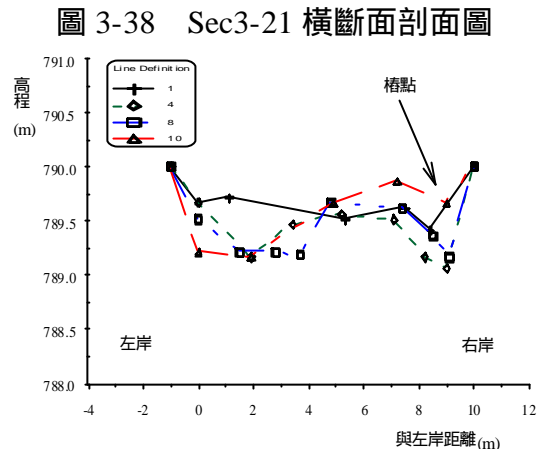


圖 3-38 Sec3-21 橫斷面剖面圖

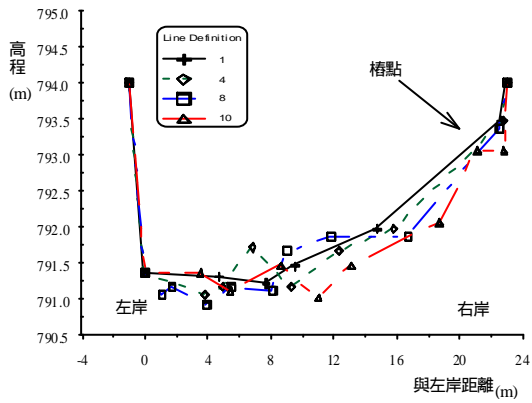


圖 3-37 Sec3-22 橫斷面剖面圖

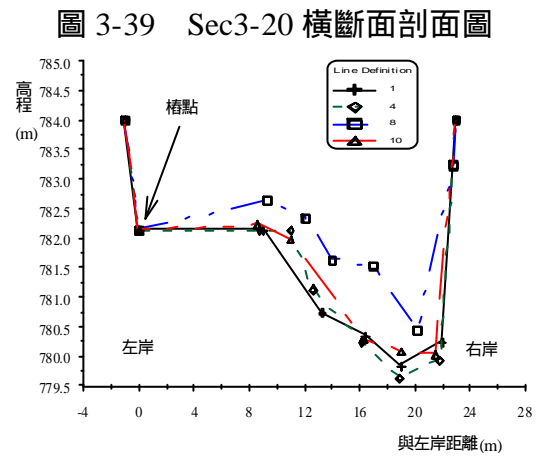


圖 3-39 Sec3-20 橫斷面剖面圖

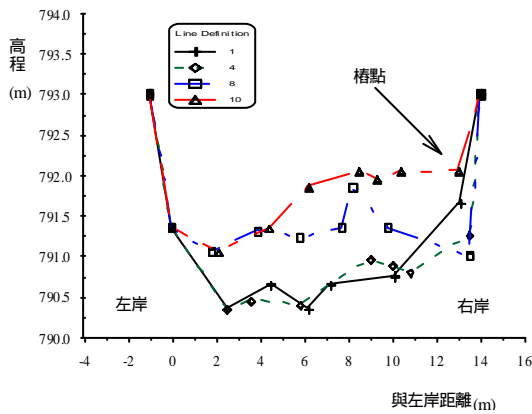


圖 3-40 Sec3-19 橫斷面剖面圖

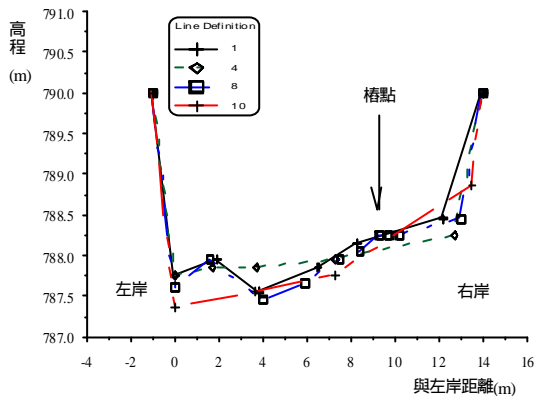


圖 3-41 Sec3-18 橫斷面剖面圖

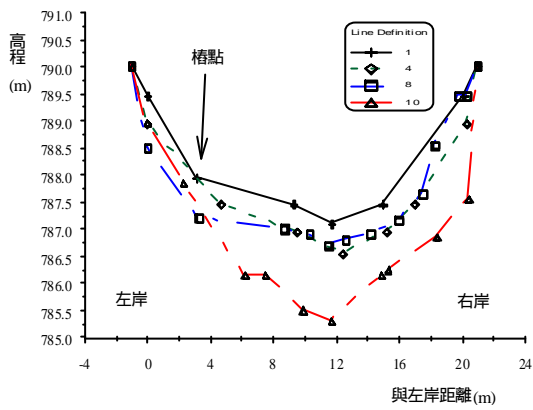


圖 3-42 Sec3-17 橫斷面剖面圖

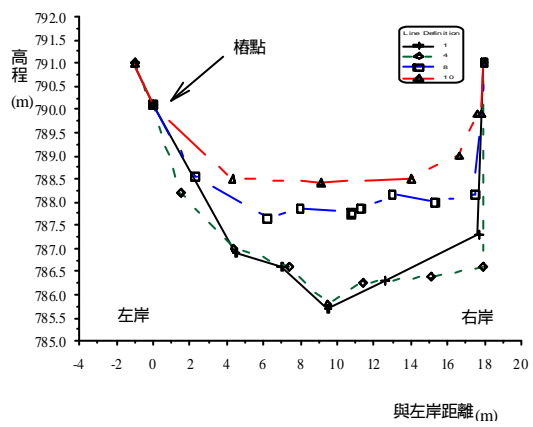


圖 3-43 Sec3-16 橫斷面剖面圖

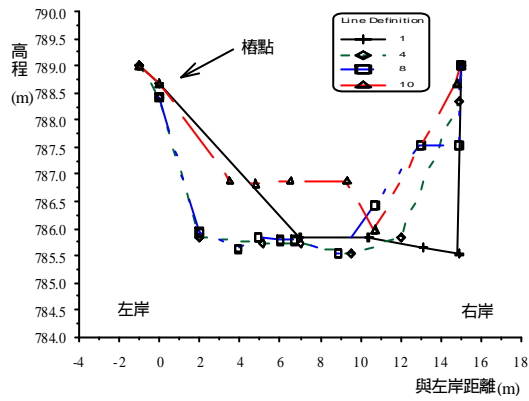


圖 3-44 Sec3-15 橫斷面剖面圖

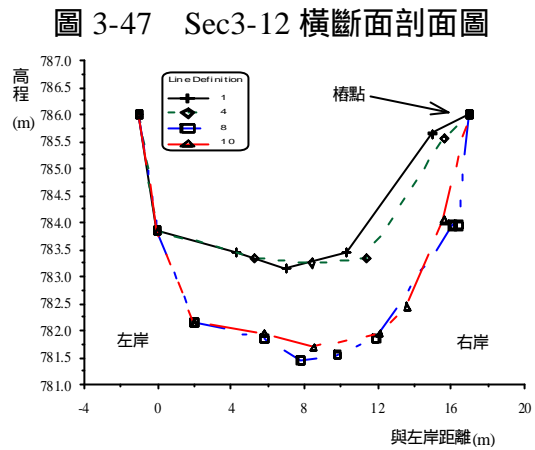


圖 3-48 Sec3-11 橫斷面剖面圖

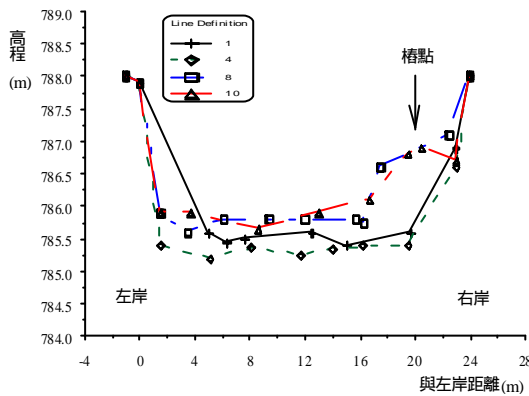


圖 3-45 Sec3-14 橫斷面剖面圖

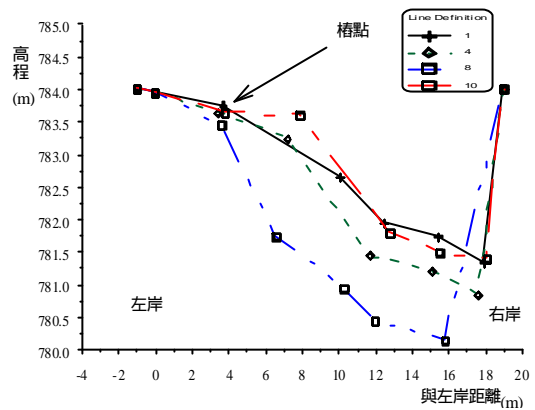


圖 3-49 Sec3-10 橫斷面剖面圖

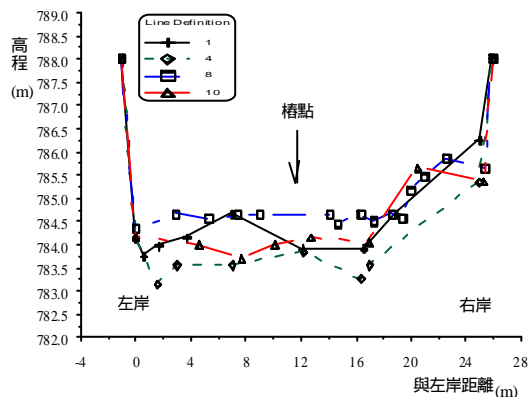


圖 3-46 Sec3-13 橫斷面剖面圖

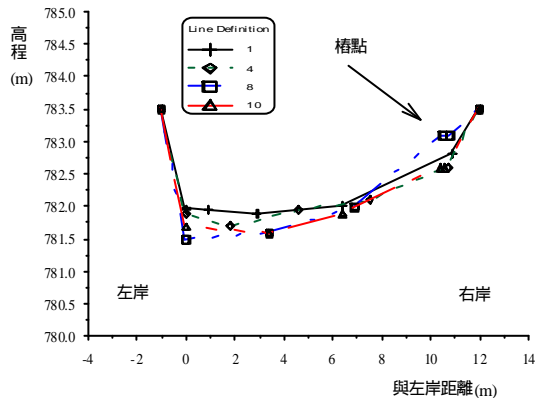
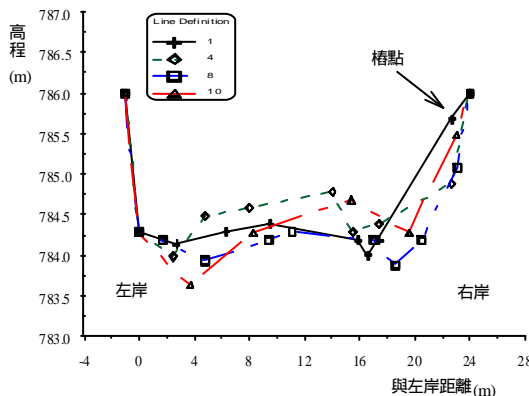


圖 3-50 Sec3-9 橫斷面剖面圖



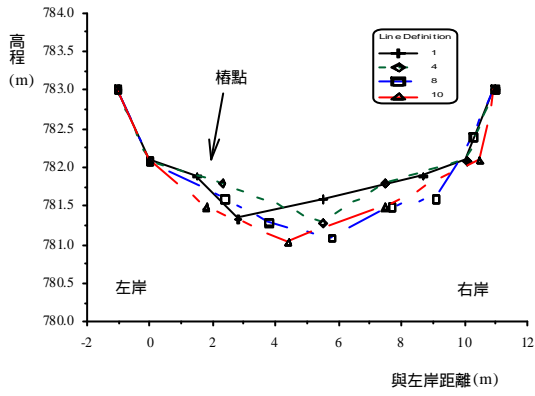


圖 3-51 Sec3-8 橫斷面剖面圖

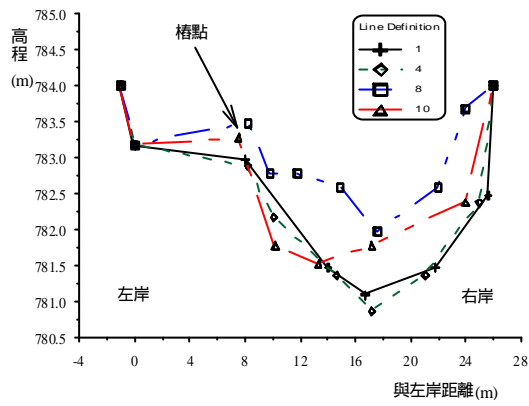


圖 3-52 Sec3-7 橫斷面剖面圖

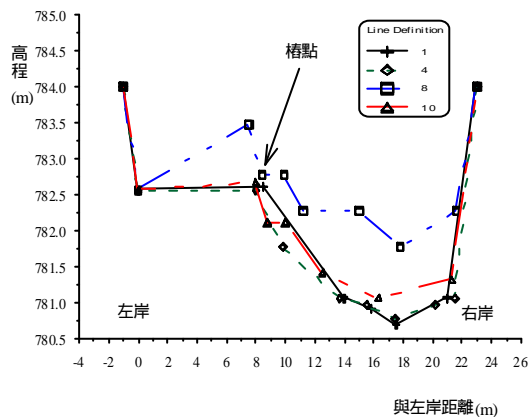


圖 3-53 Sec3-6 橫斷面剖面圖

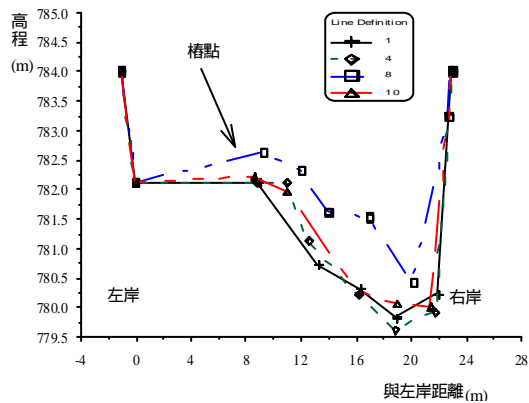


圖 3-54 Sec3-5 橫斷面剖面圖

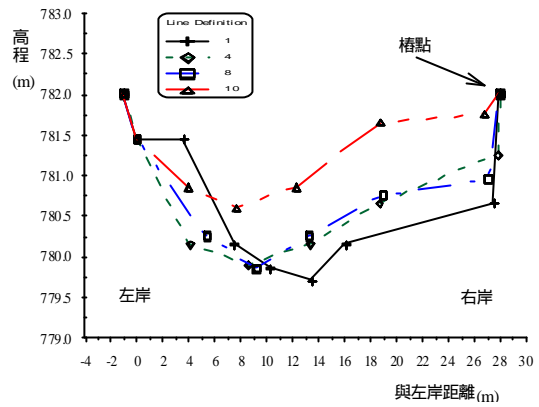


圖 3-55 Sec3-4 橫斷面剖面圖

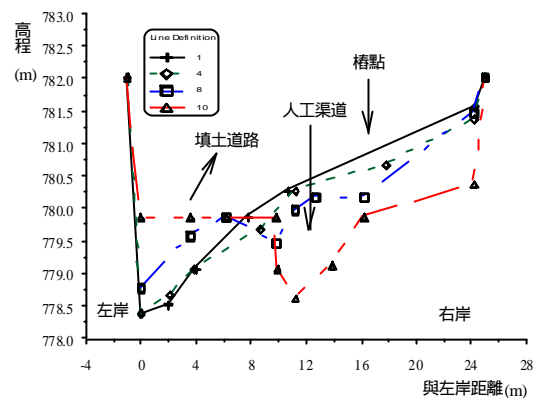


圖 3-56 Sec3-3 橫斷面剖面圖

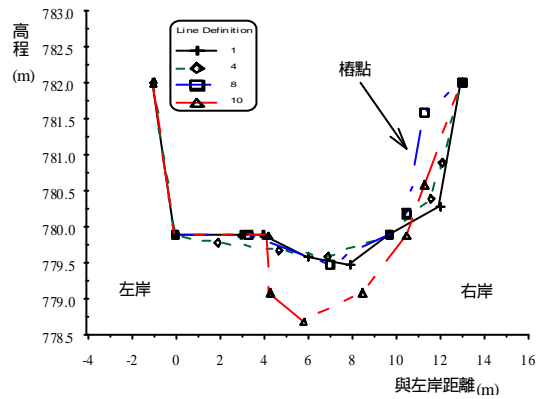


圖 3-57 Sec3-2 橫斷面剖面圖

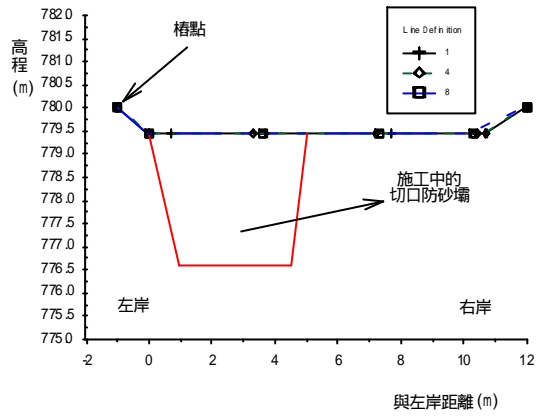


圖 3-58 Sec3-1 橫斷面剖面

3.3 二號壩至三號壩間

高山溪二號壩至三號壩間的河道調查，可做以下幾點說明比較：

(1)如圖 3-59 及表 3-6 清楚顯示，河道的坡度在這幾次的調查期間並無太大變化，而維持在 2.3%以內。此外，在 10 月的調查時發現多處新堆積點，顯示洪峰來臨時許多土砂在二號壩上游處堆積，但大體而言，整個河段之變化並不大。

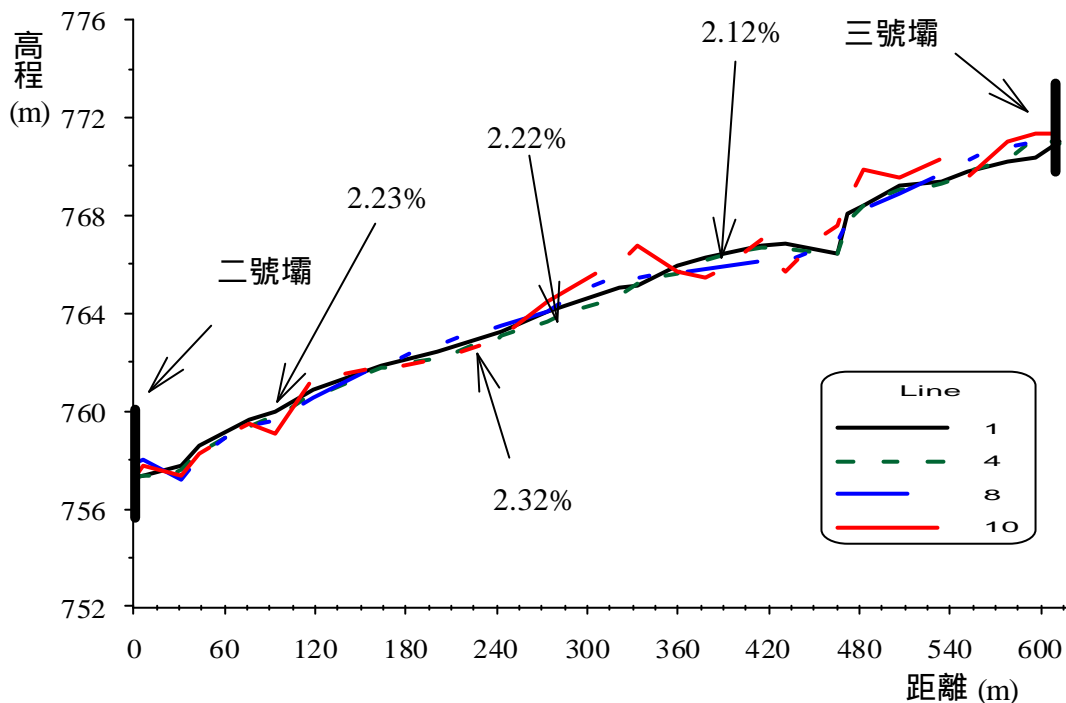


圖 3-59 高山溪三號壩下游至二號壩間河床縱向剖面圖

表 3-7 三號壩上游斷面土砂運移量及河道坡度變化

	1月	4月	8月	10月
沖刷量百分比 (與 1 月比較)	0%	0.612%	2.52% 堆積	0.579% 堆積
河道坡度變化	2.23%	2.22%	2.12%	2.32%

(2)如圖 3-61~圖 3-63，三號壩下游處之副壩於今年 1 月初仍然可見，但經過幾

次洪水後，其壩體已完全被破壞。在三號壩進行改善工程而成為梯形缺口時，仍可見三號壩主壩及其上下游間之通路。

(3)圖 3-65、圖 3-66 及圖 3-86 顯示高山溪溪流在此處河道改變最大，右岸的高灘地有闊床的現象，佔去許多原來河道之行區，不過也因為河道的擺幅震盪，使得多處區域形成急流及深潭，如圖 3-68 及圖 3-69。由表 3-7 則可發現，此河段之平均流速較其上游處為高，都維持在 1.4m/sec 左右，而最大的流速出現在圖 3-70 至圖 3-72 之直線河段處，且其河道水流寬度會因季節不同而有所改變，但平均水深不會超過 50cm。

表 3-8 二號壩以上各斷面流速分布表

斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)	斷面	流速(m/sec)
2-1(Z)	1.52	2-10(Q)	0.649	2-19(H)	1.4586
2-2(Y)	1.43	2-11(P)	1.202	2-20(G)	1.634
2-3(X)	1.63	2-12(O)	0.8894	2-21(F)	1.602
2-4(W)	1.42	2-13(N)	0.9425	2-22(E)	1.5623
2-5(V)	1.48	2-14(M)	1.5183	2-23(D)	1.5194
2-6(U)	1.53	2-15(L)	1.5023	2-24(C)	1.255
2-7(T)	1.22	2-16(K)	1.4856	2-25(B)	1.2256
2-8(S)	1.05	2-17(J)	1.4798	2-26(A)	0.5636
2-9(R)	1.43	2-18(I)	1.2162		

(4)如圖 3-77，原先為一處彎道水流深潭區，不過為了施工機具方便運送，將部份河道予以填滿後，改建人工渠道，將水流集中束縮。



圖3-60 三號壩上游河床(10月拆除中)



圖3-64 Sec2-G斷面河床(8月)



圖3-61 三號壩進行拆除工程(10月)



圖3-65 Sec2-E斷面河床(8月暴雨)



圖3-62 三號壩拆壩中下游斷面



圖3-66 Sec2-E斷面河床(10月)

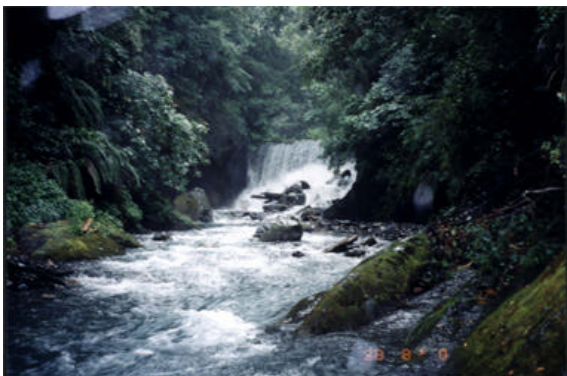


圖3-63 三號壩下游Sec2-C斷面河床(8月暴雨)



圖3-67 Sec2-I斷面河床(8月)



圖3-68 Sec2-H斷面河床(8月暴雨)



圖3-72 Sec2-0斷面河床(10月)



圖3-69 Sec2-H斷面河床(10月)



圖3-73 Sec2-T斷面河床(8月)



圖3-70 Sec2-0斷面河床(8月)

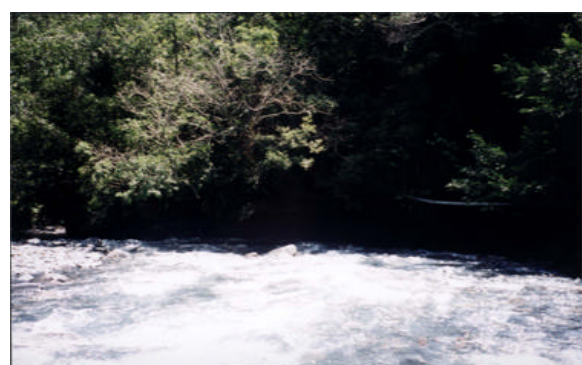


圖3-74 Sec2-T斷面河床(8月暴雨)



圖3-71 Sec2-0斷面河床(8月暴雨)



圖3-75 Sec2-T斷面河床(10月)



圖3-76 Sec2-U斷面河床(8月)



圖3-77 人工渠道Sec2-U斷面河床(10月拆壩中)

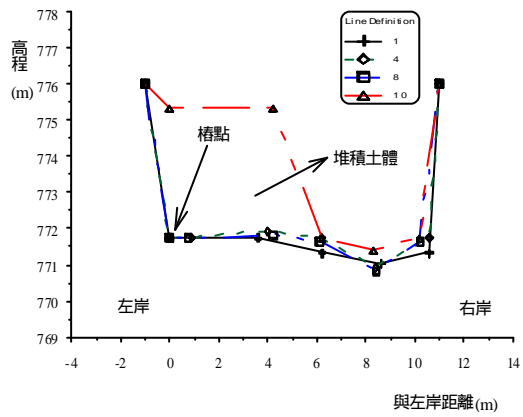


圖 3-78 Sec2-26 橫斷面剖面圖

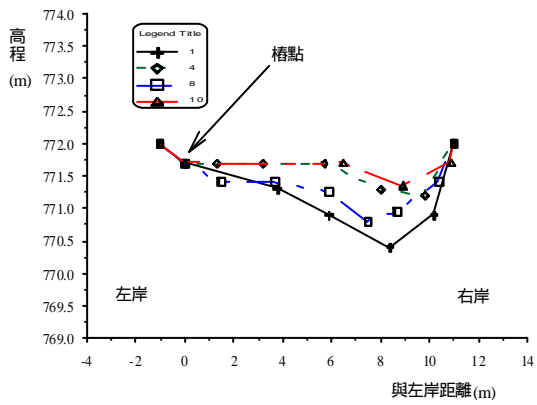


圖 3-79 Sec2-25 橫斷面剖面圖

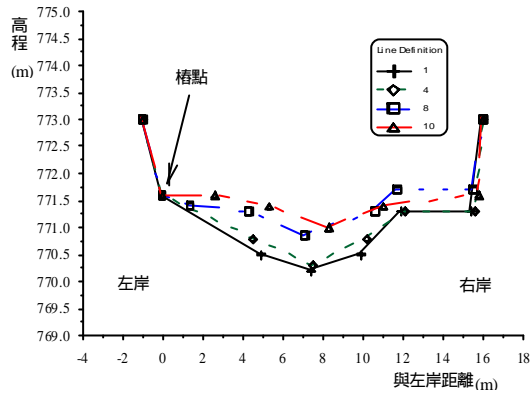


圖 3-80 Sec2-24 橫斷面剖面圖

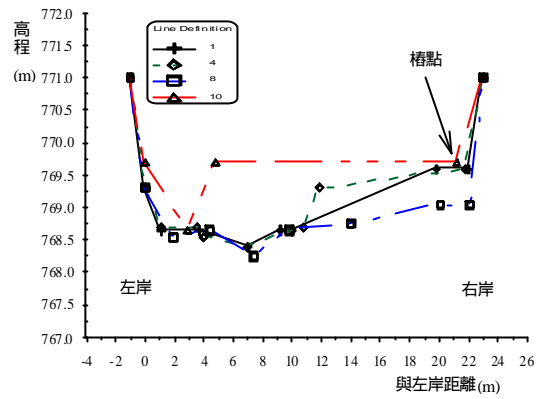


圖 3-84 Sec2-20 橫斷面剖面圖

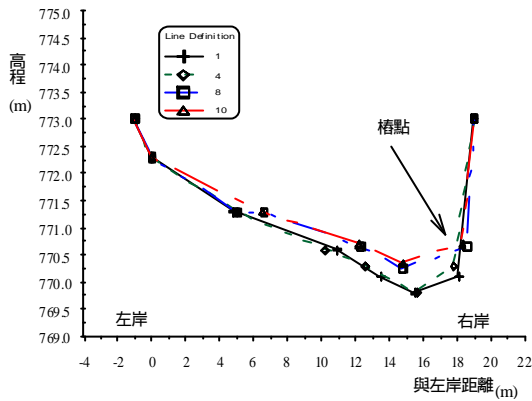


圖 3-81 Sec2-23 橫斷面剖面圖

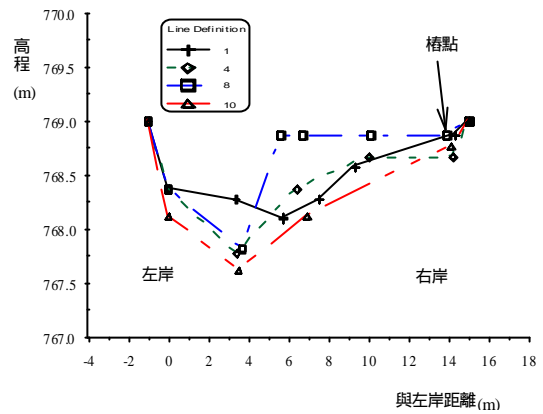


圖 3-85 Sec2-19 橫斷面剖面圖

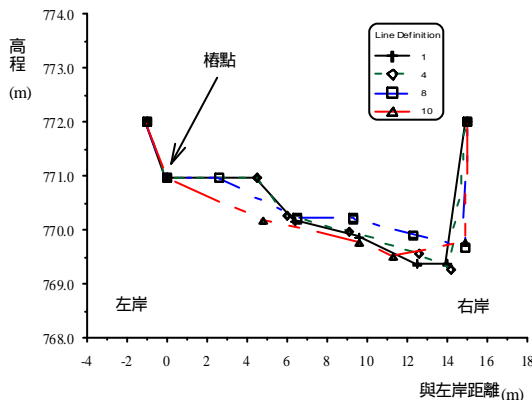


圖 3-82 Sec2-22 橫斷面剖面圖

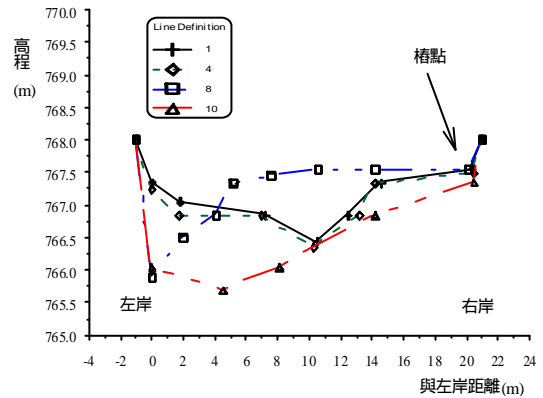


圖 3-86 Sec2-18 橫斷面剖面圖

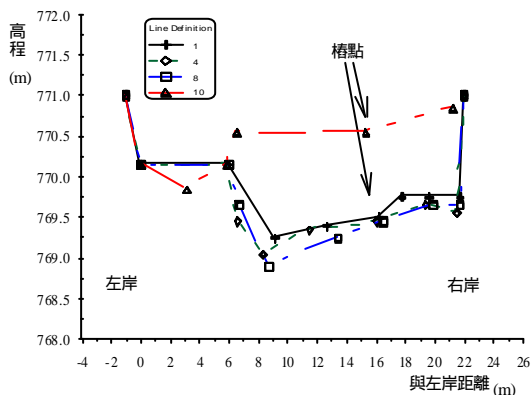


圖 3-83 Sec2-21 橫斷面剖面圖

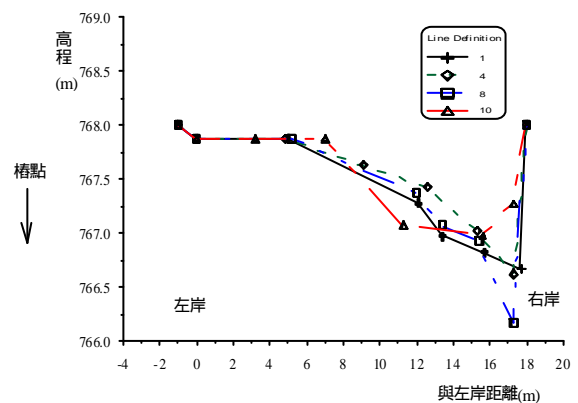


圖 3-87 Sec2-17 橫斷面剖面圖

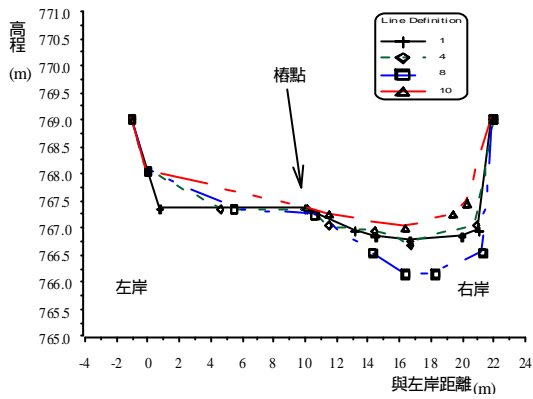


圖 3-88 Sec2-16 橫斷面剖面圖

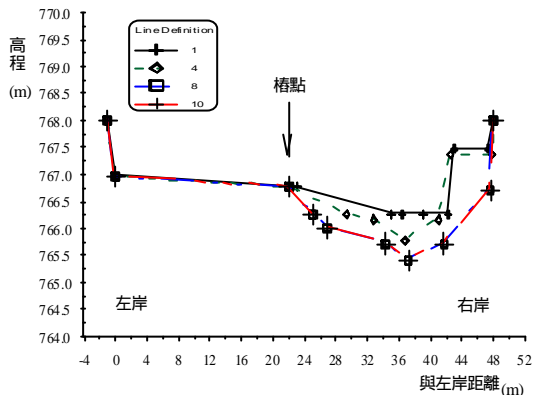


圖 3-89 Sec2-15 橫斷面剖面圖

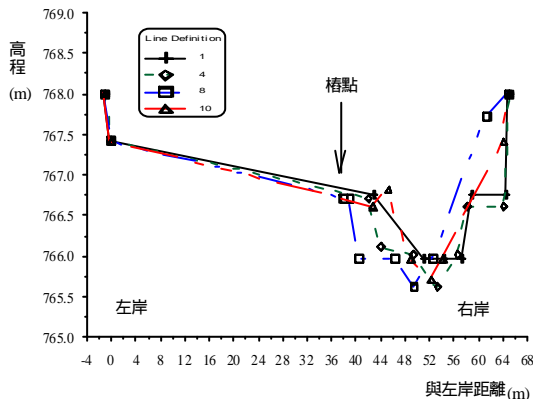


圖 3-90 Sec2-14 橫斷面剖面圖

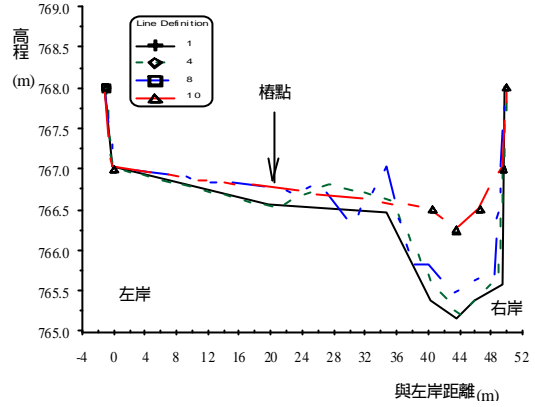


圖 3-91 Sec2-13 橫斷面剖面圖

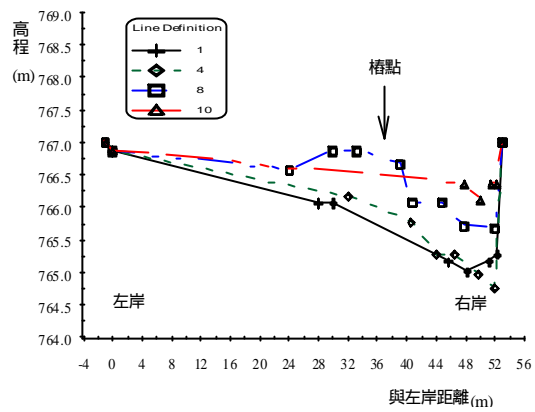


圖 3-92 Sec2-12 橫斷面剖面圖

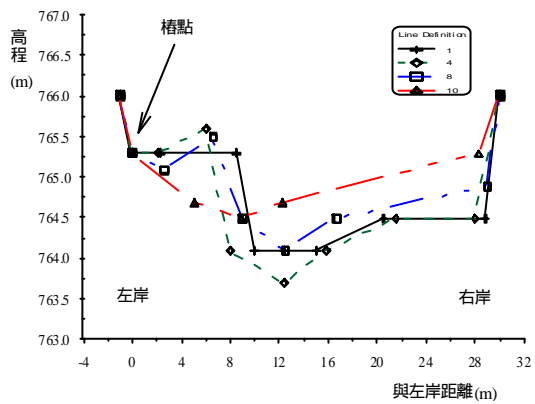


圖 3-93 Sec2-11 橫斷面剖面圖

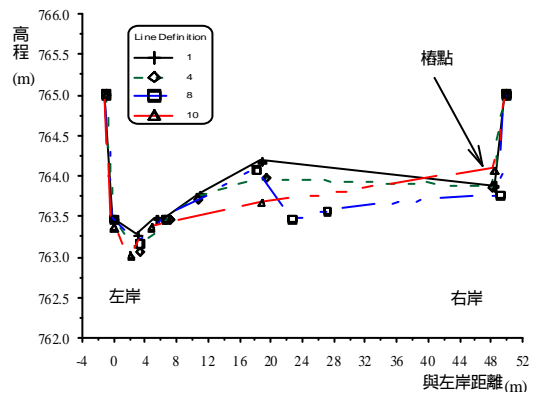


圖 3-94 Sec2-10 橫斷面剖面圖

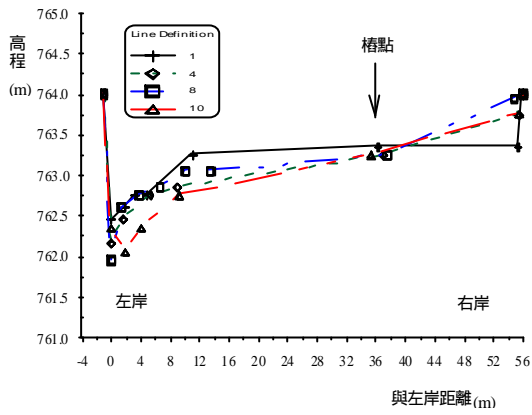


圖 3-95 Sec2-9 橫斷面剖面圖

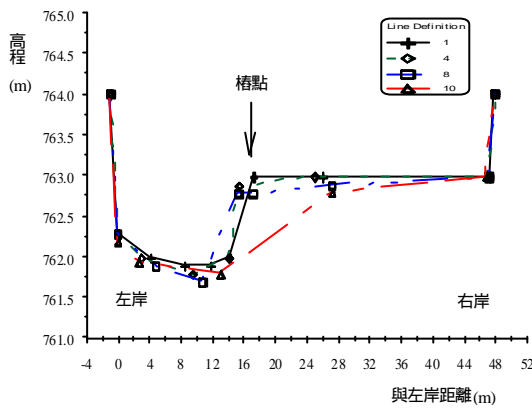


圖 3-96 Sec2-8 橫斷面剖面圖

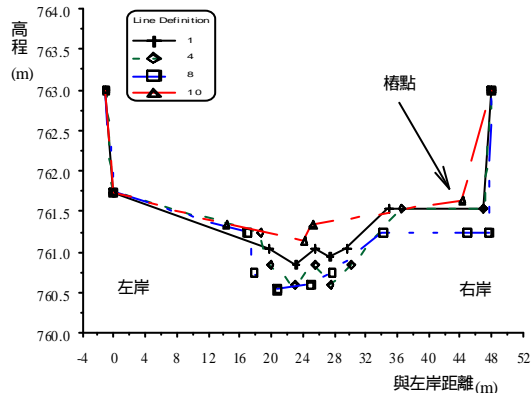


圖 3-97 Sec2-7 橫斷面剖面圖

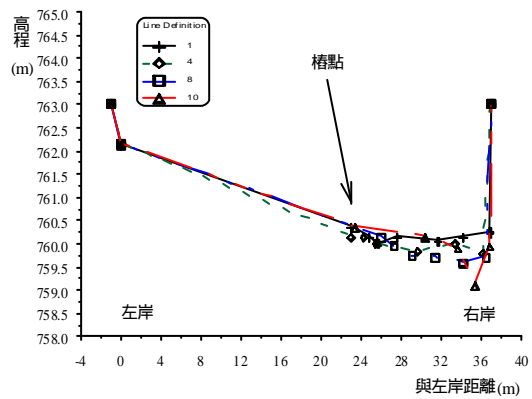


圖 3-98 Sec2-6 橫斷面剖面圖

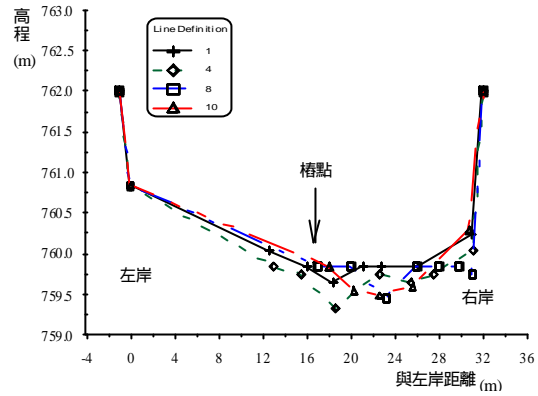


圖 3-99 Sec2-5 橫斷面剖面圖

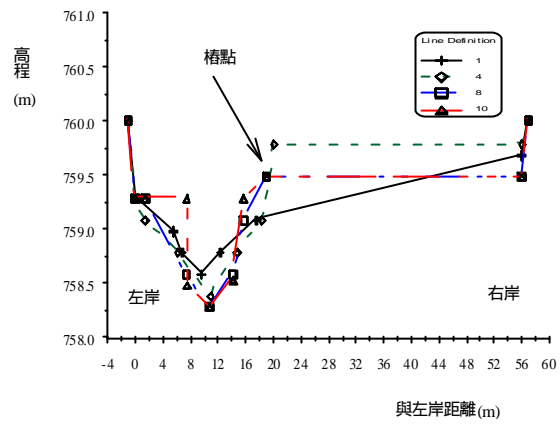


圖 3-100 Sec2-4 橫斷面剖面圖

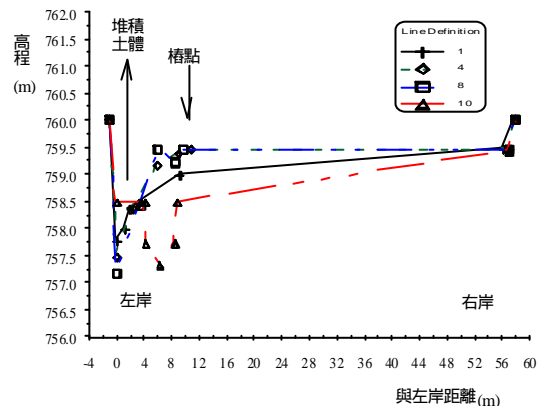


圖 3-101 Sec2-3 橫斷面剖面圖

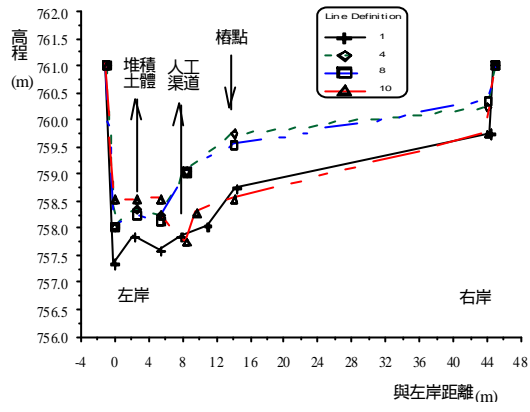


圖 3-102 Sec2-2 橫斷面剖面圖

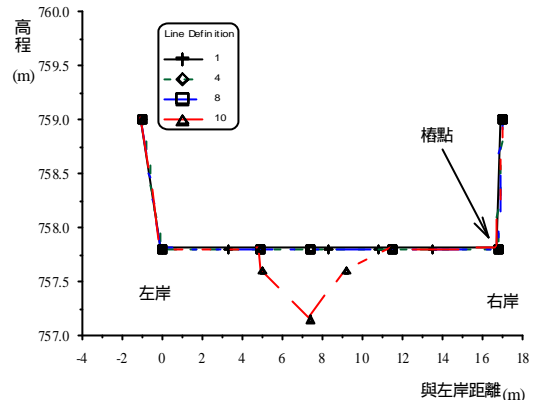


圖 3-103 Sec2-1 橫斷面剖面圖

四、室內水工渠床模型試驗

4.1 研究動機

民國 60 年代初期，政府對上游河溪治理的方式多半以構築重力式防砂壩為主，但壩體經泥沙淤滿後，提高原來河床，形成階段式河床。近年來由於生態意識的抬頭，對於高山溪流內迴游性魚類的迴游路線被高大的防砂壩所阻擋，認為防砂壩造成河川棲地內的魚類族群隔離、近親繁殖，而導致其所繁殖的下一代對自然環境的變遷抵抗力減弱，死亡率也增高。

為保護迴游魚類的生存環境，並顧及防砂壩穩固上游河床的功能，且因不同地區之地質、地理環境不同、氣象水文條件亦不同，如何找出一個合理且能廣為被利用的公式，本研究乃針對防砂壩進行不同開口方式之進行特性分析試驗，以便研究何種防砂壩改善工程方式對河床的泥沙沖淤影響最小，且所形成的深潭淺瀨及河道通道最適合迴游性魚類生存與繁殖。

4.2 渠槽試驗配置與試驗流程

試驗所需之配置如圖 4-1 所示，而試驗條件與配備包括防砂壩、級配砂石、

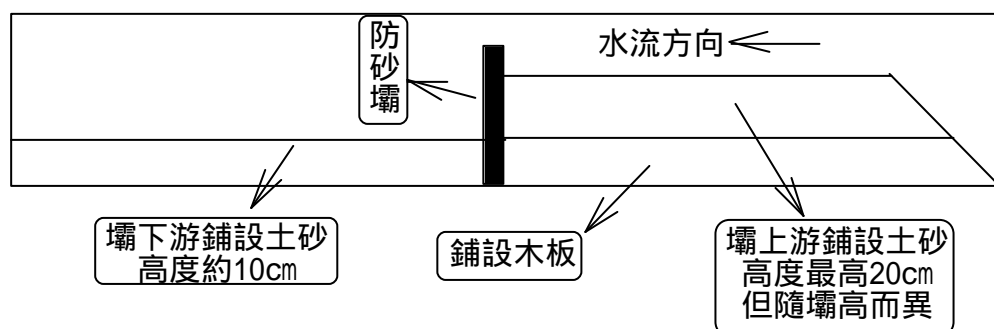


圖 4-1 渠槽試驗配置

渠槽坡度、試驗流量等。

1.防砂壩：

a.開口形式：採用矩形

寬度：原始 30cm(對照組)、5 cm、7 cm、9 cm

高度：原始 20cm(對照組)、10cm(與底床切齊平行)

厚度；1cm

壩翼高：剩餘渠槽高 10cm

b.防砂壩材料：主要以木製

2.砂石級配形式：

自行設計流粒徑分布曲線，如

圖 4-2 所示。

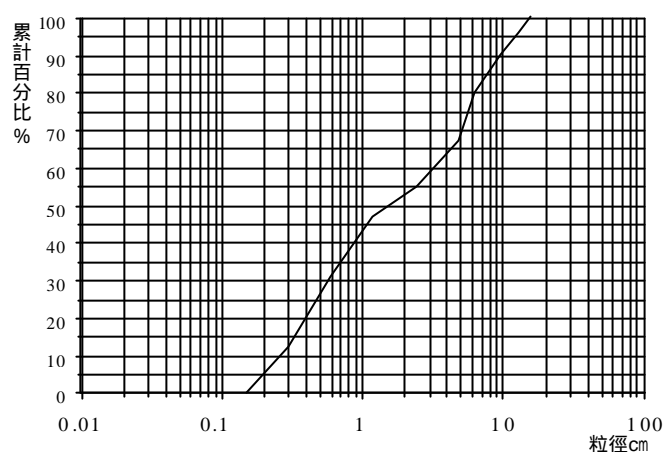


圖 4-2 砂石級配

3.坡度條件：1 度、3 度、5

度

4.流量條件：主要以四種流

量模擬一個具有洪峰的

三角歷線流量，如圖 4-3

所示。

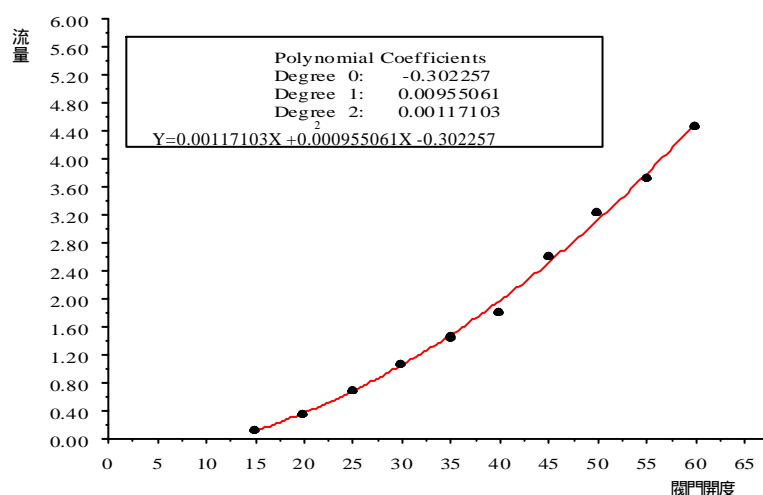


圖 4-3 渠槽試驗之閘門流量關係曲線

5 量測項目:所欲觀測之項目與所需儀器如下所列

- a.上游水深：利用超音波水位計
- b.上游河道幾何變化：坡度、沖刷坑大小、寬度、深度
- c.輸砂量：包括壩體上游、壩體下游與總土砂量
- d.流速
- e.水溫：壩體上游、壩體下游

6 試驗流程：如圖 4-4 所示。

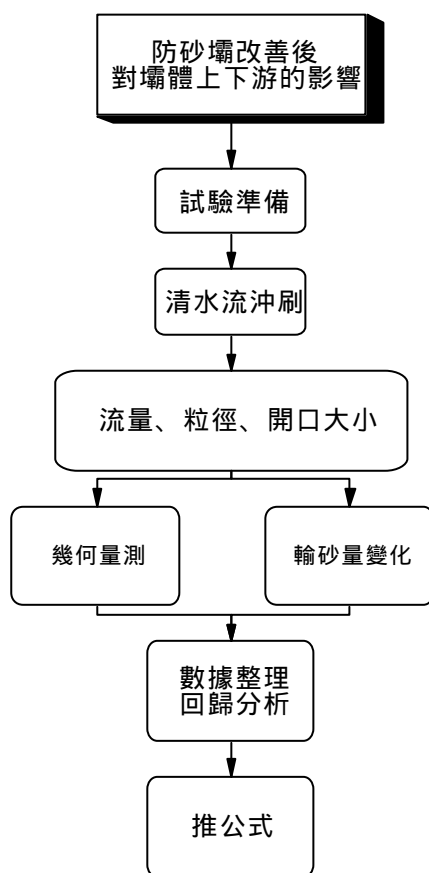


圖 4-4 試驗流程

4.3 研究目標

本試驗主要透過室內動床渠槽試驗，由上游定水頭水箱供應不同流量的水流，在變更不同形式的防砂壩開口並考慮流速、流量、水深、水溫、流向等水利因子對迴游性魚類棲地的影響。希望透過改變數個試驗條件，在不失去防砂壩的基本功能的前提下要如何拆除壩體，使迴游性魚類能溯溪而上產卵。透過不同水利因子的改變，希望能找出壩體開口與這些影響因子間的相對關係式，使上下游河道變化影響最小，作為高山溪流生態整治工程之參考依據。



圖 4-5 防砂壩缺口試驗(往上游)



圖 4-6 防砂壩缺口試驗(往下游)



圖 4-7：防砂壩缺口試驗(剛開始下游堆積)



圖 4-8 量測水位用的水位計

五、三號防砂壩改善前後之棲地變化

由於期中報告與會人士曾提出對防砂壩改善前後棲地型態與面積變化觀測之建議，因此希望本計畫仍增列此工作項目於期末報告中。但因本研究團隊皆非生物研究背景，在加以河川棲地型態之定義繁多不易決定，因而本計畫在雪霸國家公園

管理處之協助下於七月中旬邀請國立自然科學博物館之謝森河助理研究員至高山溪現勘。根據謝研究員之建議，本計畫在各防砂壩上下游以 20 公尺為距離，設定棲地型態之



圖 5-1 黃色標記之棲地型態之觀測斷面

觀測斷面（見圖 5-1），再由管理處保育科廖林彥先生實施棲地型態之判斷與統計工作。以下為廖先生所撰寫之棲地變化調查結果。

5.1 調查緣由

動物的空間分布樣式（spatial distribution pattern）是有機生命體最重要的特徵之一；而空間的分布強度（intensity）則與族群密度（population density）、生物種類和生活史階段有關。褐鱒（brown trout）於不同生活史會在溪流中移

動，因而褐鱒空間分布樣式發生了重要的改變。日本地區溪流型（fluvial）櫻花鉤吻鮭，於不同季節和不同生活史階段，也會使用不同的溪流類型。隨著體型大小的改變，溪流魚類會有遷移行動，並且展現出複雜的棲地使用樣式。

櫻花鉤吻鮭分布的位置主要受到棲地內流速、深度、底質和遮蔽物及魚類體型等因子的影響。稚魚（約 2cm）在一月間出現後，多集中在岸邊有遮蔽物之淺灘與淨水區底質為細砂或小型礫石；三至四月間仔魚（約 5cm）多分佈於淺水區或流速較大的河域，而底質則以中型鵝卵石時與礫石為主；大型魚主要棲息在具有良好隱蔽之深潭或巨石嶙峋之深水區域。十至十一月大型魚移至淺灘展開生殖活動，幼魚（約 14cm）即於此時遷入成魚之生活領域。由以往經驗可推知洪水和防砂壩是造成棲地破壞和族群數量萎縮的最重要原因。

5.2 調查方法

於高山溪二號壩為起點，每隔 20 公尺建立一條垂直水流方向之穿越線，先測溪寬，並於溪寬 1/4、2/1 和 3/4 處分別測溪深、流速和底質石，並藉以判定棲地類別。

1. 溪寬：在各穿越線上以防水之捲尺在水面上測量，捲尺由兩人手持橫越兩岸之標定位置，而與溪水主流方向垂直，測量之精準度記錄至 0.1 公尺。
2. 溪深：在各設定的穿越線上面朝上游之左岸為起點，每隔一公尺，以自行

加上之刻度木尺，測量之精確度記錄至 0.1 公尺。

3. 流速：在測量深度後於水面下距底部約十分之六的全深位置，以流速計放置 15 秒以測出流速 (m/sec)。
4. 底質 (Substrate)：測量溪寬時所拉之捲尺，面朝上游，以腳踏法和目視法判定底質石種類。
5. 棲地分級：以每月測量之流速 (0.45m/sec) 和溪深 (0.45m)，將棲地分為快深、快淺、慢深、慢淺四個等級。

5.3 調查時間與結果

於八十九年九月份進行首次調查 (於高山溪三號壩改善前)，並於防砂壩改善期後 (約開工後 20 個工作天) 進行第二次調查，爾後例行性每月全面調查乙次。

而調查之結果歸納如下各點：

1. 八十九年九月 (三號防砂壩改善前) 進行第一次全面測量，結果如下：2~3 號壩間全長 610 公尺，平均溪寬 8.2 公尺，平均溪深 34.1 公分，流域面積 5008 平方公尺；3~4 號壩間全長 400 公尺，平均溪寬 8.1 公尺，平均溪深 36.3 公分，流域面積 3240 平方公尺。
2. 八十九年十一月 (三號防砂壩改善前後) 進行第二次全面測量，結果如下：2~3 號壩間全長 610 公尺，平均溪寬 6.6 公尺，平均溪深 23.3 公分，流域面積 4026 平方公尺；3~4 號壩間全長 400 公尺，平均溪寬 6.75 公

尺，平均溪深 26.7 公分，流域面積 2700 平方公尺。

3. 高山溪三號防砂壩改善前、後，兩河段之棲地類型面積百分比及面積變化，如表 5-1、5-2 所示。

表 5-1 高山溪三號防砂壩改善前後棲地類型變化之面積百分比

	89 年 9 月 高山溪三號壩改善前	89 年 11 月 高山溪三號壩改善後
棲地類型 / 範圍	2~3 號壩間 (%)	
急瀨	82.8	87.4
深流	3.4	1.2
緩流	11.5	10.3
深潭	2.3	1.2
棲地類型 / 範圍	3~4 號壩間 (%)	
急瀨	61.4	63.2
深流	12.3	14
緩流	19.3	19.3
深潭	7	3.5

表 5-2、高山溪三號防砂壩改善前後棲地類型面積之變化

	89 年 9 月 高山溪三號壩改善前	89 年 11 月 高山溪三號壩改善後
棲地類型 / 範圍	2~3 號壩間 (平方公尺)	
急瀨	4145	3519
深流	172.7	48.3
緩流	575.6	414.7
深潭	115.1	48.3
棲地類型 / 範圍	3~4 號壩間 (平方公尺)	
急瀨	1989.5	1706
深流	397.9	378
緩流	625.3	521.1
深潭	227.4	94.5

4. 高山溪三號防砂壩改善前、後，兩河段之河床底質類型面積百分比及面積變化，如表 5-3、5-4。

表 5-3、高山溪三號防砂壩改善前後河床底質變化之面積百分比

	89 年 9 月 高山溪三號壩改善前	89 年 11 月 高山溪三號壩改善後
底質類型 / 範圍	2~3 號壩間 (%)	
細沉積砂土	0	0
礫石	2.3	2.3
卵石	13.8	17.2
圓石	19.5	29.9
小漂石	39.1	29.9
大漂石	25.3	20.7
底質類型 / 範圍	3~4 號壩間 (%)	
細沉積砂土	0	0
礫石	7	0
卵石	5.3	5.3
圓石	28.1	22.8
小漂石	40.4	33.3
大漂石	19.3	38.6

表 5-4、高山溪三號防砂壩改善前後河床底質之面積變化

	89 年 9 月 高山溪三號壩改善前	89 年 11 月 高山溪三號壩改善後
底質類型 / 範圍	2~3 號壩間 (平方公尺)	
細沉積砂土	0	0
礫石	115.2	92.6
卵石	691.1	692.5
圓石	976.6	1203.8
小漂石	1958.1	1203.8
大漂石	1267	833.4
底質類型 / 範圍	3~4 號壩間 (平方公尺)	

細沉積砂土	0	0
礫石	226.8	0
卵石	171.7	143.1
圓石	910.4	615.6
小漂石	1309	899.1
大漂石	625.3	1042.2

5.4 討論與建議

1. 因為今年（89年）九月份武陵地區雨量充沛（測量前五天無下雨），使的防砂壩改善前之溪流深度和流域面積比十一月份增加，深流和深潭面積比亦略顯增加。
2. 三號防砂壩改善後所帶來之砂石及防砂壩改善工程所帶來機械的人為破壞，使的深潭和深流面積減少，亦是影響棲地型態的因素之一。
3. 三號壩改善後，三號壩後方 50 公尺之河床往下切，落差約有 8~12 公尺，使的原有之深潭消失。
4. 雖然防砂壩改善後深潭和深流面積略為減少，但這只是改善後一個月的棲地類型資料，需要再長期監測。由去年（88年）高山溪四號壩改善後一年，所形成的壩前潭和壩後流速的減緩，可知防砂壩改善對於鮭魚棲地是有正面的幫助。

而針對棲地型態調查結果之建議如下：

1. 日後在改善防砂壩時建議一邊拆壩、一邊將壩後之砂石清除搬運，避免因為砂石將棲地之深流和深潭填滿。
2. 應將防砂壩改善所帶來之人為破壞（如施工便道等）減至最低，以降低對

棲地之破壞。

六、結論

由於先前兩期之研究重點分別在於單一防砂壩與系列防砂壩改善工程之室內水工模型試驗，因此在本年計劃執行之初便與管理處獲得共識，將研究工作重點移轉為整條高山溪河床狀況於改善前後之追蹤觀測調查。然而，由於德基水庫管理委員會要求壩體改善後需觀測一年後，方能進行另一座防砂壩之改善，且須以各壩之模型試驗結果為依據。因此，本期研究工作項目包括三號壩改善工程建議、水文資料收集與分析、河床變動觀測、室內水工試驗、棲地型態變化調查等項。由於水工實驗室之空間限制，在計畫執行期間先進行防砂壩改善後棲地演變過程之特性觀察試驗，防砂壩模型試驗則持續進行並預計於 90 年 10 月底之前完成試驗。

根據今年度之計畫執行成果，本研究獲致以下結論：

1. 三號壩改善工程建議與實施：德委會僅同意三號壩之改善工程，並要求開口下底向左岸偏移 0.75 公尺。此外，德委會亦對壩體上游兩岸可能沖刷處提出以蛇籠保護之要求。而三號壩於 10 月份進行並完成改善工程。
2. 水文資料收集與分析：水文資料顯示 88 年是少雨的一年（全年降雨量 910 公厘），僅 64 公厘之最大 24 小時降雨產生歷時僅 25 小時且洪峰僅約 20cms 之流量歷線。89 年之雨量則屬正常，前七個月份之總降雨量 1576 公厘，而總量 146.5 公厘之最大 24 小時降雨產生歷時 34 小時洪峰約 40cms 之洪水歷線。

3. 河床變動觀測：本計畫分別於 89 年之 1 月、4 月、8 月及 10 月共進行四次完整之現場調查，其中 8 月之調查適逢颱風暴雨，雖然上游河道有多處改道，也有形成多處深潭，但大體上受到河床的護甲作用及沿岸邊波多為巨大岩石影響，河道的變化並不大。
4. 室內水工試驗：本試驗主要透過室內動床渠槽試驗，在變更不同形式的防砂壩開口並考慮流速、流量、水深、水溫、等水利因子對迴游性魚類棲地的影響。透過不同水利因子的改變，希望能找出壩體開口與這些影響因子間的相對關係式，使上下游河道變化影響最小，作為高山溪流生態整治工程之參考依據。
5. 棲地型態變化調查：由於今年（89 年）九月份雨量充沛，促使改善前之溪流深度和流域面積比十一月份增加，深流和深潭面積比亦略顯增加。改善後之砂石運移及工程機械的人為破壞，促使深潭和深流面積的減少。三號壩改善後，三號壩後方 50 公尺長度之河床下降，使原有深潭消失。由去年（88 年）高山溪四號壩改善後一年，所形成的壩前潭和壩後流速的減緩，可知防砂壩改善對於鮭魚棲地具有正面助益。

此外，針對本年度之計畫執行經驗提出以下建議：

1. 由於特定壩址之模型試驗較不經濟且耗費時間，高山溪一、二號壩之模型試驗於 90 年 10 月完成後，建議今後相關研究應往防砂壩改善工程之特性研究進行，或對於不易進行改善工程之河段則應嘗試結構性棲地復育工法

(structural channel restoration technique) 之研究。

2. 長期觀測可提供寶貴資訊，高山溪河段之河床變動觀測與棲地型態變化調查建議以專案長間隔之定期方式（每半年或一年一次）進行。
3. 防砂壩進行改善工程時，建議在拆除部分壩體之同時，將破碎壩體適當排置於壩體附近以保護壩體並塑造部分深流和深潭。
4. 防砂壩改善工程實施過程應盡量降低人為因素（如施工便道等）對棲地型態之破壞。