

目錄

摘要.....	I
目錄.....	VIII
圖目錄.....	XI
表目錄.....	XVII
壹、前言.....	1
1-1 計畫緣起.....	1
1-2 計畫目的.....	2
1-3 工作範圍及項目.....	2
1-4 整體工作執行架構.....	6
1-5 本文架構.....	8
貳、前期計畫重要成果.....	10
2-1 民國 95 年度『關山事業區第 3 林班龍泉溪上游堰塞湖緊急評估及 緊急對策建議』計畫.....	10
2-2 民國 96 年度『龍泉溪上游堰塞湖土砂觀測規劃與建置』計畫.....	16
2-3 民國 97 年度『龍泉溪上游堰塞湖崩塌區土砂觀測與演變趨勢研究』 計畫.....	20
2-4 民國 98 年度『龍泉溪上游堰塞湖 土砂觀測系統維護與地形變動 監測分析計畫』.....	25
參、土砂觀測系統維護.....	34
3-1 土砂觀測系統架構及設備說明.....	34
3-2 土砂觀測系統維護作業實施流程.....	40
3-3 土砂觀測系統功能維護實施成果.....	45
3-3.1 本年度系統更新維護作業規劃.....	45
3-3.2 本年度土砂觀測系統功能維護更新執行成果.....	48

3-4 本年度(民國 99 年)颱風事件觀測成果	79
肆、現地資料調查收集及量測	91
4-1 現地調查	91
4-1.1 歷年實施工程說明(95~98 年)	91
4-1.2 歷年現地調查成果	93
4-1.3 今年度(99 年)現地調查成果	122
4-2 壩體與河道地形變動測量	140
4-2.1 測量工作說明	140
4-2.2 工作流程	145
4-2.3 工作方法	146
伍、堰塞湖與崩塌區地形變動分析	149
5-1 遙測影像分析	149
5-1.1 影像變異分析方法	149
5-1.2 各期衛星影像崩塌地判釋成果	153
5-1.3 龍泉溪堰塞湖衛星影像收集成果	160
5-2 無人載具空拍作業	165
5-3 天然壩體與河道地形變動分析	167
5-3.1 天然壩體溢流水道及下游河道地形變化分析	167
5-3.2 天然壩體橫斷面比對	169
5-4 天然壩體地下水位及地層界面分析	176
5-4.1 資料分析	178
5-4.2 資料判定方法	181
5-4.3 探測結果	184
陸、堰塞湖演變趨勢評估	192
6-1 堰塞湖天然壩壩面邊坡穩定性分析	192
6-2 堰塞湖土砂整體運移趨勢評估	200

6-2.1 堰塞湖淤積土砂量評估.....	200
6-2.2 堰塞湖土砂整體運移趨勢評估.....	227
柒、結論與建議.....	234
7-1 結論.....	234
7-2 建議.....	238
附錄一 期初審查意見答覆與辦理情形.....	A-1
附錄二 期中審查意見答覆與辦理情形.....	B-1
附錄三 期末審查意見答覆與辦理情形.....	C-1
附錄四 現地觀測設備基本資料及歷年檢修紀錄表.....	D-1
附錄五 監控系統異常狀況問題排除處理程序.....	E-1

圖目錄

圖 1-3.1 龍泉溪堰塞湖上游集水區與下游聚落相關位置圖	3
圖 1-4.1 計畫執行之工作架構與流程圖	7
圖 2.1 堰塞湖區歷年環境之變化(無人載具空拍影像).....	29
圖 2.2 龍泉溪堰塞湖土砂觀測系統現地監測資料	31
圖 2.3 堰塞湖下游河道防砂工程歷年之變化(現調照片).....	32
圖 2.4 堰塞湖溢流口歷年之變化(現調照片).....	33
圖 3-1.1 觀測系統資訊傳輸架構圖	36
圖 3-1.2 龍泉溪堰塞湖土砂觀測系統儀器位置圖	36
圖 3-1.3 電力系統佈設示意圖	37
圖 3-1.4 網路系統佈設示意圖	37
圖 3-2.1 觀測系統整體架構圖	41
圖 3-3.1 堰塞湖觀測系統更新架構圖	47
圖 3-3.2 觀測小屋初選地點	59
圖 3-3.3 電力系統供應架構	60
圖 3-3.4 確定電桿儀器箱內的市電線路	61
圖 3-3.5 安裝儀器箱	62
圖 3-3.6 水位計率定	62
圖 3-3.7 水位計觀測小屋完工	63
圖 3-3.8 湖面水位計被掩埋位置	64
圖 3-3.9 原本觀測小屋的電力系統架構圖	65
圖 3-3.10 新的電力系統供應架構	66
圖 3-3.11 電力系統施作過程	68
圖 3-3.12 新的電力系統完工	68
圖 3-3.13 新的雨量資料記錄傳輸架構	69

圖 3-3.14	雨量筒支架架設	70
圖 3-3.15	調整雨量筒水平	71
圖 3-3.16	記錄器測試情形	71
圖 3-3.17	記錄器測試情形	72
圖 3-3.18	雨量筒完工	72
圖 3-3.19	雨量筒線路檢測與維護	73
圖 3-3.20	二號攝影機更換線路工作情形	75
圖 3-3.21	三號攝影機鏡頭檢修及更換維護工作情形	75
圖 3-3.22	影像伺服器檢修及更換維護工作情形	76
圖 3-3.23	在大龍橋中繼站施作無線 AP 檢測與更換工作情形	77
圖 3-3.24	在苗圃觀測小屋施作無線 AP 檢測與更換工作情形	77
圖 3-3.25	在苗圃觀測小屋施作無線 AP 檢測工作情形	78
圖 3-4.1	萊羅克颱風水位雨量組體圖(現地觀測系統)	80
圖 3-4.2	莫蘭蒂颱風水位雨量組體圖(現地觀測系統)	82
圖 3-4.3	一號攝影機於莫蘭蒂颱風期間觀測情形	83
圖 3-4.4	二號攝影機於莫蘭蒂颱風期間觀測情形	84
圖 3-4.5	三號攝影機於莫蘭蒂颱風期間觀測情形	85
圖 3-4.6	凡那比颱風水位雨量組體圖 (現地觀測系統)	87
圖 3-4.7	一號攝影機於凡那比颱風期間觀測情形	88
圖 3-4.8	二號攝影機於凡那比颱風期間觀測情形	89
圖 3-4.9	三號攝影機於凡那比颱風期間觀測情形	90
圖 4-1.1	95 年度汛期前後堰塞湖區變化比對照片	94
圖 4-1.2	95 年度汛期前後，溢流口下游變化比對照片	95
圖 4-1.3	95 年汛期前後，下游河道之變化比對照片(上游往下游拍攝)	96
圖 4-1.4	95 年緊急工程實施現地變化比對照片(下游往上游拍攝)	97
圖 4-1.5	96 年汛期前後堰塞湖現地變化比對照片	99

圖 4-1.6 96 年汛期前後溢流水道下游變化比對照片	100
圖 4-1.7 施工前後照片(堰塞湖)	101
圖 4-1.8 施工前後照片(溢流水道)	102
圖 4-1.9 施工前後照片(下游防砂工程)1	103
圖 4-1.10 施工前後照片(下游防砂工程)2	104
圖 4-1.11 97 年度汛期前後堰塞湖現地變化比對照片	106
圖 4-1.12 97 年度汛期前後溢流水道現地變化比對照片	107
圖 4-1.13 97 年度汛期前後溢流水道轉彎處之變化比對照片	108
圖 4-1.14 97 年度汛期前後下游河道之變化比對照片	109
圖 4-1.15 溢流水道降挖施工前後照片	110
圖 4-1.16 工程前後比對(導流堤防)	111
圖 4-1.17 98 年度堰塞湖湖面現地變化比對照片	114
圖 4-1.18 98 年度溢流水道現地變化比對照片	115
圖 4-1.19 98 年度溢流水道中段處變化比對照片	116
圖 4-1.20 98 年度溢流水道轉彎處之河道變化比對照片	117
圖 4-1.21 98 年度堰塞湖區工程現況照片	119
圖 4-1.22 98 年度崩塌區整坡工程完工照片	120
圖 4-1.23 98 年度水土保持局實施河道工程情形 (從上游到下游拍攝) .	121
圖 4-1.24 99 年度堰塞湖湖面變化比對照片	123
圖 4-1.25 99 年度溢流水道現地變化比對照片(溢流口)	124
圖 4-1.26 99 年度下游支流箱涵完工前後照片(1)	125
圖 4-1.27 99 年度下游支流箱涵完工前後照片(2)	126
圖 4-1.28 99 年度崩塌區崩積土挖除前後比對照片	127
圖 4-1.29 99 年度堰塞湖湖面變化比對照片	129
圖 4-1.30 99 年度崩塌土體變化比對照片	130
圖 4-1.31 99 年度溢流水道現地變化比對照片(溢流口)	131

圖 4-1.32 99 年度溢流水道現地變化比對照片(溢流道)	132
圖 4-1.33 99 年度溢流水道中段坡度驟陡處變化比對照片	133
圖 4-1.34 99 年度溢流水道轉彎處之導流土堤變化比對照片	134
圖 4-1.35 99 年度下游河道變化比對照片 (1)	135
圖 4-1.36 99 年度下游河道變化比對照片 (2)	136
圖 4-2.1 98 年度測量斷面樁佈置位置現地照片	141
圖 4-2.1 98 年度測量斷面樁佈置位置現地照片(續)	142
圖 4-2.2 98 年度 4 月 30 日第一次地形測量斷面規劃配置圖	143
圖 4-2.3 98 年度 9 月 29 日第二次地形測量斷面規劃配置圖	143
圖 4-2.4 今年度(民國 99 年)地形測量斷面規劃配置圖	144
圖 4-2.5 測量作業實施流程圖	146
圖 4-2.6 衛星定位接收儀及測量情形	147
圖 4-2.7 雷射測距全站儀及測量情形	148
圖 5-1.1(a) 未配準之不同期影像.....	149
圖 5-1.1(b) 配準之不同期影像	150
圖 5-1.2 衛星影像崩塌地自動判釋流程	151
圖 5-1.3 裸露地誤判區域濾除過程示意圖	152
圖 5-1.4 新增裸露區與前後期影像比較圖	152
圖 5-1.5 97 年 12 月 21 日龍泉溪堰塞湖衛星影像.....	156
圖 5-1.6 98 年 8 月 28 日龍泉溪堰塞湖衛星影像.....	156
圖 5-1.7 97 年 12 月 21 日龍泉溪堰塞湖集水區衛星影像.....	157
圖 5-1.8 98 年 8 月 28 日龍泉溪堰塞湖集水區衛星影像.....	157
圖 5-1.9 98 年 8 月 28 日龍泉溪堰塞湖集水區崩塌判釋成果.....	158
圖 5-1.10 99 年 4 月 22 日龍泉溪堰塞湖集水區衛星影像.....	159
圖 5-1.11 99 年 8 月 16 日龍泉溪堰塞湖下游河道及保全對像衛星影像...	160
圖 5-1.12 99 年 10 月 25 日龍泉溪堰塞湖整體衛星影像.....	161

圖 5-1.13	龍泉溪堰塞湖福衛二號影像圖 (民國 99 年 3 月)	163
圖 5-1.14	龍泉溪堰塞湖福衛二號影像圖 (民國 99 年 4 月)	163
圖 5-1.15	龍泉溪堰塞湖福衛二號影像圖 (民國 99 年 8 月)	164
圖 5-1.16	龍泉溪堰塞湖福衛二號影像圖 (民國 99 年 10 月)	164
圖 5-2.1	龍泉溪堰塞湖整體集水區 8 月無人載具空拍成果 (含下游河道)	165
圖 5-2.2	龍泉溪堰塞湖及下游河道 8 月無人載具空拍成果	166
圖 5-3.1	堰塞湖壩體及下游河道歷年測量縱斷面圖	169
圖 5-3.2	今年度 (99 年度) 河道測量縱斷面位置圖	170
圖 5-3.3	今年度 (99 年度) 河道測量橫斷面比對圖	171
圖 5-3.3	今年度 (99 年度) 河道測量橫斷面比對圖(續)	172
圖 5-3.4	98 年度與今年度河道測量橫斷面比對圖	173
圖 5-3.5	今年度 (99 年度) 8 月 15 日拍攝之上邊坡位置	174
圖 5-3.6	今年度 (99 年度) 9 月 25 日拍攝之上邊坡位置	174
圖 5-3.7	今年度 (99 年度) 8 月 15 日拍攝之下游河道	175
圖 5-3.8	今年度 (99 年度) 9 月 25 日拍攝之下游河道	175
圖 5-4.1	地電阻物理探測之測線位置	181
圖 5-4.2	正算模擬示意圖 (Loke and Dahlin, 2002)	181
圖 5-4.3	龍泉溪堰塞湖石塊之電阻率	182
圖 5-4.4	虎頭埤水庫土石壩縱剖面探測成果圖	183
圖 6-1.1	龍泉溪堰塞湖天然壩壩面穩定性分析之橫斷面	192
圖 6-1.2	龍泉溪堰塞湖天然壩壩面穩定性分析之縱斷面	193
圖 6-1.3	96 年度之橫斷面數值模型	195
圖 6-1.4	98 年度之橫斷面數值模型	195
圖 6-1.5	今年度之橫斷面數值模型	195
圖 6-1.6	96 年度之縱斷面數值模型	196
圖 6-1.7	98 年度之縱斷面數值模型	196

圖 6-1.8 今年度之縱斷面數值模型	196
圖 6-1.9 96 年度橫斷面穩定性分析結果	197
圖 6-1.10 98 年度橫斷面壩面穩定性分析結果	197
圖 6-1.11 今年度橫斷面壩面穩定性分析結果	198
圖 6-1.12 96 年度縱斷面壩面穩定性分析結果	199
圖 6-1.13 97 年度縱斷面壩面穩定性分析結果	199
圖 6-1.14 今年度縱斷面壩面穩定性分析結果	199
圖 6-2.1 子集水區及河系串接示意圖	202
圖 6-2.2 單一子集水區概念化示意圖	202
圖 6-2.3 集水區產砂概念圖	203
圖 6-2.4 運動波模式之集水區概念化示意圖	205
圖 6-2.5 未配準(上)/ 配準(下) 之不同期影像.....	208
圖 6-2.6 衛星影像崩塌地自動判釋流程	209
圖 6-2.7 裸露地誤判區域濾除過程示意圖	209
圖 6-2.8 新增裸露區與前後期影像比較圖	210
圖 6-2.9 平衡濃度公式迴歸成果	215
圖 6-2.10 龍泉溪堰塞湖上游集水區子集水區分區圖	219
圖 6-2.11 龍泉溪堰塞湖上游集水區各子集水區之串接關係圖	219
圖 6-2.12 凡那比颱風紀錄之雨量及水位歷線圖	226
圖 6-2.13 凡那比颱風計算成果 - 入庫流量及輸砂量	226
圖 6-2.14 龍泉堰塞湖現有河道縱剖面	230
圖 6-2.15 龍泉堰塞湖現有河道上游邊界條件	231
圖 6-2.16 上游採樣分析成果圖	231
圖 6-2.17 下游採樣分析成果圖	232
圖 6-2.18 龍泉堰塞湖現有河道變動分析成果	233

表目錄

表 3-1.1 龍泉溪堰塞湖土砂觀測系統設備清單.....	38
表 3-1.1 龍泉溪堰塞湖土砂觀測系統設備清單(續 1).....	39
表 3-2.1 土砂觀測站現地維護檢測表.....	44
表 3-3.1 設施維護紀錄表.....	48
表 3-3.2 龍泉溪堰塞湖土砂觀測系統歷年儀器維修及更新記錄表.....	50
表 3-3.3 龍泉溪堰塞湖土砂觀測系統儀器使用年限記錄表.....	53
表 3-3.4 電力系統規格.....	60
表 3-3.5 電力系統規格.....	67
表 3-4.1 本(99)年度颱風事件儀器狀態情形.....	79
表 4-1.1 龍泉堰塞湖歷年實施工程一覽表(95~98 年).....	92
表 4-1-2 95 年龍泉堰塞湖形成後颱風事件雨量資料.....	93
表 4-1.3 96 年度颱風事件雨量資料.....	98
表 4-1.4 97 年度颱風事件雨量資料.....	105
表 4-1.5 98 年度颱風事件雨量資料.....	112
表 4-1.6 龍泉溪堰塞湖歷年相關處置及事件誌表.....	137
表 4-2.1 控制點基本資料表.....	148
表 5-1.1 龍泉溪堰塞湖上游集水區崩塌變遷.....	154
表 5-1.2 龍泉溪堰塞湖之影像查詢結果(9.10 月).....	154
表 5-4.1 地電阻現地探測圖徵.....	184
表 5-4.2 地電阻探測結果.....	190
表 6-1.1 龍泉堰塞湖邊坡穩定分析參數設定表.....	194
表 6-2.1 土砂管理模式採用理論.....	201
表 6-2.2 各種不同植被所代表之覆蓋與管理因子表.....	213
表 6-2.3 龍泉溪堰塞湖上游集水區各子集水區之基本參數表.....	220

表 6-2.4 龍泉溪堰塞湖上游集水區崩塌變遷圖	221
表 6-2.5 龍泉溪堰塞湖上游集水區年平均沖蝕土方量	222
表 6-2.6 龍泉溪堰塞湖上游集水區各子集水區平衡土砂濃度	223
表 6-2.7 龍泉溪堰塞湖各子集水區年平均土砂變動表	225
表 6-2.8、國內常見一維水理輸砂模式整理	227