林務局屏東林區管理處

藤枝林道莫拉克災害復建方案整體調查規劃評估委託技術服務案

《成果報告書》



勇霖工程顧問有限公司

2010 年 07 月 09 日

摘要

藤枝林道爲通往藤枝森林遊樂區與周邊居民主要道路，98 年 8 月莫拉克高強度長延時之暴雨造成沿線邊坡崩塌與路基流失嚴重，針對藤枝 4.5K、5.4K、9.0K、10.0K、10.6K、11.1K、11.6K、12.6K、13.2K、14.1K、15.3K、18.0K、18.4K、18.6K、19.0K、19.4K 等 16 處大型路基崩塌點作詳細調查與對策制定。

復建優先工作爲災害原因調查分析、路基復建方案評估、路基線型與用地評估、整治優先順序規劃、路基復建線型與工法與經費估算等，作爲後續規劃復建參考。經地質測繪、以無人飛行載具 UAV 進行航拍，套疊本區之數位高程模型、探討保全對象，以及既有構造物、坡面沖蝕、崩塌範圍與土石量調查等工作彙整，指出長延時與高強度豪雨爲本次災害共同主因，農地墾殖、向源侵蝕、舊有崩塌地再次崩塌、地滑爲部分災害主因。

考量林務局修訂「預定 101 年年初遊樂區開園與中型巴士安全通行」之復建目標，且經詳細地形測量與踏勘評估後，本案採用丙種林道設計規範作爲復建規劃標準，每處基地皆分短期、中期、長期等三項復建規劃。其中短期復建規劃以達成 101 年春季開園爲首要目標，先持續維護補強目前便道，加強安全牌示與夜間警示設施，作爲各期復建期間居民通路；中期復建規劃爲各崩塌地復建之永久性工程，以恢復路基爲首要目標，長期復建規劃則爲急迫性稍低之坑溝整治與邊坡穩定工，中期復建後與待崩塌坡面休養後，再評估施做固床工等坑溝整治，施做邊坡護坡工以提高坑溝與邊坡之長期穩定性。

藤枝 10.6K 等 6 處災害點，相關中期復建需花 2 個月進行地質鑽探以蒐集設計參數（監測半年至一年以上），建議將上述 6 處之鑽探監測工作提早獨立辦理，不建議等待中期復建工程以爭取復建工程工進。另本案 16 處大型崩塌地外，勘查 2.1K、6.7K、12.0K、12.3K、17.44K 與 19.66K 等地，皆有明顯災害潛勢跡象，建議以林道防災減災理念，儘速進行鑽探與監測，積極治理防止日害災害擴大與路基崩塌阻斷交通。

藤枝林道短期、中期與長期復建總經費爲 643,333 仟元，短期復建經費估算爲 74,259 仟元，規劃於 99 年底至 100 年中遊樂區開園前完成短期復建，中期復建經費估算爲 385,984 仟元，規劃於 100 年中至 102 年初辦理中期復建

工程，完成林道永久性路基治理，長期復建經費估算爲 183,090 仟元，規劃於 102 年初至 103 年底辦理長期復建工程，完成坑溝治理與坡面穩定。（詳下表）

爲達民國 101 年遊樂區開園目標，需完成 4 件在建工程與「短期復建工程」，此短期目標之益本比爲 0.43 倍。如續行「中期與長期復建工程」完工後，至少可提供 20 年符合計畫需求之交通運輸服務，計算 20 年之益本比將增加至 1.07 倍，表示本整治工程具投資價值。

爲配合藤枝森林遊樂區開園，藤枝林道沿線邊坡、路基短時間內難以達到完全穩定，因此規劃林道入口、寶山、森林遊樂前等三處設置管制點，除各工區施工時工區前後均須設有交管人員外，其他如某處路段路基或邊坡有異樣時，可於該區域之前後管制點實施交管，徹底保障用路人之安全。

各年度計畫經費統計表

(單位：仟元)

工程名稱/里程	短期復建		中期復建		長期復建		小計
	99年度	100年度		101年度	102年度	103年度	
4.5K	3,050		26,500		—	—	29,550
5.4K	已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程		—
9K	6,565		11,586		16,713		34,864
10K	15,338		25,540		7,603		48,481
10.6K	8,600		27,800		19,545		55,945
11.1K	已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程			14,975	14,975
11.6K	2,620			11,837		23,288	37,745
12.6K		7,985		27,960		8,470	44,415
13.2K		2,321		27,678	11,833		41,832
14.1K		4,547		8,055	2,084		14,686
15.3K		5,655		17,275	6,732		29,662
18.0K		1,198		68,480	17,560		87,238
18.4K		3,352		36,653	11,833		51,838
18.6K		3,759		10,828	11,833		26,420
19.0K		3,645		60,723	18,765		83,133
19.4K		5,624		25,069	11,856		42,549
合計	36,173	38,086	91,426	294,558	136,357	46,733	643,333
年度經費合計	36,173		129,512	294,558	136,357	46,733	

目　錄

摘要
第一章　前言 1
1.1　計畫緣起 1
1.2　計畫範圍與標的 2
1.3　工作流程 4
第二章　基地環境分析 5
2.1　自然環境概述 5
2.2　氣候與雨量統計 11
2.3　水文分析 15
第三章　空拍與地籍套繪成果 49
3.1　無人載具空拍工作計畫 49
3.2　航照套繪判釋工作計畫 52
3.3　立體地形模型成果展示： 59
3.4　土地權屬套繪工作計畫 75
第四章　基本資料調查成果 81
4.1　基本資料蒐集 81
4.2　基本資料調查成果 91
4.3　災害成因彙整與統計分析 148
4.4　地滑治理對策與工法 150
4.5　坡面沖蝕治理對策與工法 160
4.6　農地墾殖治理對策與工法 164
4.7　向源侵蝕治理對策與工法 166
4.8　短期路基復建規劃 168
4.9　中期路基復建規劃 169
4.10　監測系統管理值與道路管理 178
4.11　坡面監視系統 184
4.12　九十八年度緊急復建工程簡介 185
4.13　邦腹溪治理規劃 187
第五章　調查規劃評估成果 188
5.1　復建策略規劃 188
5.2　藤枝 4.5K 崩塌地復建規劃 193
5.3　藤枝 5.4K 崩塌地復建規劃 205
5.4　藤枝 9.0K 崩塌地復建規劃 216
5.5　藤枝 10.0K 崩塌地復建規劃 226
5.6　藤枝 10.6K 崩塌地復建規劃 235
5.7　藤枝 11.1K 坑溝復建規劃 248
5.8　藤枝 11.6K 崩塌地復建規劃 253

5.9 藤枝 12.6K 崩塌地復建規劃 262
5.10 藤枝 13.2K 崩塌地復建規劃 274
5.11 藤枝 14.1K 崩塌地復建規劃 283
5.12 藤枝 15.3K 崩塌地復建規劃 292
5.13 藤枝 18.0K 崩塌地復建規劃 301
5.14 藤枝 18.4K 崩塌地復建規劃 312
5.15 藤枝 18.6K 崩塌地復建規劃 321
5.16 藤枝 19.0K 崩塌地復建規劃 330
5.17 藤枝 19.4K 崩塌地復建規劃 341
5.18 藤枝全線復建進度規劃 350
5.19 計畫效益分析 358
5.20 結構計算與邊坡穩定分析 365
5.21 其他災害點檢視與復建建議 373
第六章 結論與建議 380
6.1 結論 380
6.2 建議 382
參考文獻
【附錄一】歷次報告書審查審查與辦理情形
【附錄二】經費概算與水理分析

圖目錄

圖 1.1　基地地理區位圖（地圖摘自上河文化公司出版品）.....1
圖 1.2　工作流程與關係示意圖.....4
圖 2.1　基地位置與週邊交通動線圖（地圖摘自上河文化公司出版品）.....5
圖 2.2　基地位置週邊區域地質圖（摘經濟部中央地質調查所網頁）.....6
圖 2.3　基地附近斷層分佈圖（摘自國土地質資料整合查詢網頁）.....7
圖 2.4　100 年間颱風侵襲 臺灣路徑次數統計圖 （摘自氣象局網頁）.....9
圖 2.5　藤枝林道與邦腹溪流域立體地形圖.....10
圖 2.6　御油山（C1V300 測站）1993 年至 2009 年之年雨量分佈圖.....11
圖 2.7　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）2009 年之日雨量分佈圖.....12
圖 2.8　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）莫拉克颱風之時雨量分佈圖.....12
圖 2.9　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）敏督利颱風之時雨量分佈圖.....13
圖 2.10　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）612 豪雨之時雨量分佈圖.....13
圖 2.11　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）海棠颱風之時雨量分佈圖.....14
圖 2.12　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）卡玫基之時雨量分佈圖.....14
圖 2.13　藤枝林道排水水文分析流程圖.....15
圖 2.14　御油山雨量站位置圖.....16
圖 2.15　藤枝林道集水區 25 年一次 24 小時暴雨時間分配型態圖.....21
圖 2.16　一日暴雨雨型分配型態圖.....24
圖 2.17　二日暴雨雨型分配型態圖.....24
圖 2.18　4.5K 集水區地形圖.....28
圖 2.19　4.5K 集水區 3D 立體圖.....28
圖 2.20　5.4K 集水區地形圖.....29
圖 2.21　5.4K 集水區 3D 立體圖.....29
圖 2.22　9K 集水區地形圖.....30
圖 2.23　9K 集水區 3D 立體圖.....30
圖 2.24　10K 集水區地形圖.....31
圖 2.25　10K 集水區 3D 立體圖.....31
圖 2.26　10.6K 集水區地形圖.....32
圖 2.27　10.6K 集水區 3D 立體圖.....32
圖 2.28　11.1K 集水區地形圖.....33
圖 2.29　11.1K 集水區 3D 立體圖.....33
圖 2.30　11.6K 集水區地形圖.....34
圖 2.31　11.6K 集水區 3D 立體圖.....34
圖 2.32　12.6K 集水區地形圖.....35
圖 2.33　12.6K 集水區 3D 立體圖.....35
圖 2.34　13.2K 集水區地形圖.....36
圖 2.35　13.2K 集水區 3D 立體圖.....36

圖 2.36　14.1K 集水區地形圖 37
圖 2.37　14.1K 集水區 3D 立體圖 37
圖 2.38　15.3K 集水區地形圖 38
圖 2.39　15.3K 集水區 3D 立體圖 38
圖 2.40　18K 集水區地形圖 39
圖 2.41　18K 集水區 3D 立體圖 39
圖 2.42　18.4K 集水區地形圖 40
圖 2.43　18.4K 集水區 3D 立體圖 40
圖 2.44　18.6K 集水區地形圖 41
圖 2.45　18.6K 集水區 3D 立體圖 41
圖 2.46　19K 集水區地形圖 42
圖 2.47　19K 集水區 3D 立體圖 42
圖 2.48　19.4K 集水區地形圖 43
圖 2.49　19.4K 集水區 3D 立體圖 43
圖 2.50　修正三角形歷線示意圖 44
圖 3.1　UAV 航拍使用空域與預計起飛地點圖 49
圖 3.2　本案 UAV 航拍範圍與航線彙整（航照摘自八八水災地理資訊系統） 50
圖 3.3　空中三角測量示意圖 52
圖 3.4　空中三角測量模組操作畫面 53
圖 3.5　空中三角測量 ISAT 光束法平差操作畫面 53
圖 3.6　數值立體製圖儀 54
圖 3.7　攝影點、相片與物體關係示意圖 55
圖 3.8　製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖 56
圖 3.9　正射拼接示意圖 57
圖 3.10　UAV 影像製作立體地形模型示意圖 58
圖 3.11　藤枝 4.5K 周邊土地權屬套繪成果 75
圖 3.12　5.4K 周邊土地權屬套繪成果 76
圖 3.13　藤枝 9.0K 周邊土地權屬套繪成果 76
圖 3.14　藤枝 10.0K 與 10.6K 周邊土地權屬套繪成果 77
圖 3.15　藤枝 11.1K 與 11.6K 周邊土地權屬套繪成果 78
圖 3.16　藤枝 12.6K 與 13.2K 周邊土地權屬套繪成果 78
圖 3.17　藤枝 14.1K 與 15.3K 周邊土地權屬套繪成果 79
圖 3.18　藤枝 18.0K 周邊土地權屬套繪成果 79
圖 3.19　藤枝 18.4K 與 18.6K 周邊土地權屬套繪成果 80
圖 3.20　藤枝 19.0K 至 19.4K 周邊土地權屬套繪成果 80
圖 4.1　黃豹天蟬蛾與山羌 82
圖 4.2　18.0K 崩塌地踏勘路徑 91
圖 4.3　藤枝林道莫拉克風災狀況與航照彙整（航照自農航所購得） 92
圖 4.4　藤枝林道 5.4K 風災前後對照圖 93

圖 4.5　藤枝 3K+040 蝕溝現況 95
圖 4.6　藤枝 4K+720 蝕溝現況 95
圖 4.7　藤枝 4.5K 至 5.4K 災害成因現況調查彙整圖 96
圖 4.8　藤枝 4.5K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 97
圖 4.9　藤枝 4.5K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 98
圖 4.10　藤枝 4.0K 至 6.0K 沿線周邊露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 99
圖 4.11　藤枝 9.1K 風災前後對照圖 100
圖 4.12　藤枝 9.0K 既有構造物現況 101
圖 4.13　藤枝 9.0K 既有蝕溝現況 101
圖 4.14　藤枝 9.0K 災害成因現況調查彙整圖 102
圖 4.15　藤枝 9.0K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 103
圖 4.16　藤枝 9.0K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 104
圖 4.17　藤枝 10.2K 風災前後對照圖 105
圖 4.18　藤枝 10.0K 既有構造物調查彙整圖 106
圖 4.19　藤枝 10.6K 既有構造物調查彙整圖 107
圖 4.20　藤枝 10K+790K 沖蝕溝現況 107
圖 4.21　藤枝 9K+970K 沖蝕溝現況 108
圖 4.22　藤枝 10K+480K 沖蝕溝現況 108
圖 4.23　藤枝 10.0K 與 10.6K 災害成因現況調查彙整圖 109
圖 4.24　藤枝 10.0K 與 10.6K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 110
圖 4.25　藤枝 10.0K 與 10.6K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 111
圖 4.26　藤枝 11.4K 風災前後對照圖 112
圖 4.27　藤枝 11.6K 既有構造物調查彙整圖 114
圖 4.28　藤枝 11.1K 坡面沖蝕與蝕溝現況 114
圖 4.29　藤枝 11.6K 災害成因現況調查彙整圖 115
圖 4.30　藤枝 11.1K 與 11.6K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 116
圖 4.31　藤枝 12.6K 風災前後對照圖 117
圖 4.32　藤枝 12.6K 既有構造物調查彙整圖 118
圖 4.33　藤枝 12+560K 與 12K+740 沖蝕溝現況 118
圖 4.34　藤枝 12.6K 災害成因現況調查彙整圖 119
圖 4.35　藤枝 12.6K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 120
圖 4.36　藤枝 12.6K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 121
圖 4.37　藤枝 13.2K 風災前後對照圖 122
圖 4.38　藤枝 13.2K 既有構造物調查彙整圖 124
圖 4.39　藤枝 13K+226 蝕溝現況 124
圖 4.40　藤枝 13.2K 災害成因現況調查彙整圖 125
圖 4.41　藤枝林道 13.2K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 126
圖 4.42　藤枝 13.2K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 127
圖 4.43　藤枝 15.3K 風災前後對照圖 128

圖 4.44　藤枝 14.1K 既有構造物現況 129
圖 4.45　藤枝 15.3K 既有構造物現況 129
圖 4.46　藤枝 14.1K 與 15.3K 災害成因現況調查彙整圖 130
圖 4.47　藤枝 14.1K 與 15.3K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 131
圖 4.48　藤枝 14.1K 與 15.3K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 132
圖 4.49　藤枝部落與 18.4K 風災前後對照圖 133
圖 4.50　藤枝 18.0K 構造物現況調查彙整圖 135
圖 4.51　藤枝 18.4K 構造物現況調查彙整圖 136
圖 4.52　藤枝 18.0K 與 18.4K 災害成因現況調查彙整圖 136
圖 4.53　藤枝 18.0K 與 18.4K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 137
圖 4.54　藤枝 18.0K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 138
圖 4.55　藤枝 18.6K 風災前後對照圖 139
圖 4.56　藤枝 18.6K 構造物現況調查彙整圖 140
圖 4.57　藤枝 18.6K 與 19.0K 災害成因現況調查彙整圖 141
圖 4.58　藤枝 18.6K 與 19.0K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 142
圖 4.59　藤枝 18.6K 與 19.4K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得） 143
圖 4.60　藤枝 19.4K 周邊風災前後對照圖 144
圖 4.61　藤枝 19.4K 構造物現況調查彙整圖 146
圖 4.62　藤枝 19.4K 災害成因現況調查彙整圖 146
圖 4.63　藤枝林道 19.4K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得） 147
圖 4.64　地滑整治斷面圖 151
圖 4.65　地錨增設荷重計示意圖 153
圖 4.66　抗滑樁整治斷面詳圖 154
圖 4.67　鑽掘式基樁施工步驟彙整圖 155
圖 4.68　基樁帽樑結合預力地錨 130T 示意圖 156
圖 4.69　橫向截水溝設置位置與功能示意圖（藤枝林道實例） 157
圖 4.70　橫向集水管功能示意圖（藤枝林道實例） 158
圖 4.71　深井排水示意圖 158
圖 4.72　集水井與箱涵改善示意圖 159
圖 4.73　團粒噴植示意圖 160
圖 4.74　型框植生功能示意圖 161
圖 4.75　格框植生功能示意圖 162
圖 4.76　防落石網功能示意圖 163
圖 4.77　噴漿大縱溝功能示意圖 164
圖 4.78　邊緣保護工功能示意照片 165
圖 4.79　節制壩功能示意照片 166
圖 4.80　RC 結構或箱籠型式之整流工示意圖 167
圖 4.81　整流工參考之崩坪坑工程砌塊石護岸細部詳圖 167
圖 4.82　短期補強規劃示意圖 168

圖 4.83　中期復建規劃之路基標準斷面（方案一）.....169
圖 4.84　中期復建規劃之路基標準斷面（方案二）.....170
圖 4.85　PC 樁接合擋土牆施工規劃示意圖.....171
圖 4.86　中期復建規劃之橋樑與目前便道邊坡關係圖.....173
圖 4.87　崩塌地中期復建規劃之橋樑標準平、立、剖面圖.....173
圖 4.88　人工挖掘式基樁施工步驟彙整圖（羅東處宜專一線實績）.....174
圖 4.89　藤枝 10.6K 中期復建規劃乙案之計畫 I 型梁完工示意圖.....175
圖 4.90　南橫公路曲線橋增做「扶壁版」參考照片.....176
圖 4.91　藤枝中期復建規劃橋樑工法避車道斷面詳圖.....177
圖 4.92　雨量記錄警報設備.....180
圖 4.93　雨量筒製作.....180
圖 4.94　道路施工標誌.....181
圖 4.95　通錐與護欄塊.....181
圖 4.96　單線型車標誌.....181
圖 4.97　平日人員配置.....182
圖 4.98　假日人員配置.....182
圖 4.99　停車場規劃位置圖.....183
圖 4.100　大眾運輸停車規劃位置圖.....183
圖 4.101　邊坡落石警報架構圖.....184
圖 4.102　莫拉克風災舊潭邊坡穩定緊急處理工程配置平面圖與現況彙整圖.....185
圖 4.103　藤枝林道全線 19.7K 臨時便道補強與安全維護圖.....186
圖 4.104　藤枝林道 0.5K 路面標準圖與現況照片彙整圖.....186
圖 4.105　邦腹溪調查規劃報告書與河道現況.....187
圖 5.1　藤枝 10.6K 復健採用之高架橋樑起終點高程與坡度說明圖.....191
圖 5.2　藤枝 4.5K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖.....194
圖 5.3　藤枝 4.5K 崩塌地之既有鑽探鑽孔配置與鑽探深度彙整圖.....196
圖 5.4　藤枝 4.5K 崩塌地 E3-E4-E5 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖.....197
圖 5.5　藤枝 4.5K 崩塌地 E6-E7-E8 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖.....197
圖 5.6　興龍周邊災害復建工程標準斷面圖.....198
圖 5.7　藤枝 4.5K 崩塌地之興龍案在建工程施工配置平面圖.....199
圖 5.8　藤枝林道 3.5K 至 5K 災害復建工程之在建標準斷面圖.....200
圖 5.9　藤枝林道 3.5K 至 5K 災害復建工程之在建配置平面圖.....201
圖 5.10　藤枝 4.5K 短期復建規劃之便道路基補強方式.....202
圖 5.11　藤枝 4.5K 中期與長期復建規劃之路基復建示意圖.....203
圖 5.12　藤枝 4.5K 崩塌地之地籍圖套繪成果.....204
圖 5.13　藤枝 5.4K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖.....206
圖 5.14　藤枝 5.4K 崩塌地之既有鑽探鑽孔配置與鑽探深度彙整圖.....208
圖 5.15　藤枝 5.4K 崩塌地 E1-E2 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖.....209
圖 5.16　藤枝 5.4K 崩塌地 E4-E5-E6 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖.....209

圖 5.17　花果山周邊災害復建工程之在建標準斷面圖 210
圖 5.18　藤枝 5.4K 崩塌地之花果山案在建工程之在建配置平面圖 211
圖 5.19　藤枝林道 5.4K 地錨與基樁帽樑正剖立面圖與監測系統示意圖 212
圖 5.20　藤枝 5.4K 崩塌地之東龜山案在建工程施工配置平面圖 213
圖 5.21　藤枝 5.4K 崩塌地復建規劃與地籍圖套繪成果 215
圖 5.22　藤枝 9.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 217
圖 5.23　藤枝 9.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式 218
圖 5.24　藤枝 9.0K 短期復建規劃之配置示意圖 219
圖 5.25　下邊坡噴漿大縱溝整治規劃與增設集水井示意圖 220
圖 5.26　藤枝 9.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 221
圖 5.27　藤枝 9.0K 中期復建規劃之平面配置圖 222
圖 5.28　藤枝 9.0K 長期復建規劃之配置示意圖 223
圖 5.29　藤枝 9.0K 工區配置與地籍圖套繪成果 225
圖 5.30　藤枝 10.0K 邊坡現況 226
圖 5.31　藤枝 10.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 227
圖 5.32　藤枝 10.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式 228
圖 5.33　藤枝 10.0K 路基短期復建規劃之配置示意圖 229
圖 5.34　藤枝 10.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 230
圖 5.35　藤枝 10.0K 路基中期復建規劃之配置示意圖 231
圖 5.36　藤枝 10.0K 長期復建規劃之配置示意圖 232
圖 5.37　藤枝 10.0K 工區配置與地籍圖套繪成果 234
圖 5.38　藤枝 10.6K 上邊坡現況 235
圖 5.39　藤枝 10.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 236
圖 5.40　藤枝 10.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式 237
圖 5.41　藤枝 10.6K 短期復建規劃之配置示意圖 238
圖 5.42　藤枝 10.6K 中期復建規劃甲案之路基復建標準斷面 239
圖 5.43　藤枝 10.6K 中期復建規劃甲案之配置示意圖 240
圖 5.44　藤枝 10.6K 崩塌地中期復建規劃乙案之計畫縱向斷面圖 241
圖 5.45　藤枝 10.6K 中期復建規劃乙案之配置示意圖 242
圖 5.46　墩柱 P5 之計畫型框植生規劃施作位置 244
圖 5.47　藤枝崩塌地 10.6K 長期復建規劃之配置示意圖 245
圖 5.48　藤枝 10.6K 工區配置與地籍圖套繪成果 247
圖 5.49　藤枝 11.1K 坑溝之邊坡現況 248
圖 5.50　藤枝 11.1K 坑溝之周邊現況與各期林道線型套繪圖 249
圖 5.51　11.1K 坑溝周邊零星復建工程之配置平面圖 250
圖 5.52　藤枝 11.1K 長期復建規劃之配置示意圖 251
圖 5.53　藤枝 11.1K 工區配置與地籍圖套繪成果 252
圖 5.54　藤枝 11.6K 崩塌地之邊坡現況 253
圖 5.55　藤枝 11.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 254

圖 5.56　藤枝 11.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式 255
圖 5.57　藤枝 11.6K 路基短期復建規劃之配置示意圖 256
圖 5.58　藤枝 11.6K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 257
圖 5.59　藤枝 11.6K 路基中期復建規劃之配置示意圖 258
圖 5.60　藤枝 11.6K 長期復建規劃之配置示意圖 259
圖 5.61　藤枝 11.6K 工區配置與地籍圖套繪成果 261
圖 5.62　藤枝 12.6K 崩塌地之邊坡現況 262
圖 5.63　藤枝 12.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 263
圖 5.64　藤枝 12.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式 264
圖 5.65　藤枝 12.6K 路基短期復建規劃之配置示意圖 265
圖 5.66　藤枝 12.6K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖 265
圖 5.67　藤枝 12.6K 中期復建規劃甲案之路基復建標準斷面 266
圖 5.68　藤枝 12.6K 中期復建規劃甲案之配置示意圖 267
圖 5.69　藤枝 12.6K 工區主體工程計畫縱向斷面圖 268
圖 5.70　藤枝 12.6K 中期復建規劃乙案之配置示意圖 269
圖 5.71　藤枝崩塌地 12.6K 長期復建規劃之配置示意圖 271
圖 5.72　藤枝 12.6K 工區配置與地籍圖套繪成果 273
圖 5.73　藤枝 13.2K 崩塌地之邊坡現況 274
圖 5.74　藤枝 13.2K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 275
圖 5.75　藤枝 13.2K 短期復建規劃之便道路基補強方式 276
圖 5.76　藤枝 13.2K 路基短期復建規劃之配置示意圖 277
圖 5.77　13.2K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖 277
圖 5.78　藤枝 13.2K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 278
圖 5.79　藤枝 13.2K 路基中期復建規劃之配置示意圖 279
圖 5.80　藤枝 13.2K 長期復建規劃之配置示意圖 280
圖 5.81　藤枝 13.2K 工區配置與地籍圖套繪成果 282
圖 5.82　藤枝 14.1K 崩塌地之邊坡現況 283
圖 5.83　藤枝 14.1K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 284
圖 5.84　藤枝 14.1K 短期復建規劃之便道路基補強方式 285
圖 5.85　藤枝 14.1K 路基短期復建規劃之配置示意圖 286
圖 5.86　14.1K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖 286
圖 5.87　藤枝 14.1K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 287
圖 5.88　藤枝 14.1K 路基中期復建規劃之配置示意圖 288
圖 5.89　藤枝 14.1K 長期復建規劃之配置示意圖 289
圖 5.90　藤枝 14.1K 工區配置與地籍圖套繪成果 291
圖 5.91　藤枝 15.3K 崩塌地之邊坡現況 292
圖 5.92　藤枝 15.3K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 293
圖 5.93　藤枝 15.3K 短期復建規劃之便道路基補強方式 294
圖 5.94　藤枝 15.3K 路基短期復建規劃之配置示意圖 295

圖 5.95　藤枝 15.3K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 296
圖 5.96　藤枝 15.3K 路基中期復建規劃之配置示意圖 297
圖 5.97　藤枝 15.3K 長期復建規劃之配置示意圖 298
圖 5.98　藤枝 15.3K 工區配置與地籍圖套繪成果 300
圖 5.99　藤枝 18.0K 崩塌地之邊坡現況 301
圖 5.100　藤枝 18.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 302
圖 5.101　藤枝 18.0K 崩塌地之既有傾斜管配置圖 303
圖 5.102　藤枝 18.0K 崩塌地之既有傾斜管監測成果圖 304
圖 5.103　藤枝 18.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式 305
圖 5.104　藤枝 18.0K 路基短期復建規劃之配置示意圖 306
圖 5.105　藤枝 18.0K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖 306
圖 5.106　藤枝 18.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 307
圖 5.107　藤枝 18.0K 路基中期復建規劃之配置示意圖 308
圖 5.108　藤枝 18.0K 長期復建規劃之配置示意圖 309
圖 5.109　藤枝 18.0K 工區配置與地籍圖套繪成果 311
圖 5.110　藤枝 18.4K 崩塌地之邊坡現況 312
圖 5.111　藤枝 18.4K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 313
圖 5.112　藤枝 18.4K 短期復建規劃之便道路基補強方式 314
圖 5.113　藤枝 18.4K 路基短期復建規劃之配置示意圖 315
圖 5.114　藤枝 18.4K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖 315
圖 5.115　藤枝 18.4K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 316
圖 5.116　藤枝 18.4K 路基中期復建規劃之配置示意圖 317
圖 5.117　藤枝 18.4K 長期復建規劃之配置示意圖 318
圖 5.118　藤枝 18.4K 工區配置與地籍圖套繪成果 320
圖 5.119　藤枝 18.6K 崩塌地之邊坡現況 321
圖 5.120　藤枝 18.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 322
圖 5.121　藤枝 18.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式 323
圖 5.122　藤枝 18.6K 路基短期復建規劃之配置示意藤枝圖 324
圖 5.123　18.6K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖 324
圖 5.124　藤枝 18.6K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 325
圖 5.125　藤枝 18.6K 路基中期復建規劃之配置示意圖 326
圖 5.126　藤枝 18.6K 長期復建規劃之配置示意圖 327
圖 5.127　藤枝 18.6K 工區配置與地籍圖套繪成果 329
圖 5.128　藤枝 19.0K 崩塌地之邊坡現況 330
圖 5.129　藤枝 19.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 331
圖 5.130　藤枝 19.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式 332
圖 5.131　藤枝 19.0K 路基短期復建規劃之配置示意圖 333
圖 5.132　水平透水管規劃改善示意圖 334
圖 5.133　藤枝 19.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 335

圖 5.134　藤枝 19.0K 路基中期復建規劃之配置示意圖 336
圖 5.135　藤枝 19.0K 長期復建規劃之配置示意圖 337
圖 5.136　藤枝 19.0K 工區配置與地籍圖套繪成果 339
圖 5.137　藤枝 19.4K 崩塌地之邊坡現況 341
圖 5.138　藤枝 19.4K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖 342
圖 5.139　藤枝 19.4K 短期復建規劃之便道路基補強方式 343
圖 5.140　藤枝 19.4K 路基短期復建規劃之配置示意圖 344
圖 5.141　19.4K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖 344
圖 5.142　藤枝 19.4K 路基中期復建規劃之路基標準斷面 345
圖 5.143　藤枝 19.4K 路基中期復建規劃之配置示意圖 346
圖 5.144　藤枝 19.4K 長期復建規劃之配置示意圖 347
圖 5.145　藤枝 19.4K 工區配置與地籍圖套繪成果 349
圖 5.146　藤枝林道短期復建工程定位圖（航照自農航所購得） 354
圖 5.147　藤枝林道中期復建工程定位圖（航照自農航所購得） 355
圖 5.148　藤枝林道長期復建工程定位圖（航照自農航所購得） 356
圖 5.149　藤枝 10.6K 崩塌地邊坡穩定分析結果 369
圖 5.150　藤枝 18.0K 崩塌地邊坡穩定分析結果 372
圖 5.151　藤枝林道 17K+440 路基現況與航照套繪圖 373
圖 5.152　藤枝林道 12K+000 路基現況 374
圖 5.153　藤枝林道 19K+660 周邊現況 374
圖 5.154　藤枝林道 12K+300 路基現況與增設地錨彙整圖 375
圖 5.155　藤枝林道 2.1K 周邊風災後既有設施損害現況 376
圖 5.156　藤枝林道 2.1K 周邊後續整治建議基樁線型示意圖 377
圖 5.157　藤枝林道後續整治基樁深度與地錨錨定安全檢核 377
圖 5.158　藤枝林道 7K+600 路基現況與地錨斷面彙整圖 378

表目錄

表 2.1　100 年間颱風侵襲臺灣各月次數統計表（整理自氣象局網頁）.....9
表 2.2　御油山雨量站相關資料.....16
表 2.3　御油山雨量站歷年月平均暨年平均雨量表.....17
表 2.4　御油山雨量站一日暴雨量.....17
表 2.5　各機率分佈之平方誤差(SSE)分析表.....18
表 2.6　各機率分佈之標準誤差(SE)分析表.....18
表 2.7　御油山雨量站最大一日暴雨量各機率分佈之卡方檢定表.....19
表 2.8　御油山雨量站最大一日頻率分析表.....19
表 2.9　Horner 雨型公式之參考係數表.....21
表 2.10　藤枝林道集水區代表性 24 小時暴雨之位序表.....21
表 2.11　最大一日暴雨量雨型分析表.....22
表 2.12　最大二日暴雨量雨型分析表.....23
表 2.13　逕流係數參考值.....25
表 2.14　藤枝林道各集水區集流時間表.....26
表 2.15　藤枝林道各集水區重現期降雨強度表（水保技術規範推算成果）.....27
表 2.16　藤枝林道各集水區洪峰流量表（合理化公式推算成果）.....27
表 2.17　藤枝林道各集水區修正三角型單位歷線公式之參數推算表.....45
表 2.18　藤枝林道各集水區修正三角型單位歷線公式推算成果表.....45
表 2.19　不同分析方法之洪峰流量比較表.....47
表 4.1　藤枝 4.5K 至 5.4K 既有構造物調查表.....94
表 4.2　藤枝 11.1K 既有構造物調查.....113
表 4.3　藤枝 11.6K 既有構造物調查表.....113
表 4.4　藤枝 13.2K 既有構造物調查表.....123
表 4.5　藤枝 18K+000 至 18K+460 既有構造物統計表.....134
表 4.6　藤枝 18.6K、19.0K 既有構造物統計表.....140
表 4.7　藤枝 19.4K 既有構造物統計表.....145
表 4.8　本案規劃崩塌地之災害原因與整治對策初議彙整表.....149
表 4.9　橋台型式對照表.....172
表 4.10　預力梁工法比較.....175
表 4.11　本案監測系統之建議安全管理彙整表.....179
表 4.12　監視系統經費概算表.....184
表 5.1　行政院農業委員會頒訂「甲種林道」設計規範（本案不採用）.....189
表 5.2　行政院農業委員會頒訂「丙種林道」設計規範（本案採用）.....190
表 5.3　藤枝 4.5K 崩塌地復建規劃之用地計畫表.....204
表 5.4　藤枝 5.4K 崩塌地復建規劃之用地計畫表.....215
表 5.5　藤枝 9.0K 用地計畫表.....225
表 5.6　藤枝 10.0K 用地計畫表.....234

表 5.7　中期復建規劃甲案與乙案優劣比較表 243
表 5.8　藤枝 10.6K 用地計畫表 247
表 5.9　藤枝 11.1K 用地計畫表 252
表 5.10　藤枝 11.6K 用地計畫表 261
表 5.11　中期復建規劃甲案與乙案優劣比較表 270
表 5.12　藤枝 12.6K 用地計畫表 273
表 5.13　藤枝 13.2K 用地計畫表 282
表 5.14　藤枝 14.1K 用地計畫表 291
表 5.15　藤枝 15.3K 用地計畫表 300
表 5.16　藤枝 18.0K 用地計畫表 311
表 5.17　藤枝 18.4K 用地計畫表 320
表 5.18　藤枝 18.6K 用地計畫表 329
表 5.19　藤枝 19.0K 用地計畫表 339
表 5.20　藤枝 19.4K 用地計畫表 349
表 5.21　藤枝林道 98 年莫拉克風災後復建工程辦理情形 351
表 5.22　藤枝林道災害復建經費統計表 352
表 5.23　藤枝林道災害復建進度表 353
表 5.24　藤枝林道災害復建總表 357
表 5.25　藤枝森林遊樂區歷年收入統計表 360
表 5.26　A 方案與 B 方案之修正益本比分析表 363
表 5.27　藤枝 10.6K 邊坡穩定分析採用之地層參數 368
表 5.28　邊坡穩定分析成果彙整總表 368
表 5.29　藤枝 10.6K 邊坡穩定分析採用之地層參數 371
表 5.30　邊坡穩定分析成果彙整總表 372
表 5.31　藤枝林道其他災害點（非本案工作範圍者）復建經費統計表 379

第一章　前言

1.1　計畫緣起

林務局屏東林區管理處（以下簡稱屏東處）所轄荖濃溪事業區之藤枝林道，爲通往森林遊樂區與周邊居民主要道路，莫拉克超大豪雨造成藤枝林道沿線邊坡崩塌與路基流失嚴重，特別如 4.7K、10.5K、12.6K、18K、18.6K、19.6K 附近等大範圍路基崩塌路段，目前已搶通臨時便道供沿線居民進出，且 98 年底已陸續設計發包數件緊急復建工程，進行便道維護補強與邊坡穩定。

目前優先工作爲沿線災害可能原因調查分析、路基復建方案評估、路基線型與用地可行性評估、整治優先順序規劃、路基復建線型與工法、用地評估與經費估算等工作，故辦理「藤枝林道莫拉克災害復建方案整體調查規劃評估委託技術服務案」（以下簡稱本案），作爲 99 年度起一般復建工程參考。



圖 1.1　基地地理區位圖（地圖摘自上河文化公司出版品）

勇霖工程顧問有限公司於接受委託案後，由負責人吳重君土木大地技師，帶領工作團隊針對本案展開資料蒐集，進行基地踏勘、調查與初步測量作業，集思廣益研擬先期工作報告書與各期報告書。本報告書依據本案投標須知要求與各期報告書審查意見編製，共分爲六大章：第一章前言，第二章基地環境分析，第三章空拍與地籍套繪成果，第四章基本資料調查成果，第五章調查規劃評估成果，第六章結論與建議。

1.2 計畫範圍與標的

藤枝林道位於高雄縣六龜鄉與桃源鄉爲荖濃溪事業區範圍，治理範圍爲藤枝林道入口 0K 起至 19.7K 止，招標文件載明本案經費與計畫標的說明如下：

（一）整體調查規劃評估之範圍與標的：藤枝林道沿線大型路基災害點，至少應包含 4.5K、5.4K、9.0K、10.0K、10.6K、11.1K（增加之寶山村坑溝）、11.6K、12.6K、13.2K、14.1K、15.3K、18.0K、18.4K、18.6K、19.0K、19.4K 等 15 處（含）以上，進行災害原因調查分析、無人載具空拍、航照套繪判釋、路基復建線型評選、路基災害點周邊相鄰所有崩塌區域與坑溝之土地權屬套繪、用地取得方案與用地計畫、路基復建工法與可行性評估、整治優先順序、工程數量與經費概估。

（二）基本資料調查：

（1）基本資料蒐集：含地文、水文（收集至 2009 年度，期間至少 10 年以上）、人文、特定水土保持區、交通、土地利用與權屬、生態環境、2000 年至 2009 年之間災害情形及處理情形等資料說明。

（2）道路沿線坡面沖蝕與蝕溝調查：包含沖蝕土地可利用限度及水土保持現況。

（3）道路沿線崩塌地及地滑地現地調查：現地調查－地形地質調查（含岩層露頭調查、岩性、地層位態、岩體不連續面等地質特性）、植生調查、伏流水（出流）位置及滲流水量調查、崩塌範圍調查與崩塌量推估。

（4）坑溝調查：包括基本資料、現況描述、河床沖刷及兩岸淘刷、土砂淤積、可能致災地點等。

（5）道路（橋涵）水土保持調查。

（6）既有構造物調查：

1. 路基構造物：上下邊坡擋土牆、駁坎、型框護坡工、路面、護欄現況，致災原因及建議修復方式。
2. 排水設施：道路全線各式排水設施，含道路沿線兩側及過路上、下邊坡排水等設施現況，以及致災原因及建議修復方式。
3. 治山構造物：通過道路橋樑之坑溝現有工程構造物，具保護道路安全者之空間位置、溢洪口高度及寬度、壩高、構造物現況、壩上下游溪床沖淤現況，以及致災原因及建議修復方式。

（7）保全對象之調查。

（8）無人載具空拍：沿線大型路基災害點 15 處（含）以上，每處包含道路上下邊坡路基崩塌近照及坑溝全景，進行無人載具空拍供規劃參考。

（三）調查規劃評估：

（1）水文分析：1 日及 2 日降雨量及降雨強度頻率分析（至少包括 5、10、25、50 年重現期距及 100 年之推估值）。影響本規劃區前五大颱風（或豪雨）事件之降雨量及其降雨強度頻率分析。

（2）水理分析：檢討橋涵通洪能力。

（3）邊坡崩塌機制分析與研判、邊坡穩定分析。

（4）路基流失機制分析與研判、復建線型評選、復建工法與可行性評估。

（5）道路周邊排水之處理與維護建議。

（6）治理內容：包括路基復建、崩塌地處理、野溪整治、道路水土保持、坡地水土保持、水土保持構造物維護及其他等。

（7）道路管理及其他配合措施事項。

（8）開工後於履約期限之 3/5 內，本處 99 年計畫辦理一般復建工程（暫定二案），相關整治路段順序規劃、路基復建線型與工法、用地評估與經費估算等先期規劃工作，以利前述一般復建工程（暫定二案）辦理後續規劃設計與施工監造作業。

1.3 工作流程

本案內容包括災害原因調查分析、無人載具空拍、航照套繪判釋、路基復建線型評選、路基災害點周邊相鄰所有崩塌區域與坑溝之土地權屬套繪、用地取得方案與用地計畫、路基復建工法與可行性評估、整治優先順序、工程數量與經費概估等工作，**細部設計與施工監造皆交由另案辦理**，其各工作間的流程與相對關係，如圖 1.2 之流程圖步驟所示。

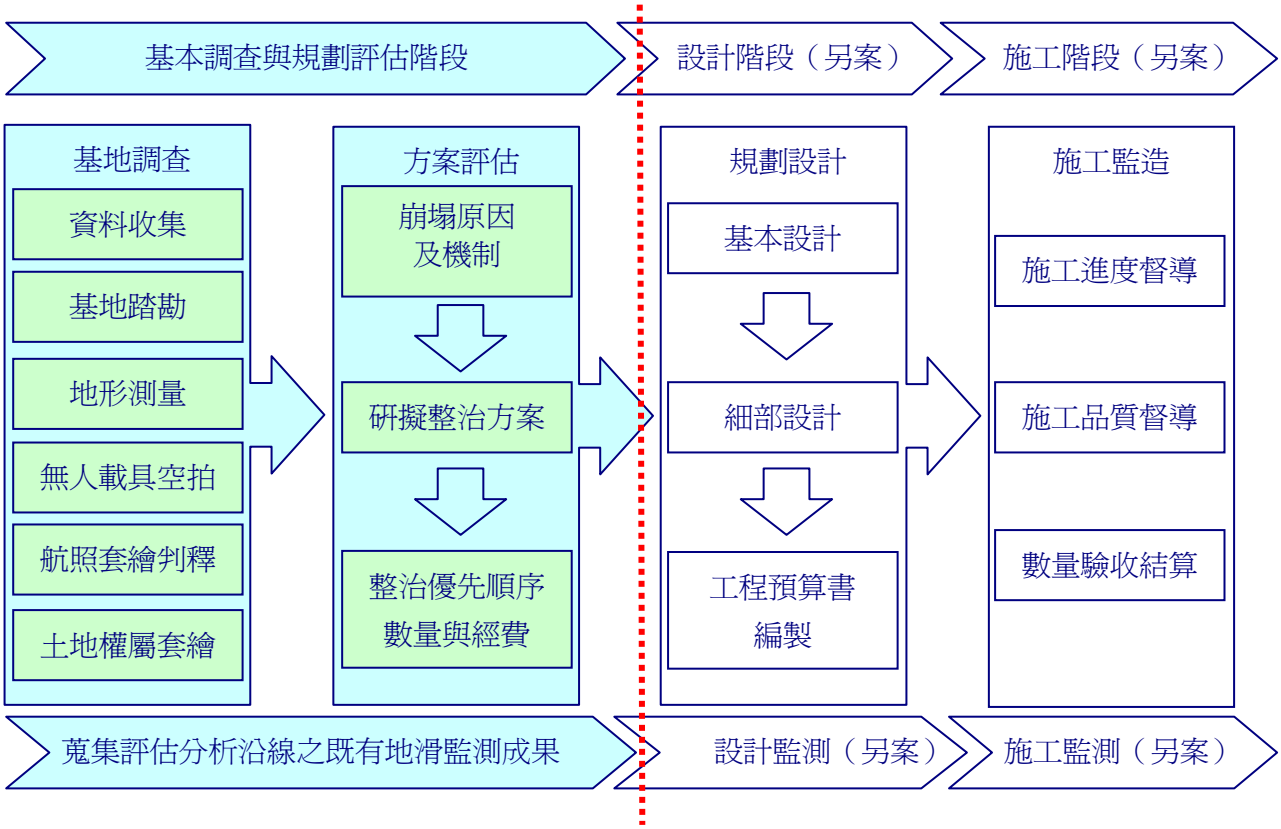


圖 1.2　工作流程與關係示意圖





第二章　基地環境分析

2.1　自然環境概述

本案計畫範圍位於高雄縣桃源鄉與六龜鄉，蒐集網路資源與彙整摘錄本公司（2009 年）「藤枝林道設施檢查、測量監測、排水規劃技術服務《成果報告書》」，重點分項說明地理區位、斷層、地質、地震、颱風、氣候、林相與集水區與周邊環境等相關自然環境現況如下：

（一）交通

藤枝林道位於高雄縣桃源鄉與六龜鄉境內，台 27 線省道經邦腹溪橋後右側叉路即爲林道入口，可至藤枝森林遊樂區，基地位於藤枝林道 0K 至 19.4K，主要連外動線爲台 27 線省道，往南可經六龜往茂林及屏東，西南經旗山至高雄，往北方向經荖濃轉台 20 線省道（南橫公路），可往台南或台東地區。



圖 2.1　基地位置與週邊交通動線圖（地圖摘自上河文化公司出版品）

（二）地質

藤枝林道沿線出露的地層主要爲廬山層，廬山層代表所有分布在中央山脈的脊樑山脈帶內中新世的硬頁岩和板岩系。它的標準地點是南投縣仁愛鄉東面的廬山溫泉附近，中新世有孔蟲化石最早被發現在該地出露的板岩和泥灰質團塊之間。**廬山層大部分由黑色到深灰色的硬頁岩、板岩及千枚岩和深灰色的硬砂岩互層所組成，含有零星散布的泥灰岩團塊，全部厚度達數千公尺，藤枝林道沿線可以看到許多深灰色的硬頁岩與板岩露頭，未受風化者多呈黑色，已受風化者則呈黃灰色到黃褐色。**

觀察板岩，可以看到是由一片片頁岩擠壓變質構成，有明顯的葉理。順著葉理可以輕易剝落一片片平滑的岩石。本層主要分布在脊樑山脈帶中，在玉山地塊以南，廬山層又出現在荖濃溪的東側山地，南延到屏東平原東邊的山地，再向南直達恒春半島，以及東部的知本和大武一帶。

在脊樑山脈內中新世的廬山層和始新世的畢祿山層直接接觸，除南橫公路以外，中間還沒有找到含有漸新世化石的地層，這種地層上的缺失並沒有發現任何交角不整合或其他可見的間斷。



圖 2.2　基地位置週邊區域地質圖（摘經濟部中央地質調查所網頁）

（三）斷層

本基地位於藤枝林道 0K 至 19.5K 沿線，周遭 15Km 內之斷層計有三條，由東向西排列分別爲潮洲斷層、六龜斷層與旗山斷層。若以藤枝林道 4K 處爲本案基地之參考點，斷層概述與距離說明如下：

（1）潮洲斷層：距藤枝林道 4K 工區約 1.2K，屬逆移斷層兼具左移性質，呈南北走向。斷層由高雄縣寶來向南延伸，經瑪家、泰武至枋寮，長約 85 公里，由於本斷層的活動時代不明確，暫列爲存疑性活動斷層。

（2）六龜斷層：距藤枝林道 4K 工區約 1.9K，位於六龜至新寮間，屬左移性質，呈北東走向，全長約 11 公里斷層西北側爲昇側，出露地層爲中新世下部達邦層，東南側則露出更新世下部之六龜層，爲可能活動斷層。

（3）旗山斷層：距藤枝林道 4K 工區約 7.8K，位於美濃至六龜間，屬逆移斷層兼具左移性質，呈北東走向，全長約 55 公里，西元 1973 年此斷層附近曾發生規模三級以上地震，並使另一更新世下部之二重溪層發生爲量變形，由於本斷層的活動時代不明確，暫列爲存疑性活動斷層。

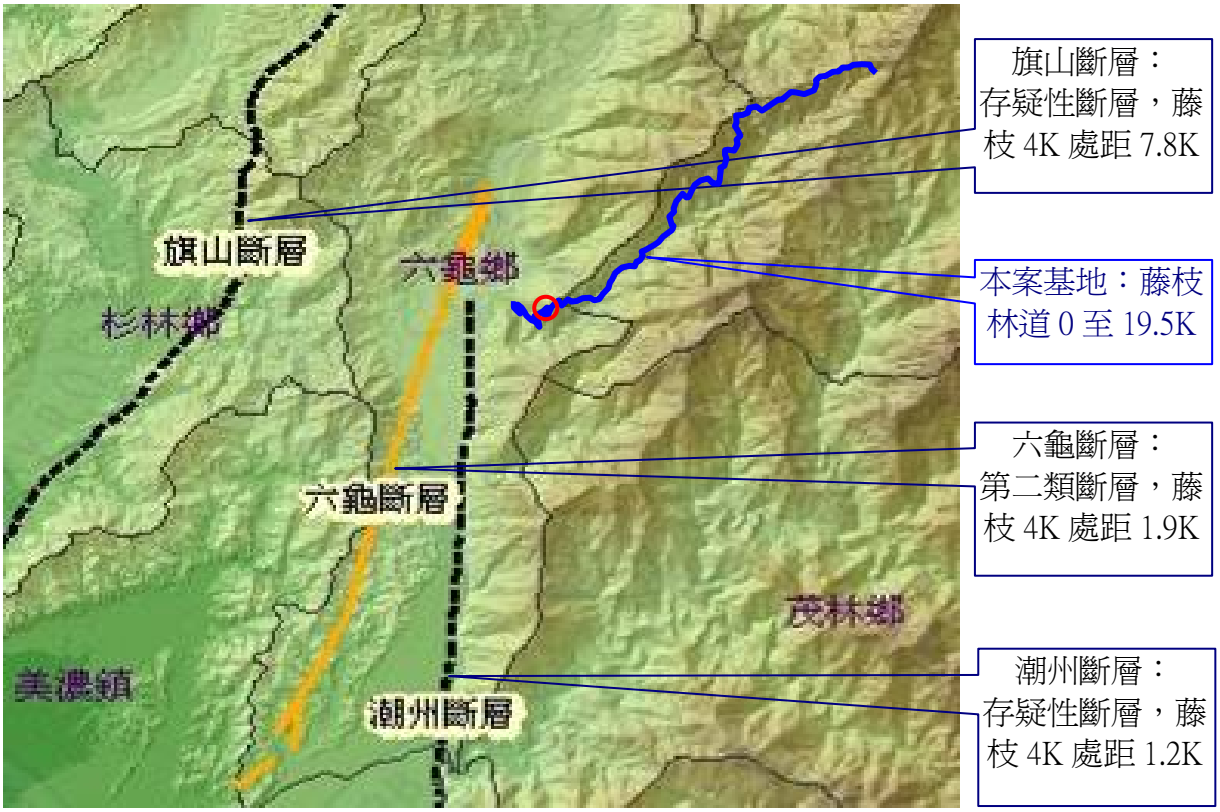


圖 2.3　基地附近斷層分佈圖（摘自國土地質資料整合查詢網頁）

有關六龜斷層最新調查研究成果（依據經濟部中央地質調查所施政計畫報告 93 年 2 月資料），摘錄彙整說明如下：

（1）六龜斷層存在：六龜斷層的原始定義，如依鳥居敬造所提出的，此一斷層分隔開二地層，即西側的長枝坑層與東側的六龜礫岩層。由斷層條帶地質圖上，長枝坑層與六龜礫岩的接觸關係相當平直，而從兩個挖溝（陳文山等，2003）的結果，亦確認爲斷層的接觸關係，六龜斷層位置亦幾乎沿著二地層的交界面上，而接觸面附近二地層皆呈高角度傾斜。斷層帶中六龜礫岩常呈紅化或黃化的現象，礫石明顯被剪裂，故我們確認原始定義中六龜斷層的存在。

（2）六龜礫岩與長枝坑層的原始接觸關係：雖由二處的挖溝，證實二地層的接觸關係明顯爲次生構造斷層接觸，但我們仍認爲六龜斷層與長枝坑層的原始接觸關係爲不整合。原因有二，一爲在數個露頭點上可見六龜礫岩沉積於長枝坑層之上，二爲南段地層界線亦有彎折現象。

（3）關於潮州斷層是否越過荖濃溪並於竹角坑溪北方和六龜斷層會合：由於在六龜附近，中油所推測潮州斷層位置掩覆於階地之下，然在潮州斷層北延的荖濃溪北岸，東溪大橋以西，出露連續的露頭並沒明有找到斷層通過的現象，似乎潮州斷層可能需向東偏移，或是止於六龜階地。由鑽井資料潮州斷層在本區走向接近南北，掩覆於階地之下，通過大行寺東南方媽祖廟附近。潮州斷層似乎難以向西北沿濃溪再向東北伸入紅水坑溪。本文並不排除直直向北伸入荖濃溪之可能，但目前之證據，只確認到馬祖廟附近，未來將進一步向北鑽井，以確定其可能延伸方向。至於荖濃溪北岸的六龜的礫岩由於幾乎全具剪動構造，且分布呈北東走向，故暫認爲六龜斷層帶之一部。

（4）關於六龜斷層的性質：張慧中（1986）認六龜斷層在地表附近之位態爲向西傾斜，在地史近期六龜斷層具逆衝運動之成分。由所繪之條帶地質圖上二地層呈平直的接觸，顯示斷層面呈高角度傾斜或垂直，此點耿文溥（1967）已提出，而野外近斷層位置的岩層位態亦呈高角度傾斜，故斷層面呈鉛直或高角爲大家之共識。再由六龜新開挖的二個挖溝剖面亦見明顯之左移的小構造及高角度的斷層系統。另由野外竹角坑及紅水坑與西勢溪中游的露頭亦可見左移之現象，故初步研判六龜斷層爲一以左移爲主的橫移斷層。

（四）颱風

根據中央氣象局網頁資料，統計過去 100 年侵台颱風次數共 348 次，彙整以 8 月份每年平均 1.08 次最高，7、8、9 月三個月合計約 79%。此外，颱風侵台路徑可歸納爲七類，詳見圖 2.4，本工程基地位置緊鄰第 6 類颱風路徑上，分析以第 2、3、4、5、6 類路徑對基地較具威脅性，平均每年 2.4 次有颱風直接影響。

表 2.1　100 年間颱風侵襲臺灣各月次數統計表（整理自氣象局網頁）

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
次數	0	0	0	2	12	26	86	108	80	27	7	0	348
平均次數	0.00	0.00	0.00	0.02	0.12	0.26	0.86	1.08	0.80	0.27	0.07	0.00	3.48
百分比	0.0	0.0	0.0	0.6	3.4	7.5	24.7	31.0	23.0	7.8	2.0	0.0	100.0

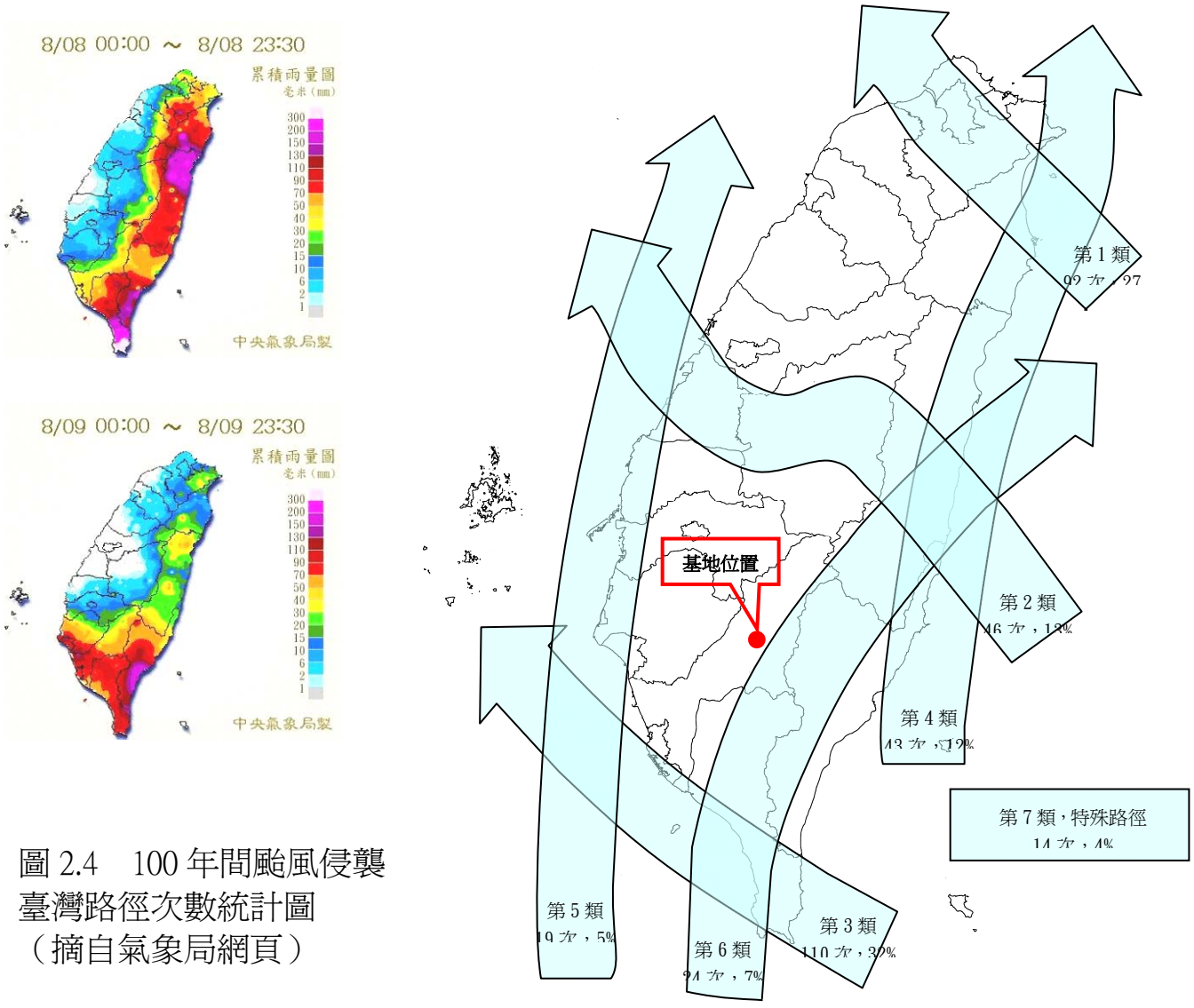


圖 2.4　100 年間颱風侵襲臺灣路徑次數統計圖（摘自氣象局網頁）

（五）水系與林道現況

（1）藤枝林道主要爲於邦腹溪集水區，邦腹溪發源於中央山脈東藤枝山山區，流域面積約 30 平方公里，主流流長約 15 公里，東藤枝山標高 1805m，荖濃溪匯流口標高約 280m，主流高差約 1520m。邦腹溪早期未有完整治理計畫，因此每逢颱風豪雨洪水暴漲，兩岸坡地與坑溝常發生崩塌災害，部份蝕溝甚至已溯源侵蝕危及上方山麓之藤枝林道路基。

（2）屏東處已針對邦腹溪集水區進行整體規劃，包括溪流治理、河道整流、河岸防護、防砂壩興建或整修、坡地水土保持、崩塌地處理、蝕溝治理、坑溝整治等項目逐一檢討，以確實掌握邦腹溪集水區現況，研究評估有效治理方案，並據以提出具體方案爲治理依據，俾利本處未來編列經費進行整治工程參考，以期保存國土資源，達成保護人民生命財產及公共設施安全目的。

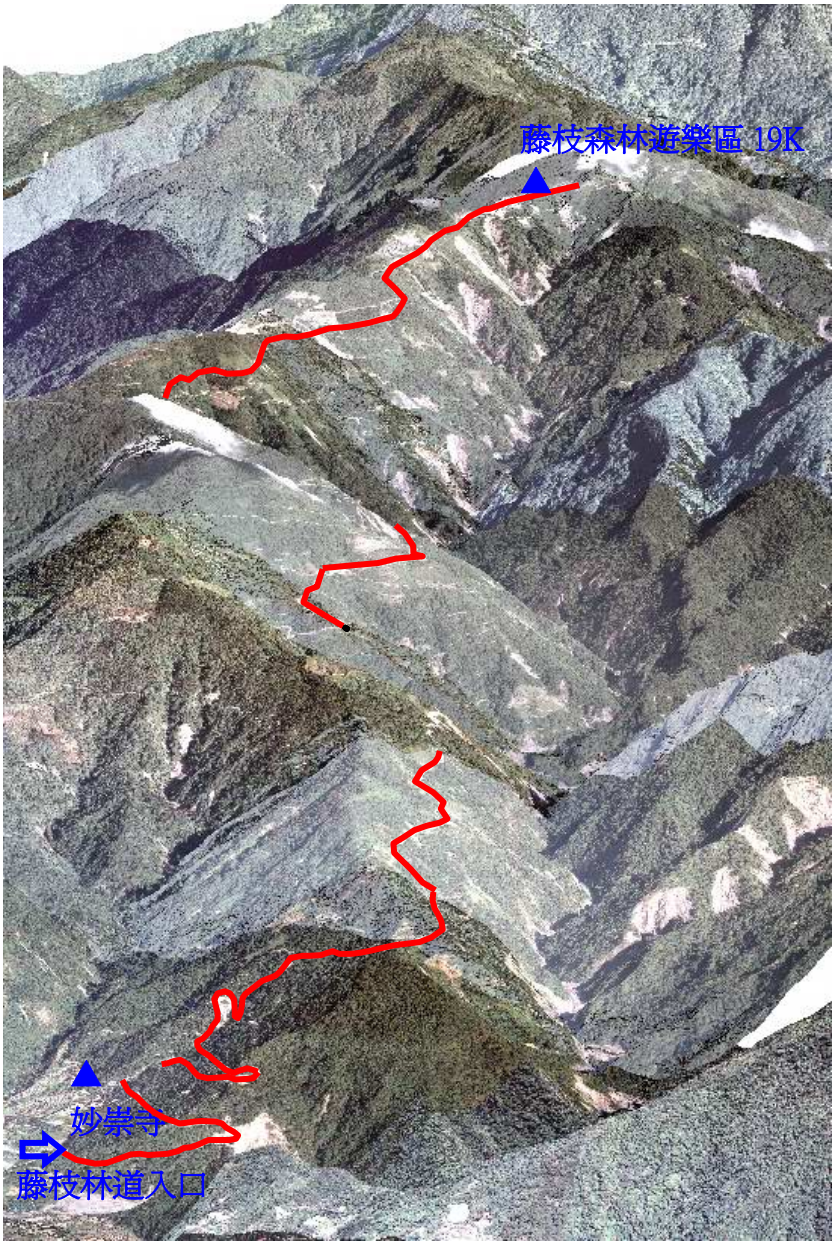


圖 2.5　藤枝林道與邦腹溪流域立體地形圖

2.2 氣候與雨量統計

（1）位於高雄縣桃源鄉與六龜鄉境內之藤枝林道，年平均溫度十八至廿一度，日夜溫差不大，終年無強風且全年霧天達一百八十天，氣候涼爽。區內平均降雨量爲 4305.3mm（詳下述），其中五至九月份因逢梅雨及颱風季節，降雨量較多，十二月份降雨量最少，全年降水日數平均一百三十天。

（2）最鄰近藤枝林道之雨量測站爲御油山（中央氣象局 C1V300 測站），雨量觀測記錄爲 1994 年迄今，統計期間 1994 年至 2009 年平均降雨量爲 4305.3mm，由圖 2.6 顯示 **2004 年以前平均雨量約 3200 mm 上下，2005 年至 2009 年等最近 5 年雨量明顯增加，平均約 5800mm 上下，幾乎倍增**。

（3）**御油山雨量測站 2005 年全年總雨量累計達 7376.5mm，爲藤枝雨量記錄之最大雨量年度**，主要爲當年有海棠、龍王、泰利等數個強烈颱風侵台。此外，2006 年累積年雨量爲 5376.5mm，2007 年累積年雨量爲 5553.5mm，2008 年累積年雨量爲 6221.5mm，其中 2008 年 7 月累計雨量爲 2220mm（卡玫基與鳳凰颱風），9 月累計雨量爲 1894mm（辛樂克與薔密颱風），皆爲雨量偏多之月份。

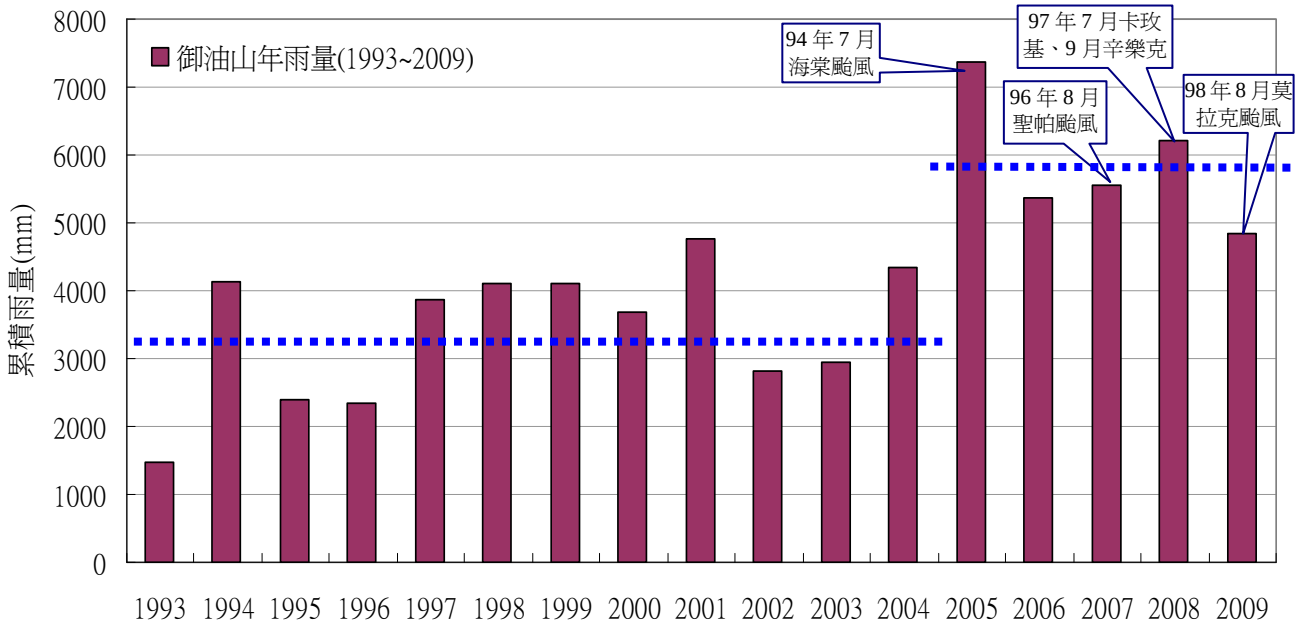


圖 2.6　御油山（C1V300 測站）1993 年至 2009 年之年雨量分佈圖

（4）2009 年 8 月 7 日莫拉克颱風帶來豐沛的雨量重創藤枝林道，御油山雨量測站於颱風期間所測得降雨量統計說明如下：8 月 7 日雨量 501mm，8 日雨量 1283mm，9 日雨量 583 mm，10 日雨量 423 mm，11 日雨量 105mm，其中 8 月 7 日至 9 日共三日累積雨量達 2367mm（約爲年均雨量之 57.8%），7 日至 11 日共五日累積雨量達 2895mm（約爲年均雨量之 70.7%）。

（5）圖 2.8~圖 2.12 爲近期對藤枝林道造成較大影響 5 大事件之時雨量分布，其五大事件爲本次規劃報告分析重點之一。

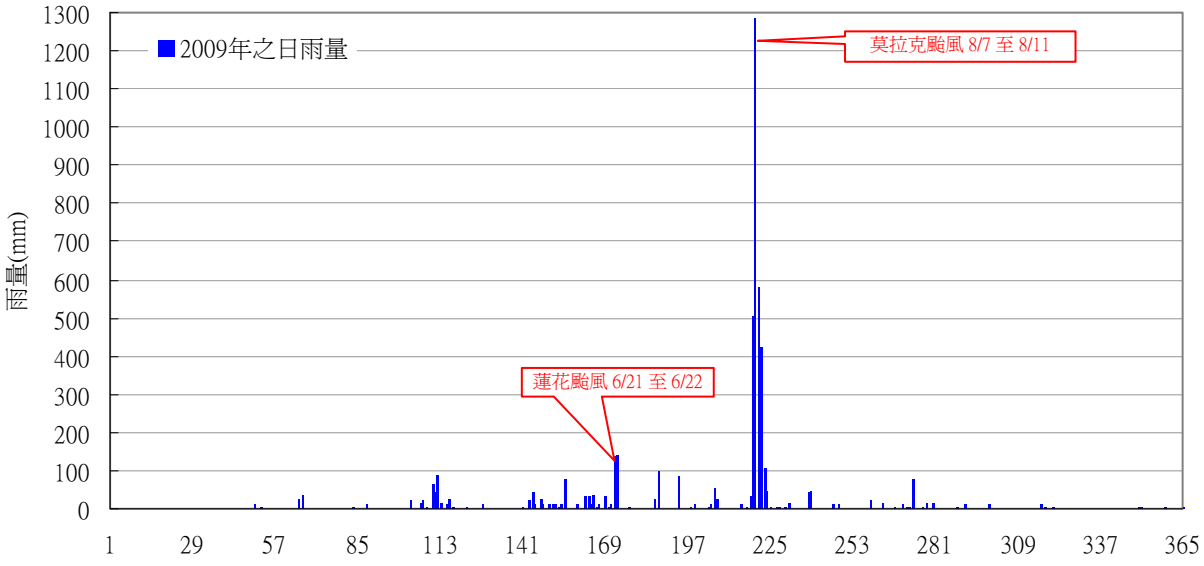


圖 2.7　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）2009 年之日雨量分佈圖

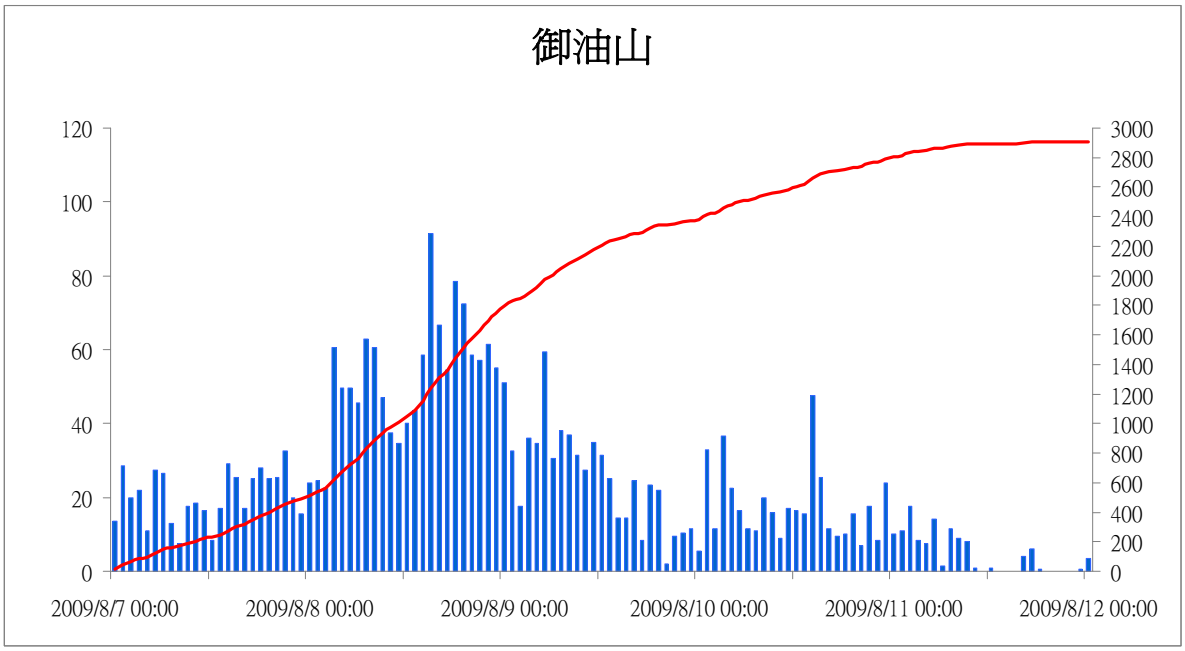


圖 2.8　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）莫拉克颱風之時雨量分佈圖

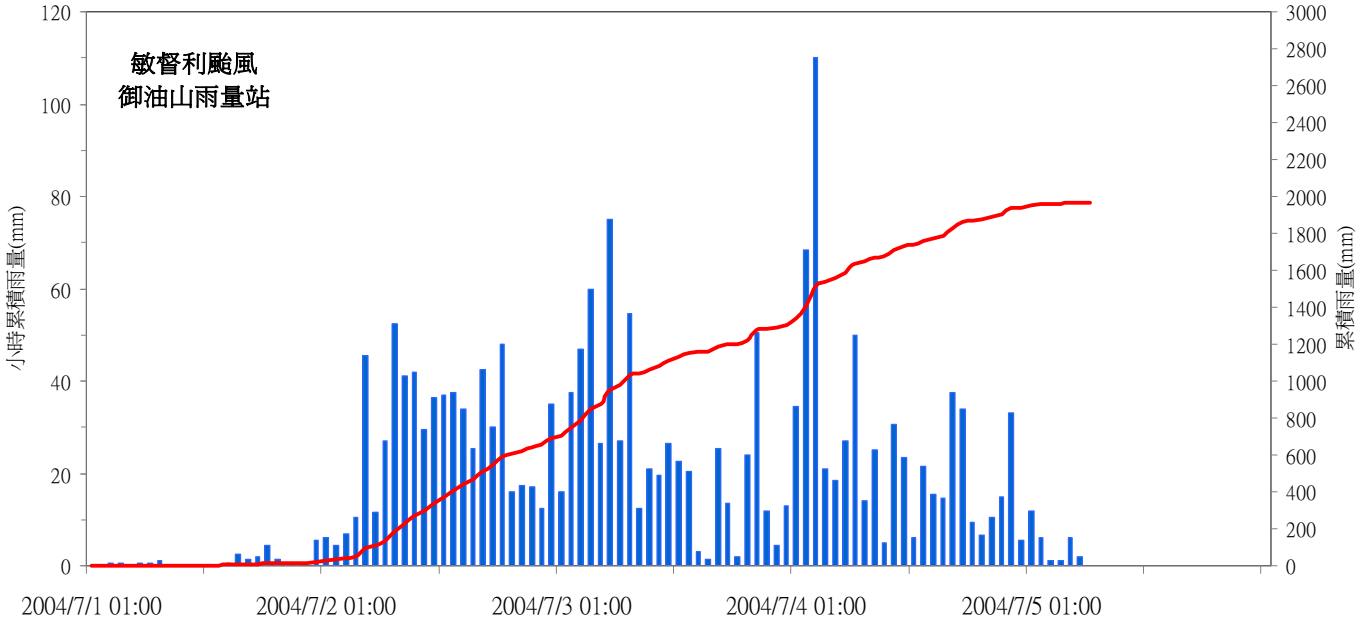


圖 2.9　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）敏督利颱風之時雨量分佈圖

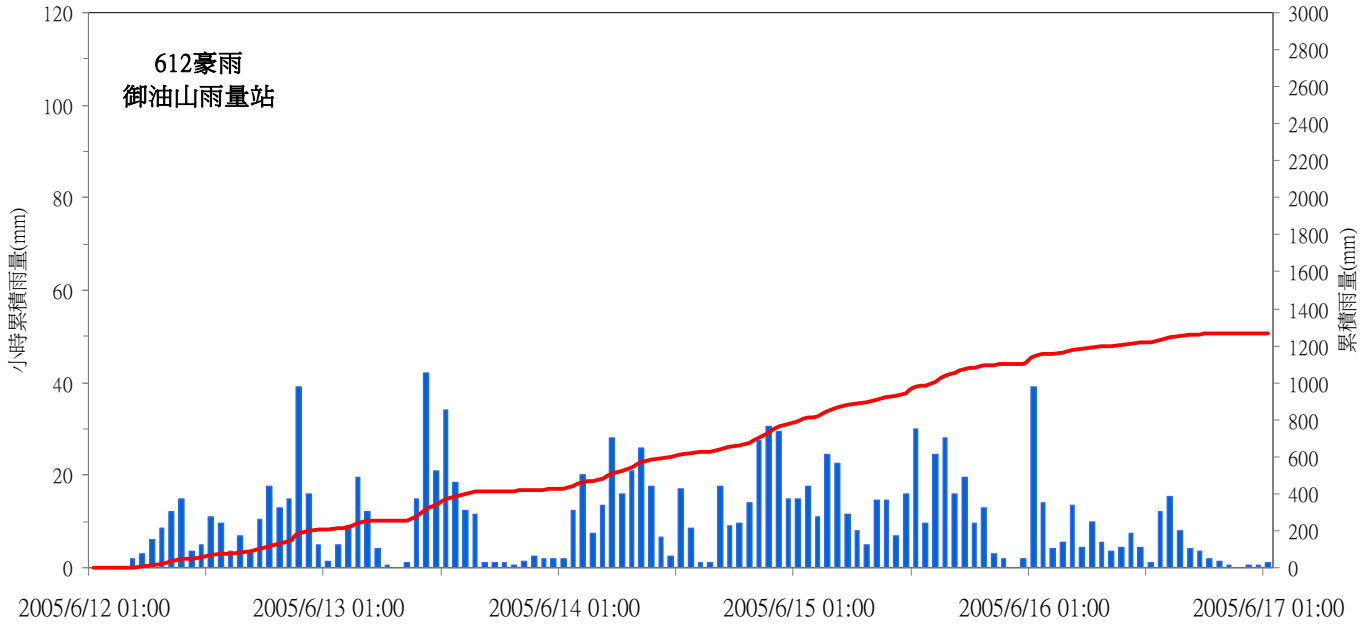


圖 2.10　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）612 豪雨之時雨量分佈圖

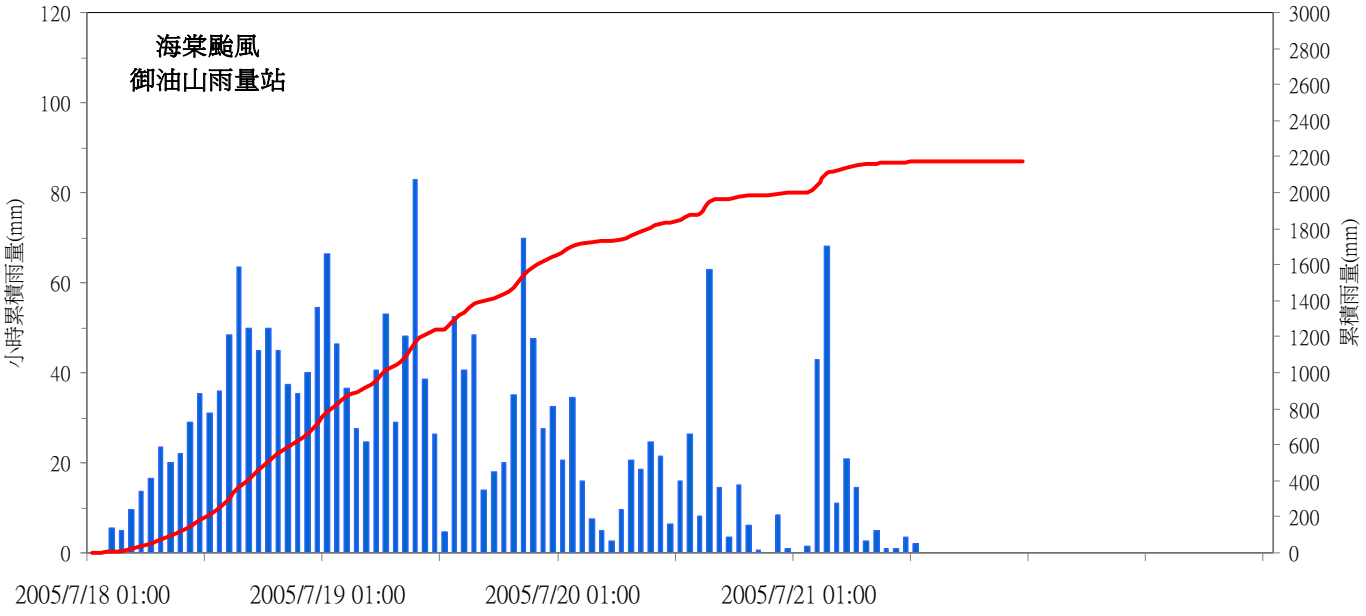


圖 2.11　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）海棠颱風之時雨量分佈圖

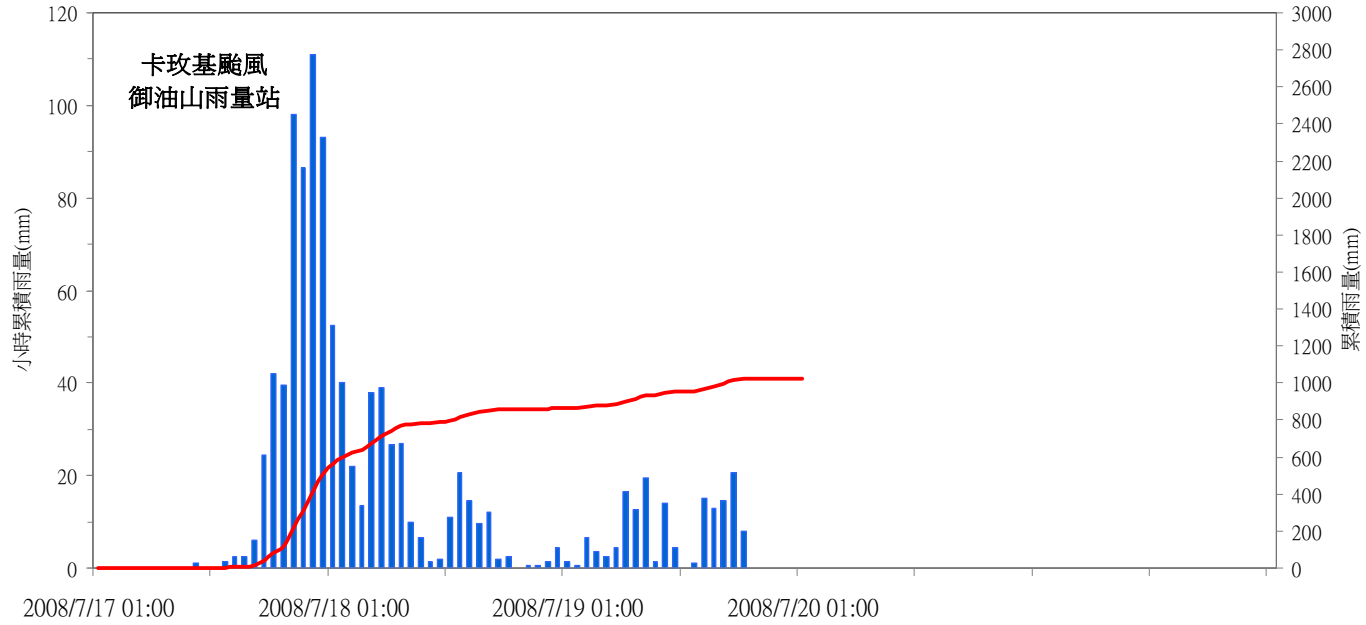


圖 2.12　御油山（中央氣象局 C1V300 測站）卡玫基之時雨量分佈圖

2.3 水文分析

（一）水文分析流程

本案計畫範圍位於高雄縣桃源鄉與六龜鄉境內之藤枝林道，範圍內各集水區之集流時間皆小於一日，故洪峰流量分析直接以集水區最大一日暴雨量透過頻率分析及最適機率分佈之卡方檢定所得之分析成果，配合雨型採用合理化公式及修正三角形單位歷線二種方法推估洪峰流量，最後決定本計劃之計畫洪峰流量。本計劃之水文分析流程如圖 2.13 所示：

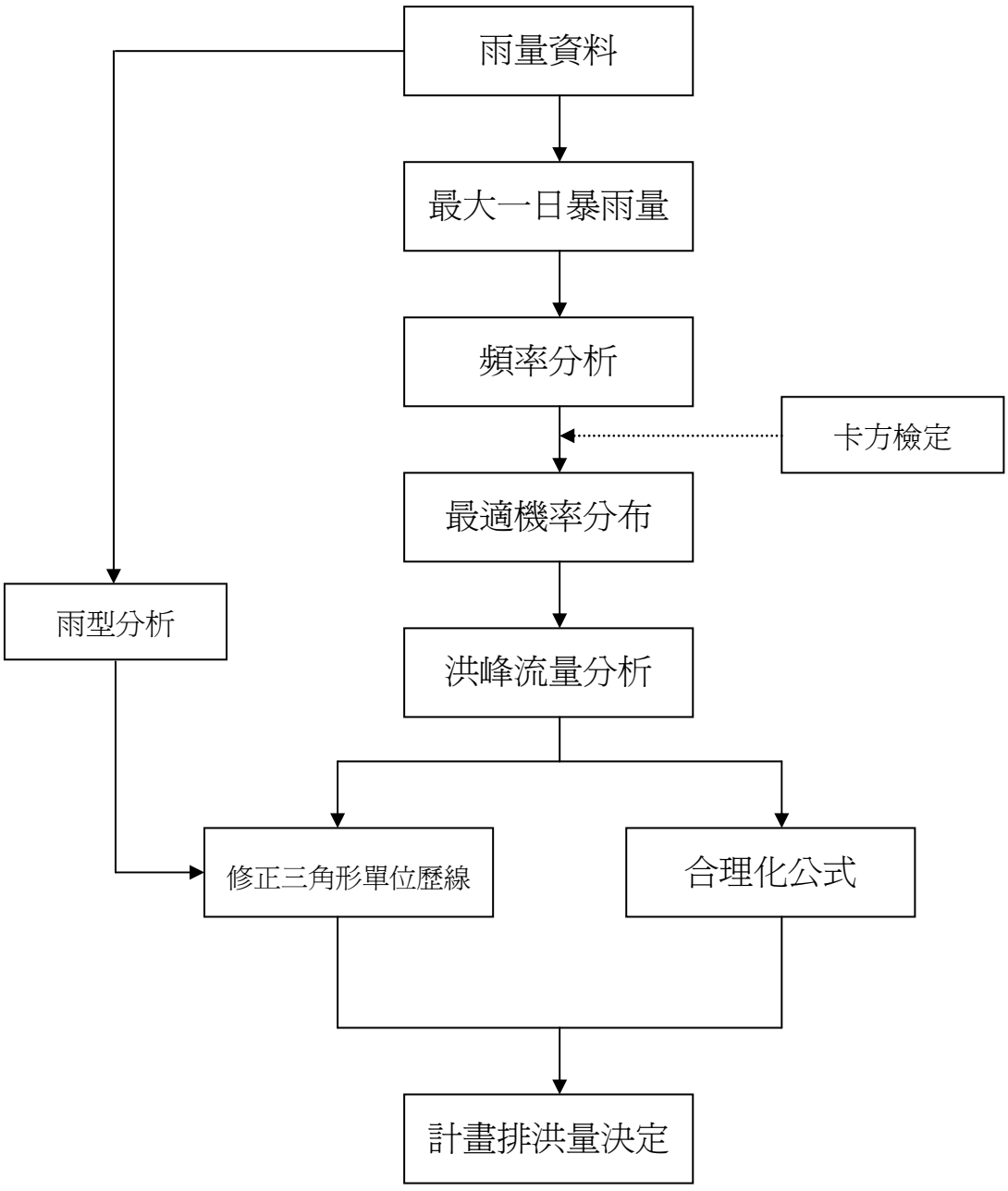


圖 2.13　藤枝林道排水水文分析流程圖

（二）水文觀測站及降雨量分析

（1）雨量站選定：

選用之雨量站必須能代表集水區之平均降雨狀況，本案完整水文分析工作，將以御油山（中央氣象局 C1V300 測站）資料爲主體，採用其日雨量資料推估降雨強度及頻率分析，雨量站相關資料及位置如表 2.2、圖 2.14，歷年月平均暨年平均雨量資料如表 2.3 所示。

表 2.2　御油山雨量站相關資料

站號	站名	流域	位置	位置	標高(m)	記錄年份	統計年數
C1V300	御油山	荖濃溪	桃源鄉農業委員會林業試驗所六龜分所鳳崗山苗圃觀測坪內	120°42' 25″ E 23°00' 14″ N	1637	1994~2009	16



圖 2.14　御油山雨量站位置圖

表 2.3　御油山雨量站歷年月平均暨年平均雨量表

年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
1994	23.5	90.0	80.5	104.5	694.5	443.0	677.5	1676.0	221.5	90.5	1.0	31.5	4134.0
1995	36.5	65.5	46.0	76.0	363.0	953.5	320.0	292.0	230.0	10.0	3.5	3.0	2399.0
1996	5.0	24.0	3.5	264.0	511.5	275.0	752.0	475.0	11.0	0.5	25.5	7.5	2354.5
1997	55.0	109.5	226.0	77.5	321.5	898.5	510.0	1045.5	462.0	147.0	3.0	17.0	3872.5
1998	102.5	319.5	237.0	356.5	360.0	1073.5	213.0	543.0	444.0	402.5	11.5	37.5	4100.5
1999	18.0	-	22.0	152.5	512.0	522.5	917.5	1427.0	320.0	117.5	30.5	57.5	4097.0
2000	15.0	63.0	53.5	255.0	213.5	662.5	702.0	1126.0	310.0	192.5	53.0	27.0	3673.0
2001	70.5	7.0	55.0	109.0	1275.0	502.5	900.5	336.5	1356.0	103.5	45.0	13.5	4774.0
2002	35.5	13.0	48.0	-	615.5	347.0	909.0	409.5	188.5	105.5	17.5	127.0	2816.0
2003	21.0	4.0	69.0	78.0	149.5	1321.0	112.0	594.5	380.5	166.5	54.5	-	2950.5
2004	14.5	16.0	25.5	100.0	395.5	356.5	2207.5	635.0	395.5	20.0	0.5	165.5	4332.0
2005	14.5	132.0	239.0	90.5	645.5	1812.0	2199.0	994.5	763.5	406.0	46.5	33.5	7376.5
2006	44.0	3.0	47.0	248.5	587.5	1594.0	1859.0	369.0	448.5	106.5	52.0	17.5	5376.5
2007	25.0	23.0	34.0	126.0	426.0	578.5	312.0	2505.5	577.0	874.0	70.5	2.0	5553.5
2008	38.5	34.5	51.5	224.0	279.0	957.5	2222.0	233.0	1894.5	205.5	70.0	11.5	6221.5
2009	1.0	13.5	79.0	301.5	155.0	565.0	324.5	3123.5	178.0	74.5	15.5	22.5	4853.5

(單位:公釐)

（2）集水區最大一日暴雨量：

本計畫選用御油山雨量站之觀測紀錄自民國 83 年至民國 98 年共計 16 年，因 81 年雨量資料紀錄不完整，82 年整年較往年乾旱，故 81、82 年雨量資料皆不採用，分析歷年日雨量資料得知歷年最大一日暴雨量如表 2.4 所示。

表 2.4　御油山雨量站一日暴雨量

年份	一日	年份	一日
1994	291.5	2002	167.5
1995	240.5	2003	336.5
1996	403.5	2004	666
1997	236	2005	930.5
1998	264	2006	582
1999	371	2007	502.5
2000	424	2008	631
2001	467.5	2009	1283

(單位:公釐)

（三）暴雨頻率分析：

本計畫暴雨頻率分析乃以集水區最大一日暴雨量，分別以極端值一型分布 (EVI)、常態分布、對數常態分布、皮爾森三型分布 (PTIII)、對數皮爾森三型分布 (LPTIII)等五種機率分佈進行降雨頻率分析，並利用卡方檢定法對五種機率分佈做適合度檢定，各機率分佈之平方誤差 (SSE)及標準誤差 (SE)分析如表 2.5、表 2.6 所示。依統計假說檢定之理論，推估出之卡方值越小於卡方臨界值爲最適當之機率分佈，卡方檢定 (χ^2)推求如表 2.7 所示。根據上述頻率分析結果對照五種機率之標準誤差 (SE)值最小者選用爲最適當之機率分佈，最終採用對數皮爾森三型分佈所求得之一日暴雨頻率分析結果，2 年、5 年、10 年、25 年、50 年、100 年、200 年之各重現期距之暴雨量，分別爲 411mm、657mm、856mm、1,149mm、1,402mm、1,685mm、2,002mm，降雨頻率分析成果如表 2.8 所示。

表 2.5　各機率分佈之平方誤差(SSE)分析表

分析方式	California	Hazen	Weibull	Chegodayev	YU(2001)
極端I值	375990.07	54806.59	111595.47	75908.93	72940.00
常態分布	2270988.39	194788.53	203650.68	194805.33	194436.12
對數常態分布	150902.63	29503.46	112766.68	61767.31	57357.77
皮爾森三型	135716.19	24047.19	90941.41	48478.65	44980.10
對數皮爾森三型	**121853.68**	**10304.94**	**87550.01**	**35375.01**	**31316.72**

表 2.6　各機率分佈之標準誤差(SE)分析表

分析方式	California	Hazen	Weibull	Chegodayev	YU(2001)
極端I值	163.88	62.57	89.28	73.63	72.18
常態分布	402.76	117.96	120.61	117.96	117.85
對數常態分布	103.82	45.91	89.75	66.42	64.01
皮爾森三型	102.17	43.01	83.64	61.07	58.82
對數皮爾森三型	**96.82**	**28.15**	**82.06**	**52.16**	**49.08**

表 2.7　御油山雨量站最大一日暴雨量各機率分佈之卡方檢定表

分析方式	卡方值	臨界值	信賴區間	自由度	適合度
極端I值	3.945	7.815	95%	3	適合
常態分布	8.527	7.815	95%	3	不適合
對數常態分布	3.484	7.815	95%	3	適合
皮爾森三型	2.954	5.991	95%	2	適合
對數皮爾森三型	3.217	5.991	95%	2	適合

表 2.8　御油山雨量站最大一日頻率分析表

分析方式	各重現期最大一日暴雨量(mm)							標準誤差(SE)
	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年	
極端I值	440	695	864	1078	1237	1394	1551	62.57
常態分布	487	731	858	993	1081	1160	1232	117.96
對數常態分布	424	665	842	1083	1274	1474	1685	45.91
皮爾森三型	415	680	867	1109	1291	1472	1654	43.01
對數皮爾森三型	411	657	856	1149	1402	1685	2002	**28.15**
備註：資料年數16年，平均值487.31，標準差289.09，偏歪係數1.62，對數平均值6.05，對數標準差0.54，對數偏歪係數0.34								

由卡方檢定得知五種機率分佈方法中之常態分佈未通過適合度檢定，另對通過適合度檢定的四種機率分佈依 California、Hazen、Weibull、Chegodayev 及 YU(2001)統計方法作標準誤差分析，得知在一日暴雨頻率分析裡，皆以對數皮爾森三型分佈有較小的標準誤差 (SE)值，故本計畫以對數皮爾森三型分佈之頻率分析成果，作爲本計畫設計暴雨量之依據。

（四）降雨型態分析：

降雨強度公式設計之雨型，可依集流時間之長短決定雨型之時間間距，調整時間間距較能反應短時間之降雨強度；數場暴雨資料分析之雨型時間間距爲一小時，雖然無法反應短時間之降雨強度，但基於歷次降雨延時分布型態皆相似之假設，其降雨延時分佈型態較具代表性，本規劃擬採用降雨強度公式設計之雨型及數場暴雨資料分析之雨型做爲推估計畫洪峰流量之依據，並分述如下：

（1）Horner 雨型設計：

a. Horner 公式

$$I_t = \frac{a}{(t+b)^c}$$

t：集流時間 (min) 或降雨延時

a、b、c 爲分佈雨型參考係數。

b. 依集流時間 T_c 選擇雨型之單位時間間距 T_r

$T_C > 6hr \quad \rightarrow \Delta D = 1.0hr$

$3hr < T_C \le 6hr \rightarrow \Delta D = 0.8hr$

$1hr < T_C \le 3hr \rightarrow \Delta D = 0.4hr$

$T_C = 1hr \quad \rightarrow \Delta D = 0.15hr$

c. 本計畫將採用經濟部水利署「臺灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析」(2003)中甲仙(2)雨量站 Horner 雨型公式法分佈型態作爲計畫雨型，分佈雨型之參考係數如表 2.9 所示。

d. 以各雨量強度公式計算各個延時 (T_r=1hr, 2hr,..., 24hr) 之降雨強度，其對應之該延時降雨量爲降雨強度與延時的乘積，再將每相鄰延時的降雨量相減，即得 24hr 雨型每一單位時間之降雨量。

e. 將每單位時間的降雨量除以 24 小時總降雨量，可得各個單位的降雨百分比，將降雨百分比之最大值放置在第 11 小時，再依左大右小依序排列，即可完成尖峰在中央的 24 小時雨型，代表性 24 小時暴雨之位序排列如表 2.10 所示。

本計劃集流時間係採用 Rziha 公式推估，其成果如表 2.14 所示，由於藤枝

林道各集水區之集流時間皆小於 1 小時，因此雨型之單位時間間距皆爲 T_r=0.15hr，甲仙(2)站以重現期 25 年爲例設計之雨型如圖 2.15 所示。

表 2.9　Horner 雨型公式之參考係數表

Horner雨量公式參考係數-甲仙(2)			
頻率年	a	b	c
2	665.81	2.3	0.5467
5	858.12	0.17	0.5417
10	1032.52	-0.56	0.5475
25	1305.77	-1.12	0.5598
50	1552.73	-1.37	0.5712
100	1841.21	-1.52	0.5837

表 2.10　藤枝林道集水區代表性 24 小時暴雨之位序表

降雨延時 (min)	降雨強度 (mm)	單位時間百分比	採用位序	降雨延時 (min)	降雨強度 (mm)	單位時間百分比	採用位序	降雨延時 (min)	降雨強度 (mm)	單位時間百分比	採用位序	降雨延時 (min)	降雨強度 (mm)	單位時間百分比	採用位序
9	411.14	11.53%	79	369	47.82	0.59%	99	729	32.64	0.40%	119	1089	26.06	0.32%	139
18	268.40	3.52%	78	378	47.17	0.58%	58	738	32.41	0.40%	38	1098	25.94	0.32%	18
27	211.30	2.72%	80	387	46.56	0.58%	100	747	32.19	0.40%	120	1107	25.82	0.32%	140
36	178.79	2.28%	77	396	45.96	0.57%	57	756	31.98	0.40%	37	1116	25.71	0.32%	17
45	157.23	1.99%	81	405	45.38	0.56%	101	765	31.77	0.39%	121	1125	25.59	0.32%	141
54	141.63	1.79%	76	414	44.83	0.55%	56	774	31.56	0.39%	36	1134	25.48	0.31%	16
63	129.71	1.63%	82	423	44.29	0.55%	102	783	31.35	0.39%	122	1143	25.36	0.31%	142
72	120.21	1.51%	75	432	43.77	0.54%	55	792	31.15	0.39%	35	1152	25.25	0.31%	15
81	112.43	1.41%	83	441	43.26	0.54%	103	801	30.96	0.38%	123	1161	25.14	0.31%	143
90	105.91	1.32%	74	450	42.78	0.53%	54	810	30.76	0.38%	34	1170	25.03	0.31%	14
99	100.34	1.25%	84	459	42.30	0.52%	104	819	30.57	0.38%	124	1179	24.93	0.31%	144
108	95.52	1.19%	73	468	41.85	0.52%	53	828	30.39	0.38%	33	1188	24.82	0.31%	13
117	91.29	1.14%	85	477	41.40	0.51%	105	837	30.20	0.37%	125	1197	24.72	0.31%	145
126	87.55	1.09%	72	486	40.97	0.51%	52	846	30.02	0.37%	32	1206	24.61	0.30%	12
135	84.20	1.05%	86	495	40.55	0.50%	106	855	29.84	0.37%	126	1215	24.51	0.30%	146
144	81.19	1.01%	71	504	40.14	0.50%	51	864	29.67	0.37%	31	1224	24.41	0.30%	11
153	78.46	0.98%	87	513	39.74	0.49%	107	873	29.50	0.36%	127	1233	24.31	0.30%	147
162	75.97	0.94%	70	522	39.36	0.49%	50	882	29.33	0.36%	30	1242	24.21	0.30%	10
171	73.69	0.92%	88	531	38.98	0.48%	108	891	29.16	0.36%	128	1251	24.11	0.30%	148
180	71.59	0.89%	69	540	38.62	0.48%	49	900	29.00	0.36%	29	1260	24.02	0.30%	9
189	69.65	0.87%	89	549	38.26	0.47%	109	909	28.84	0.36%	129	1269	23.92	0.30%	149
198	67.85	0.84%	68	558	37.91	0.47%	48	918	28.68	0.35%	28	1278	23.83	0.29%	8
207	66.18	0.82%	90	567	37.57	0.46%	110	927	28.52	0.35%	130	1287	23.73	0.29%	150
216	64.61	0.80%	67	576	37.24	0.46%	47	936	28.37	0.35%	27	1296	23.64	0.29%	7
225	63.14	0.78%	91	585	36.92	0.46%	111	945	28.22	0.35%	131	1305	23.55	0.29%	151
234	61.77	0.77%	66	594	36.61	0.45%	46	954	28.07	0.35%	26	1314	23.46	0.29%	6
243	60.47	0.75%	92	603	36.30	0.45%	112	963	27.92	0.35%	132	1323	23.37	0.29%	152
252	59.24	0.73%	65	612	36.00	0.45%	45	972	27.77	0.34%	25	1332	23.28	0.29%	5
261	58.09	0.72%	93	621	35.71	0.44%	113	981	27.63	0.34%	133	1341	23.19	0.29%	153
270	56.99	0.71%	64	630	35.42	0.44%	44	990	27.49	0.34%	24	1350	23.11	0.29%	4
279	55.95	0.69%	94	639	35.14	0.43%	114	999	27.35	0.34%	134	1359	23.02	0.28%	154
288	54.96	0.68%	63	648	34.86	0.43%	43	1008	27.21	0.34%	23	1368	22.93	0.28%	3
297	54.02	0.67%	95	657	34.59	0.43%	115	1017	27.08	0.33%	135	1377	22.85	0.28%	155
306	53.12	0.66%	62	666	34.33	0.42%	42	1026	26.95	0.33%	22	1386	22.77	0.28%	2
315	52.26	0.65%	96	675	34.07	0.42%	116	1035	26.81	0.33%	136	1395	22.68	0.28%	156
324	51.44	0.64%	61	684	33.82	0.42%	41	1044	26.68	0.33%	21	1404	22.60	0.28%	1
333	50.65	0.63%	97	693	33.58	0.42%	117	1053	26.56	0.33%	137	1413	22.52	0.28%	157
342	49.90	0.62%	60	702	33.33	0.41%	40	1062	26.43	0.33%	20	1422	22.44	0.28%	158
351	49.18	0.61%	98	711	33.10	0.41%	118	1071	26.31	0.33%	138	1431	22.36	0.28%	159
360	48.48	0.60%	59	720	32.86	0.41%	39	1080	26.18	0.32%	19	1440	22.28	0.28%	160

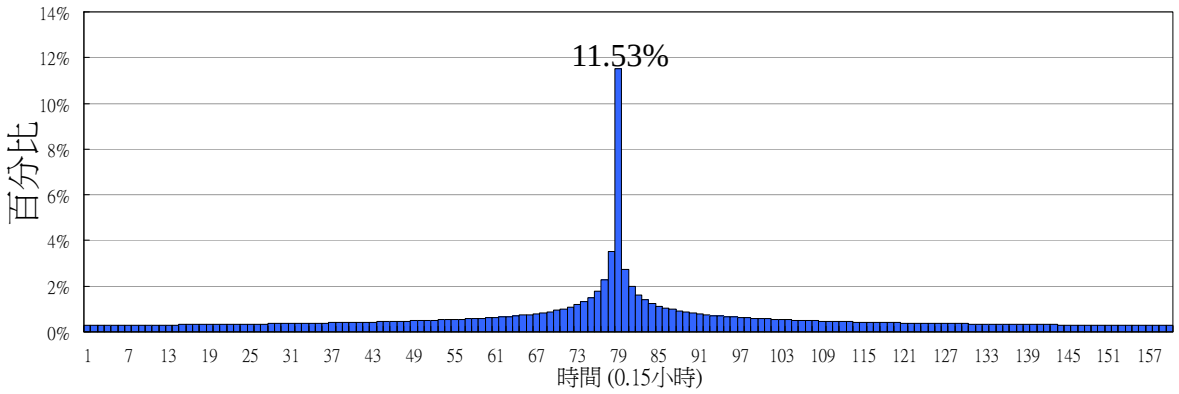


圖 2.15　藤枝林道集水區 25 年一次 24 小時暴雨時間分配型態圖

（2）數場暴雨資料分析之雨型設計：

本計畫選定御油山雨量站，取其 5 場較大暴雨延時之 24 小時時雨量資料，找出數場降雨延時分佈型態較相似且具代表性之暴雨，將每場暴雨每一小時之雨量依大小順序重新排列並求其佔該暴雨量之百分比，計算該數場暴雨百分比之平均值，再依此平均值雨量百分比配製成所需之降雨分配型態。

根據上述原則，挑選 2004 年至 2009 年御油山雨量站大於 350mm 之日雨量紀錄資料，分析敏督利（2004）、612 豪雨（2005）、海棠（2005）、卡玫基（2008）、莫拉克（2009）等共計 4 場颱風、1 場暴雨。將 5 場暴雨資料依照發生時間排序，並推求降雨延時分佈型態，五場暴雨之最大一日、二日暴雨量雨型計算成果如表 2.11、表 2.12 所示，其分配型態如圖 2.16、圖 2.17 所示。

表 2.11　最大一日暴雨量雨型分析表

日期	2004/7/2 敏督利		2005/6/14 612豪雨		2005/7/19 海棠		2008/7/17 卡玫基		2009/8/8 莫拉克		平均 百分比 (%)	採用 位序
位序	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)		
1	52.5	7.88%	30.5	8.64%	66.5	7.15%	111.0	21.85%	91.5	7.13%	10.53%	11
2	48.0	7.21%	29.5	8.36%	46.5	5.00%	98.0	19.29%	78.5	6.12%	9.19%	10
3	45.5	6.83%	28.0	7.93%	36.5	3.92%	93.0	18.31%	72.5	5.65%	8.53%	12
4	42.5	6.38%	27.5	7.79%	27.5	2.96%	86.5	17.03%	66.5	5.18%	7.87%	9
5	42.0	6.31%	26.0	7.37%	24.5	2.63%	42.0	8.27%	63.0	4.91%	5.90%	13
6	41.0	6.16%	21.0	5.95%	40.5	4.35%	39.5	7.78%	61.5	4.79%	5.81%	8
7	37.5	5.63%	20.0	5.67%	53.0	5.70%	24.5	4.82%	60.5	4.72%	5.31%	14
8	37.0	5.56%	17.5	4.96%	29.0	3.12%	6.0	1.18%	60.5	4.72%	3.91%	6
9	36.5	5.48%	17.5	4.96%	48.0	5.16%	2.5	0.49%	58.5	4.56%	4.13%	15
10	35.0	5.26%	17.0	4.82%	83.0	8.92%	2.5	0.49%	58.5	4.56%	4.81%	7
11	34.0	5.11%	16.0	4.53%	38.5	4.14%	1.5	0.30%	57.0	4.44%	3.70%	16
12	30.0	4.50%	15.0	4.25%	26.5	2.85%	1.0	0.20%	55.0	4.29%	3.22%	17
13	29.5	4.43%	14.0	3.97%	4.5	0.48%	0.0	0.00%	54.5	4.25%	2.63%	3
14	27.0	4.05%	13.5	3.82%	52.5	5.64%	0.0	0.00%	51.0	3.98%	3.50%	5
15	25.5	3.83%	12.5	3.54%	40.5	4.35%	0.0	0.00%	49.5	3.86%	3.12%	4
16	17.5	2.63%	9.5	2.69%	48.5	5.21%	0.0	0.00%	49.5	3.86%	2.88%	18
17	17.0	2.55%	9.0	2.55%	14.0	1.50%	0.0	0.00%	47.0	3.66%	2.05%	1
18	16.0	2.40%	8.5	2.41%	18.0	1.93%	0.0	0.00%	45.5	3.55%	2.06%	20
19	12.5	1.88%	7.5	2.12%	20.0	2.15%	0.0	0.00%	43.5	3.39%	1.91%	21
20	11.5	1.73%	6.5	1.84%	35.0	3.76%	0.0	0.00%	40.0	3.12%	2.09%	2
21	10.5	1.58%	2.5	0.71%	70.0	7.52%	0.0	0.00%	37.5	2.92%	2.55%	19
22	7.0	1.05%	2.0	0.57%	47.5	5.10%	0.0	0.00%	34.5	2.69%	1.88%	22
23	6.0	0.90%	1.0	0.28%	27.5	2.96%	0.0	0.00%	24.5	1.91%	1.21%	24
24	4.5	0.68%	1.0	0.28%	32.5	3.49%	0.0	0.00%	22.5	1.75%	1.24%	23
總計	666.0		353.0		930.5		508.0		1283.0			

表 2.12　最大二日暴雨量雨型分析表

日期	2004/7/2 敏督利		2005/6/14 612豪雨		2005/7/19 海棠		2008/7/17 卡玫基		2009/8/8 莫拉克		平均百分比 (%)	採用位序
位序	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)	雨量 (mm)	百分比 (%)		
1	75	7.75%	30.5	6.00%	83	7.05%	111	13.10%	91.5	6.85%	8.15%	23
2	60	6.20%	30	5.91%	70	5.95%	98	11.56%	78.5	5.88%	7.10%	22
3	54.5	5.63%	29.5	5.81%	66.5	5.65%	93	10.97%	72.5	5.43%	6.70%	24
4	52.5	5.42%	28	5.51%	63.5	5.40%	86.5	10.21%	66.5	4.98%	6.30%	21
5	50.5	5.22%	28	5.51%	54.5	4.63%	52.5	6.19%	63	4.72%	5.25%	25
6	48	4.96%	27.5	5.41%	53	4.50%	42	4.96%	61.5	4.60%	4.89%	20
7	47	4.86%	26	5.12%	52.5	4.46%	40	4.72%	60.5	4.53%	4.74%	26
8	45.5	4.70%	24.5	4.82%	50	4.25%	39.5	4.66%	60.5	4.53%	4.59%	19
9	42.5	4.39%	24.5	4.82%	50	4.25%	39	4.60%	59.5	4.45%	4.50%	27
10	42	4.34%	22.5	4.43%	48.5	4.12%	38	4.48%	58.5	4.38%	4.35%	18
11	41	4.24%	21	4.13%	48.5	4.12%	27	3.19%	58.5	4.38%	4.01%	28
12	37.5	3.87%	20	3.94%	48	4.08%	26.5	3.13%	57	4.27%	3.86%	17
13	37.5	3.87%	19.5	3.84%	47.5	4.04%	24.5	2.89%	55	4.12%	3.75%	29
14	37	3.82%	17.5	3.44%	46.5	3.95%	22	2.60%	54.5	4.08%	3.58%	16
15	36.5	3.77%	17.5	3.44%	45	3.82%	20.5	2.42%	51	3.82%	3.46%	30
16	35	3.62%	17.5	3.44%	45	3.82%	14.5	1.71%	49.5	3.71%	3.26%	15
17	34	3.51%	17	3.35%	40.5	3.44%	13.5	1.59%	49.5	3.71%	3.12%	30
18	30	3.10%	16	3.15%	40.5	3.44%	12	1.42%	47	3.52%	2.92%	14
19	29.5	3.05%	16	3.15%	40	3.40%	11	1.30%	45.5	3.41%	2.86%	32
20	27	2.79%	16	3.15%	38.5	3.27%	10	1.18%	43.5	3.26%	2.73%	13
21	27	2.79%	15	2.95%	37.5	3.19%	9.5	1.12%	40	2.99%	2.61%	33
22	26.5	2.74%	15	2.95%	36.5	3.10%	6.5	0.77%	38	2.84%	2.48%	12
23	26.5	2.74%	14.5	2.85%	36	3.06%	6	0.71%	37.5	2.81%	2.43%	34
24	25.5	2.63%	14.5	2.85%	35.5	3.02%	4.5	0.53%	37	2.77%	2.36%	11
25	25.5	2.63%	14	2.76%	35.5	3.02%	2.5	0.29%	36	2.69%	2.28%	35
26	24	2.48%	13.5	2.66%	35	2.97%	2.5	0.29%	35	2.62%	2.21%	10
27	22.5	2.32%	13	2.56%	32.5	2.76%	2.5	0.29%	34.5	2.58%	2.10%	36
28	21	2.17%	12.5	2.46%	31	2.63%	2	0.24%	34.5	2.58%	2.02%	9
29	20.5	2.12%	11.5	2.26%	29	2.46%	2	0.24%	32.5	2.43%	1.90%	37
30	19.5	2.01%	11	2.17%	29	2.46%	1.5	0.18%	31.5	2.36%	1.84%	8
31	17.5	1.81%	9.5	1.87%	27.5	2.34%	1.5	0.18%	31.5	2.36%	1.71%	38
32	17	1.76%	9.5	1.87%	27.5	2.34%	1.5	0.18%	30.5	2.28%	1.68%	7
33	16	1.65%	9.5	1.87%	26.5	2.25%	1	0.12%	27.5	2.06%	1.59%	39
34	16	1.65%	9	1.77%	24.5	2.08%	0.5	0.06%	25	1.87%	1.49%	6
35	13.5	1.39%	8.5	1.67%	23.5	2.00%	0.5	0.06%	24.5	1.83%	1.39%	40
36	13	1.34%	8	1.57%	22	1.87%	0	0.00%	24.5	1.83%	1.32%	5
37	12.5	1.29%	7.5	1.48%	20	1.70%	0	0.00%	23.5	1.76%	1.25%	41
38	12.5	1.29%	7	1.38%	20	1.70%	0	0.00%	22.5	1.68%	1.21%	4
39	12	1.24%	6.5	1.28%	18	1.53%	0	0.00%	22	1.65%	1.14%	42
40	11.5	1.19%	5	0.98%	16.5	1.40%	0	0.00%	17.5	1.31%	0.98%	3
41	10.5	1.08%	3	0.59%	14	1.19%	0	0.00%	14.5	1.09%	0.79%	43
42	7	0.72%	2.5	0.49%	13.5	1.15%	0	0.00%	14.5	1.09%	0.69%	2
43	6	0.62%	2	0.39%	9.5	0.81%	0	0.00%	11.5	0.86%	0.54%	44
44	4.5	0.46%	2	0.39%	5.5	0.47%	0	0.00%	10.5	0.79%	0.42%	1
45	4.5	0.46%	2	0.39%	5	0.42%	0	0.00%	9.5	0.71%	0.40%	45
46	3	0.31%	1	0.20%	4.5	0.38%	0	0.00%	8.5	0.64%	0.31%	46
47	2	0.21%	1	0.20%	0	0.00%	0	0.00%	5.5	0.41%	0.16%	47
48	1.5	0.15%	0	0.00%	0	0.00%	0	0.00%	2	0.15%	0.06%	48

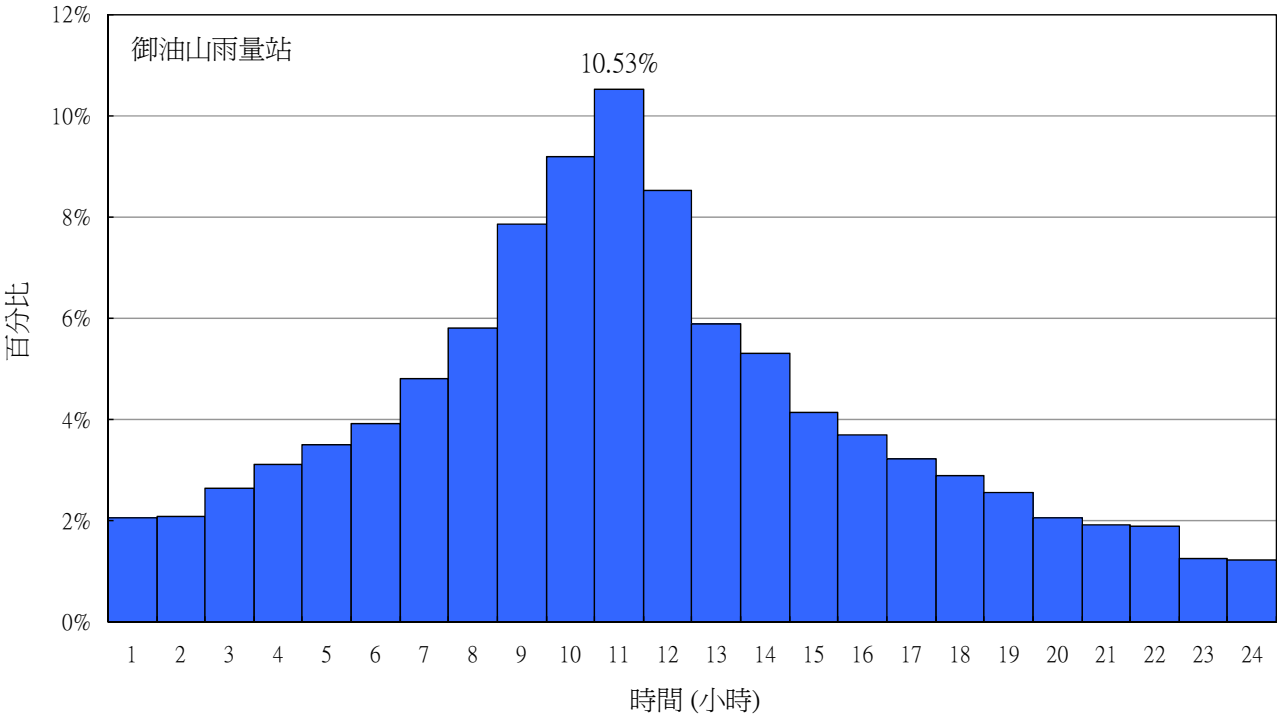


圖 2.16　一日暴雨雨型分配型態圖

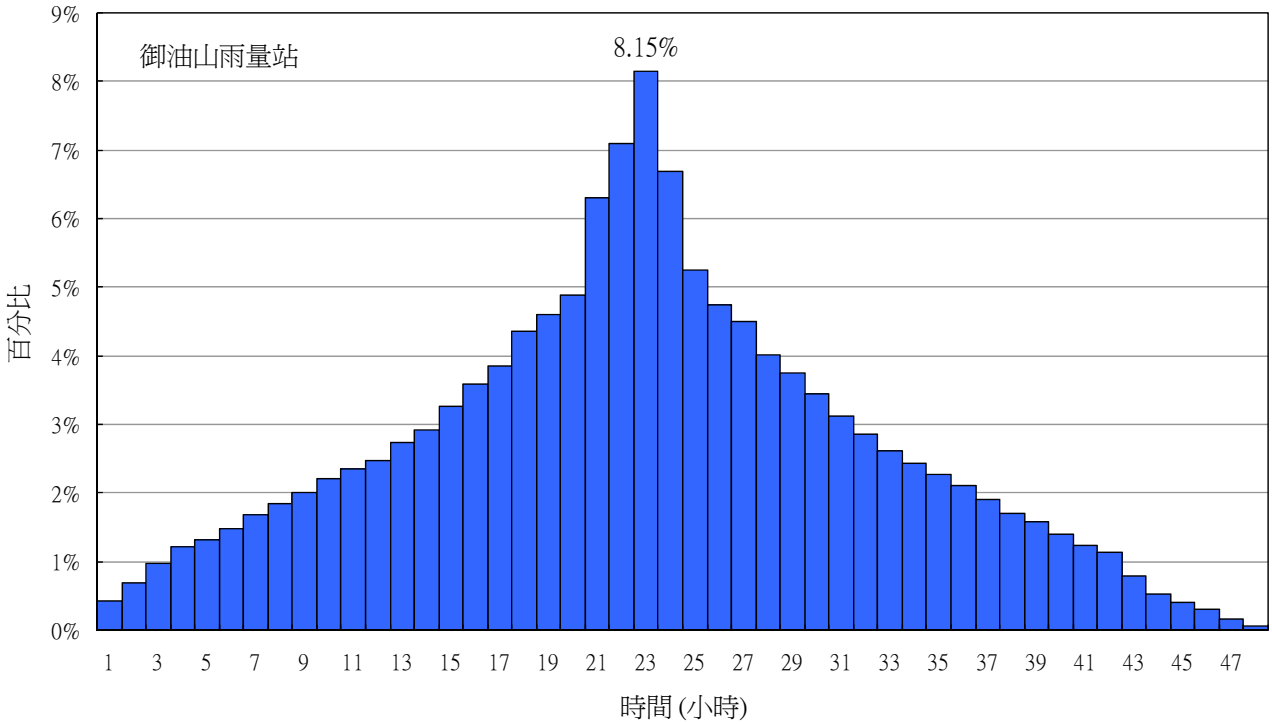


圖 2.17　二日暴雨雨型分配型態圖

（五）計畫排洪量分析

本計劃洪峰流量採用合理化公式及修正三角形單位歷線法二種分析方法推估並比較其差異性，各方法敘述如下：

（1）合理化公式

其公式爲：$Q_P = \frac{1}{3.6} CIA$

式中，Q_P：洪峰流量 (cms)

A：集水區面積 (km^2)

C：逕流係數

I：降雨延時等於集流時間之平均降雨強度 (mm/hr)

逕流係數爲逕流量與降雨量的比值，視地形、地勢、土壤、地質、集水區面積、土地利用及覆蓋情形、降雨總量、強度及延時等因數而異，一般可分爲下列三種：

(a)逕流係數：爲洪峰流量對時間內之平均降雨量的比值。

(b)暴雨逕流係數：爲暴雨內之總逕流量與總降雨量的比值。

(c)長時間逕流係數：系指長期(如年、季節、月等)逕流係數，爲長期內之總逕流量與總降雨量的比值。

一般水土保持工程構造物設計時，皆採用逕流係數計算逕流量，以提高構造物的安全，逕流係數的決定可參考表 2.13。由於本計畫範圍多屬於山嶺地，建議洪峰逕流係數採用 0.80。

表 2.13　逕流係數參考值

集水區狀態	陡峻山地	山嶺區	丘陵地 或森林地	平坦耕地	非農業 使用
逕流係數 C(%)	75～90	70～80	50～75	45～60	75～95

本計畫之集流時間計算依「水土保持技術規範」(2003)第 19 條規定，集流時間 tc 係指逕流自集水區最遠一點到達一定地點所需時間，一般爲流入時間與流下時間之和，本計畫集流時間推估如表 2.14，採用 Horner 公式計算集流時間之平均降雨強度如表 2.15，以合理化公式推求藤枝林道各集水區之重現

期洪峰流量如表 2.16 所示，藤枝林道 4.5K、5.4K、9K、10K、10.6K、11.1K、11.6K、12.6K、13.2K、14.1K、15.3K、18K、18.4K、18.6K、19K、19.4K 共 16 個集水區地形圖、3D 立體如**錯誤! 找不到參照來源。**18~**錯誤! 找不到參照來源。**49 所示，集流時間計算公式如下：

$$tc = t_1 + t_2$$

$$t_1 = l / V$$

tc：集流時間 (s)
t_1：流入時間(雨水經地表面由集水區邊界流至河道所需時間) (s)
t_2：流下時間(雨水流經河道由上游至下游所需時間) (s)
l：漫地流流動長度 (m)
V：漫地流流速 (一般採用 0.3~0.6 m/sec)
流下速度之估算，天然河段得採用下列芮哈(Rziha)經驗公式估算，

$$t_2 = L/W$$

其中，

$$W = 20(H/L)^{0.6}$$

t_2：流下時間 (s)
W：流下速度 (m/s)
H：溪流縱斷面高程差 (m)
L：溪流長度 (m)

表 2.14　藤枝林道各集水區集流時間表

位置	集水區面積 (ha)	漫地流長 (m)	漫地流流速 (m/s)	流入時間 (s)	溪流長度 (m)	高程差 H (m)	流下時間 (s)	集流時間 (min)
4.5K	15.36	300	0.6	500	124.49	75	8	8.47
5.4K	11.33	300	0.6	500	29.72	13	2	8.37
9K	12.56	300	0.6	500	157.58	80	12	8.53
10K	14.31	300	0.6	500	217.68	160	13	8.55
10.6K	21.62	190	0.6	317	456	260	32	5.81
11.1K	26.22	288.72	0.4	722	1093.69	385	102	13.74
11.6K	13.59	300	0.6	500	121.10	80	8	8.46
12.6K	11.11	300	0.6	500	206	140	13	8.55
13.2K	8.91	187.55	0.6	313	180.58	100	13	5.42
14.1K	7.52	300	0.6	500	74.99	35	6	8.43
15.3K	6.13	105.37	0.6	176	86.22	50	6	3.03
18K	1.01	143.72	0.3	479	6.48	0.8	1	8.00
18.4K	1.79	116.31	0.6	194	14.87	10	1	3.25
18.6K	1.35	92.70	0.6	155	28.51	17	2	2.61
19K	2.95	121.53	0.3	405	18.50	0.4	9	6.91
19.4K	7.00	300	0.6	500	36.94	18	3	8.38

表 2.15　藤枝林道各集水區重現期降雨強度表（水保技術規範推算成果）

位置	集流時間 (min)	重現期降雨強度						
		2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
4.5K	8.47	97.8	116.0	129.7	147.8	161.5	175.2	188.9
5.4K	8.37	97.9	116.1	129.8	147.9	161.6	175.4	189.1
9K	8.53	97.8	115.9	129.6	147.7	161.4	175.1	188.8
10K	8.55	97.8	115.9	129.6	147.7	161.4	175.1	188.8
10.6K	5.81	100.1	118.7	132.7	151.3	165.3	179.3	193.4
11.1K	13.74	93.7	111.1	124.2	141.6	154.7	167.9	181.0
11.6K	8.46	97.8	116.0	129.7	147.8	161.5	175.2	189.0
12.6K	8.55	97.8	115.9	129.6	147.7	161.4	175.1	188.8
13.2K	5.42	100.5	119.1	133.2	151.8	165.9	179.9	194.0
14.1K	8.43	97.9	116.0	129.7	147.8	161.6	175.3	189.0
15.3K	3.03	102.7	121.7	136.1	155.1	169.5	183.9	198.3
18K	8.00	98.2	116.4	130.2	148.4	162.2	175.9	189.7
18.4K	3.25	102.5	121.5	135.8	154.8	169.2	183.5	197.9
18.6K	2.61	103.1	122.2	136.6	155.7	170.2	184.6	199.1
19K	6.91	99.2	117.5	131.4	149.8	163.7	177.6	191.5
19.4K	8.38	97.9	116.0	129.8	147.9	161.6	175.4	189.1

單位：mm/hr

表 2.16　藤枝林道各集水區洪峰流量表（合理化公式推算成果）

位置	集水區面積 (ha)	重現期洪水量						
		2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
4.5K	15.36	3.34	3.96	4.43	5.05	5.51	5.98	6.45
5.4K	11.33	2.46	2.92	3.27	3.72	4.07	4.41	4.76
9K	12.56	2.73	3.24	3.62	4.13	4.51	4.89	5.27
10K	14.31	3.11	3.69	4.12	4.70	5.14	5.57	6.01
10.6K	21.62	4.70	5.57	6.23	7.10	7.76	8.42	9.08
11.1K	26.22	5.70	6.76	7.56	8.61	9.41	10.21	11.01
11.6K	13.59	2.95	3.50	3.92	4.46	4.88	5.29	5.70
12.6K	11.11	2.41	2.86	3.20	3.65	3.99	4.32	4.66
13.2K	8.91	1.94	2.30	2.57	2.93	3.20	3.47	3.74
14.1K	7.52	1.64	1.94	2.17	2.47	2.70	2.93	3.16
15.3K	6.13	1.33	1.58	1.77	2.01	2.20	2.39	2.57
18K	1.01	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.39	0.42
18.4K	1.79	0.39	0.46	0.52	0.59	0.64	0.70	0.75
18.6K	1.35	0.29	0.35	0.39	0.44	0.49	0.53	0.57
19K	2.95	0.64	0.76	0.85	0.97	1.06	1.15	1.24
19.4K	7.00	1.52	1.80	2.02	2.30	2.51	2.72	2.94

單位：cms

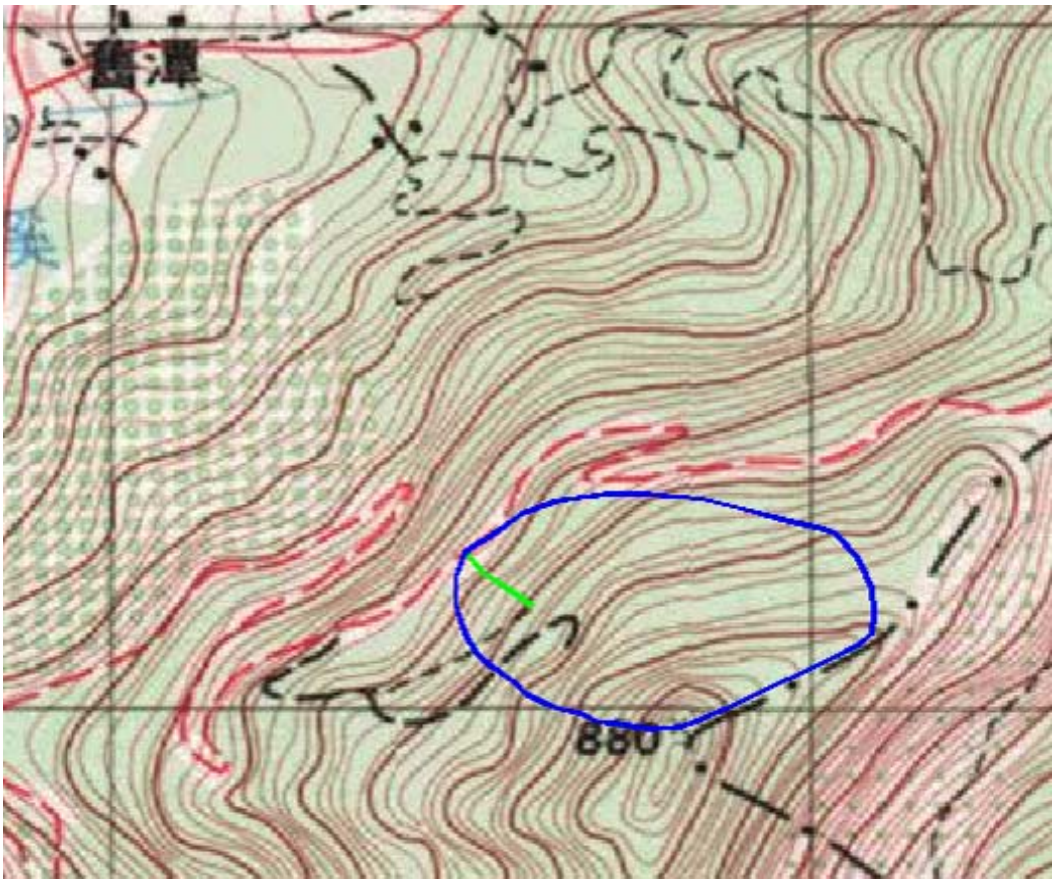


圖 2.18　4.5K 集水區地形圖



圖 2.19　4.5K 集水區 3D 立體圖

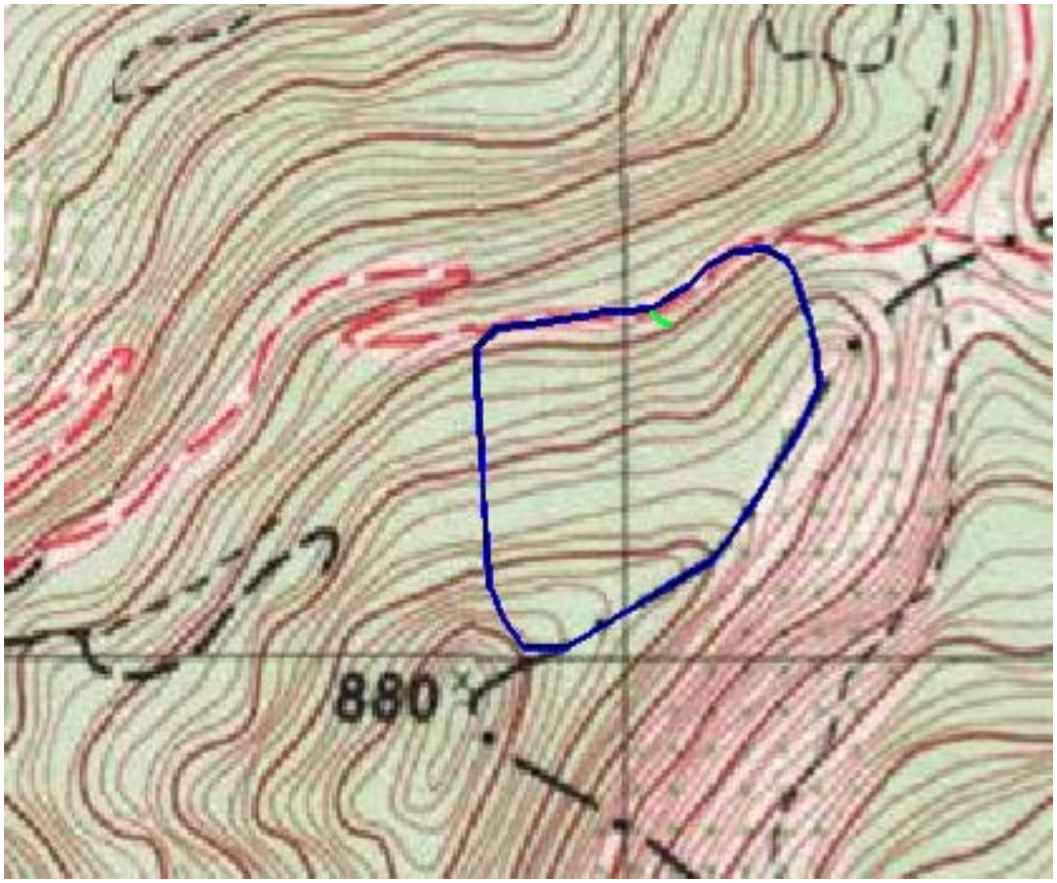


圖 2.20　5.4K 集水區地形圖



圖 2.21　5.4K 集水區 3D 立體圖

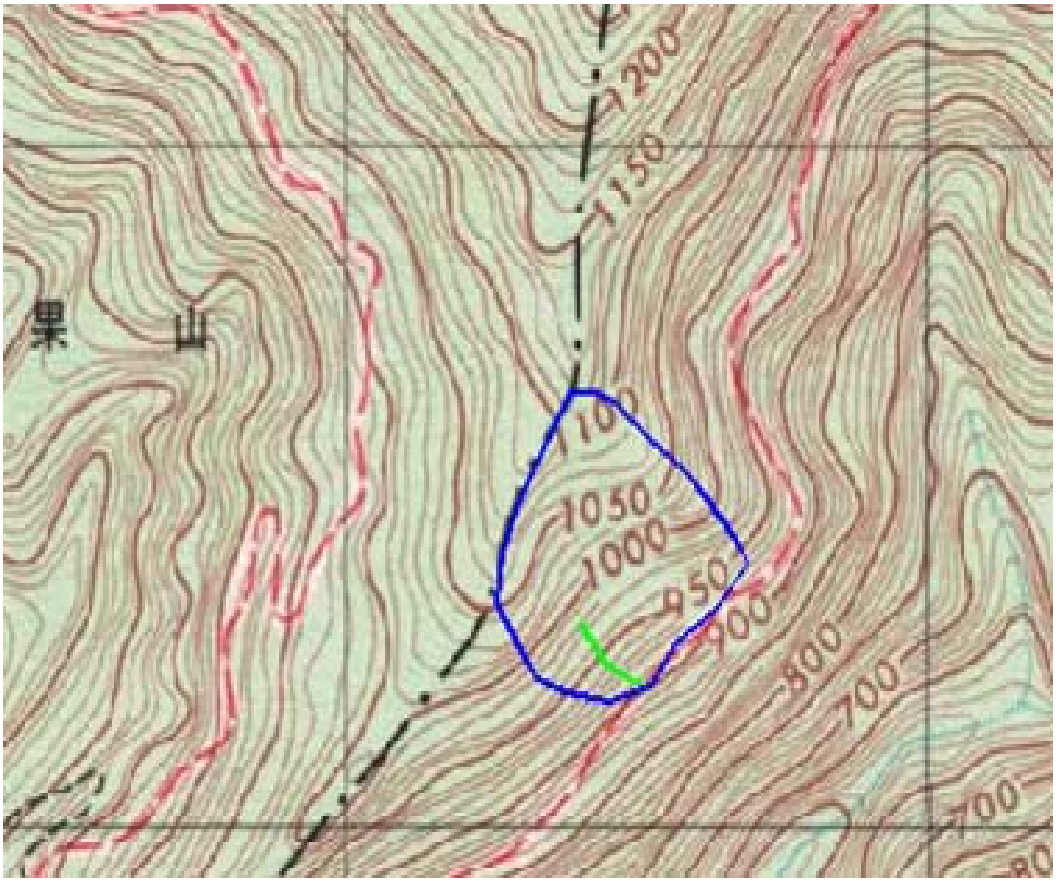


圖 2.22　9K 集水區地形圖

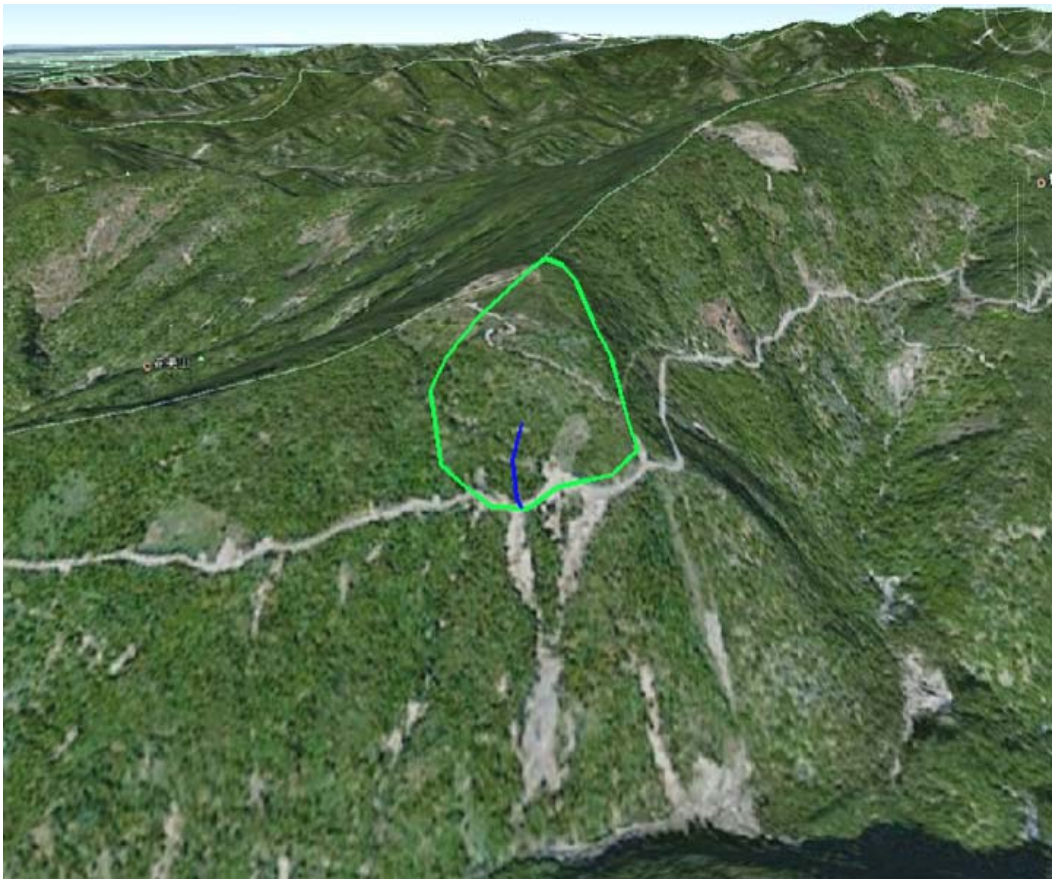


圖 2.23　9K 集水區 3D 立體圖

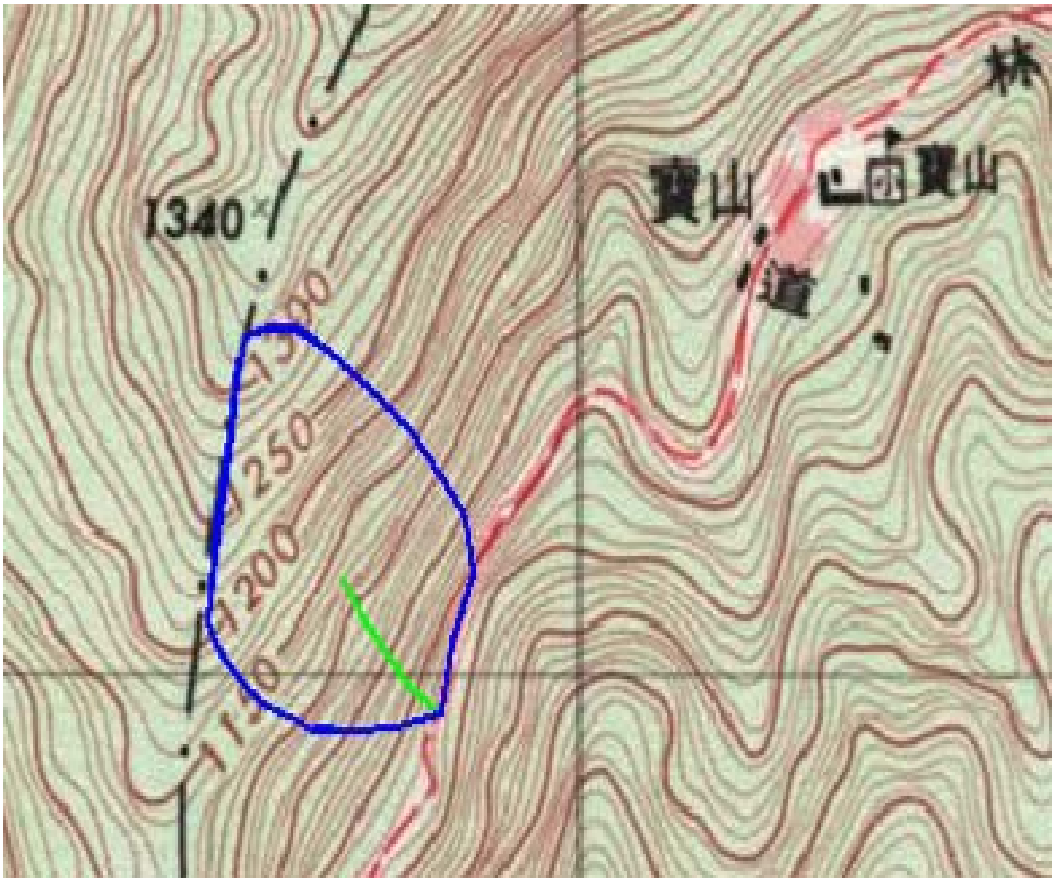


圖 2.24　10K 集水區地形圖

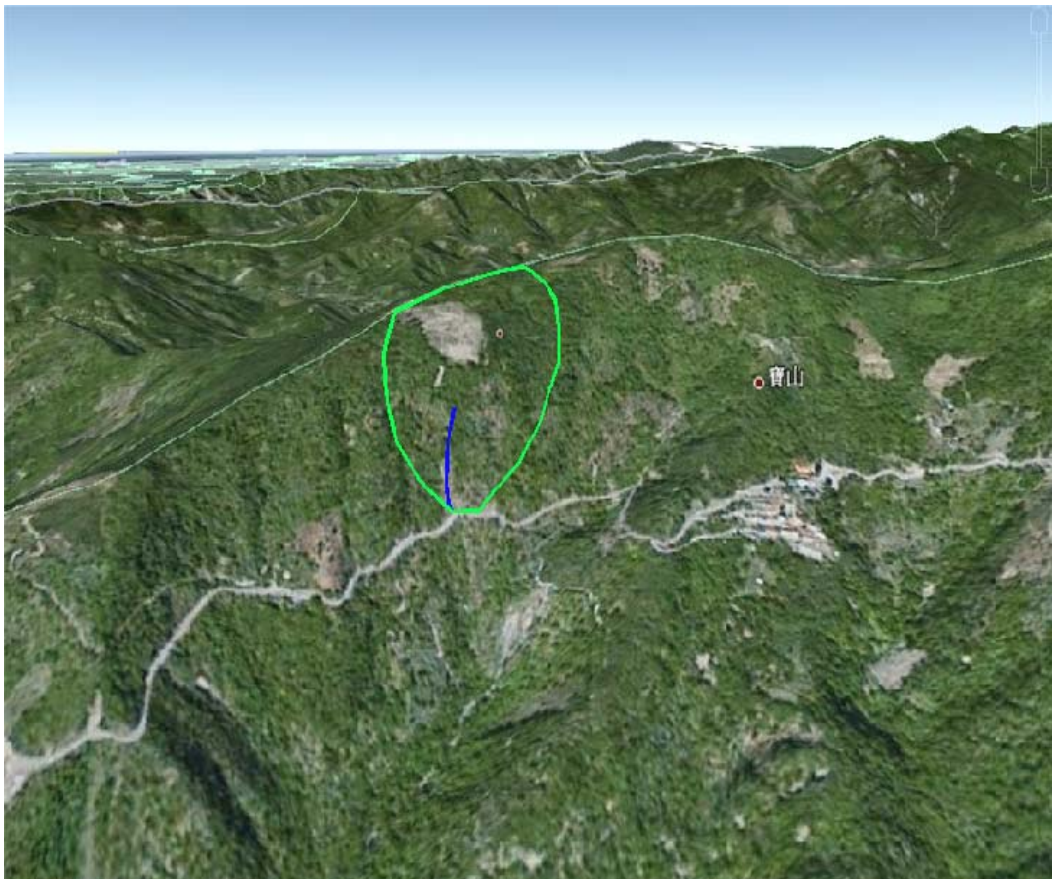


圖 2.25　10K 集水區 3D 立體圖

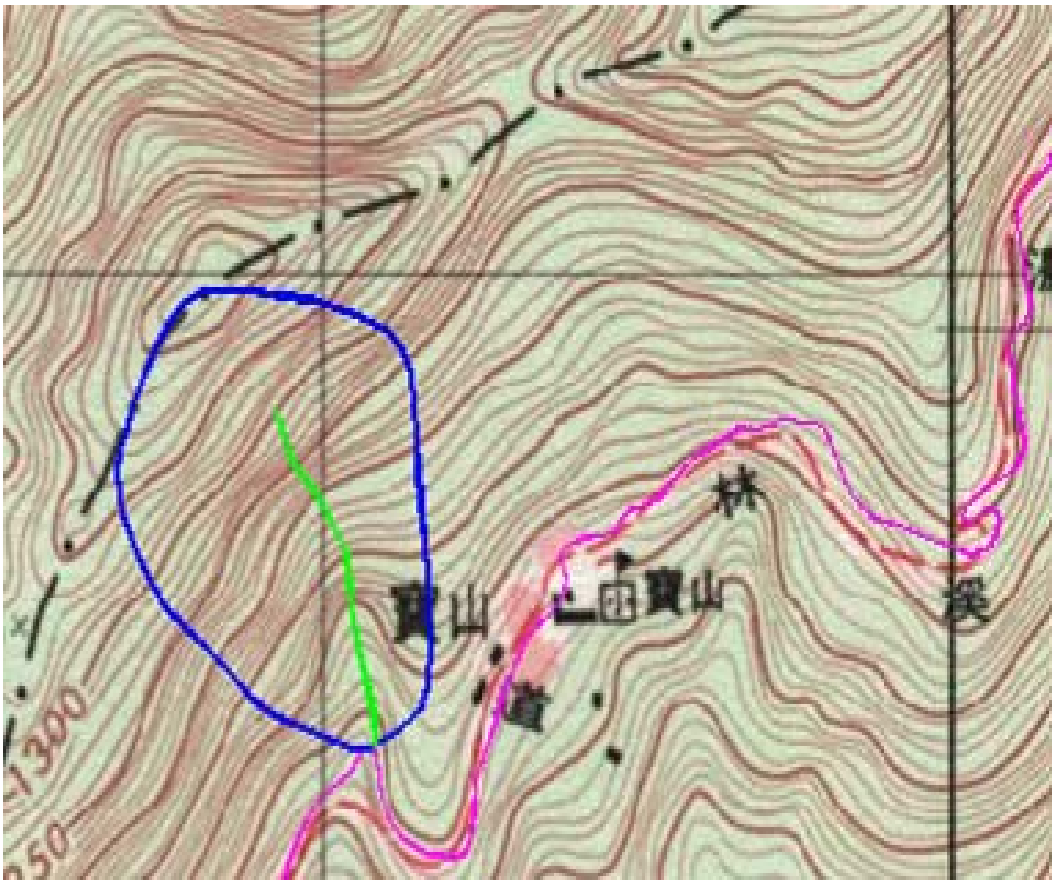


圖 2.26　10.6K 集水區地形圖



圖 2.27　10.6K 集水區 3D 立體圖

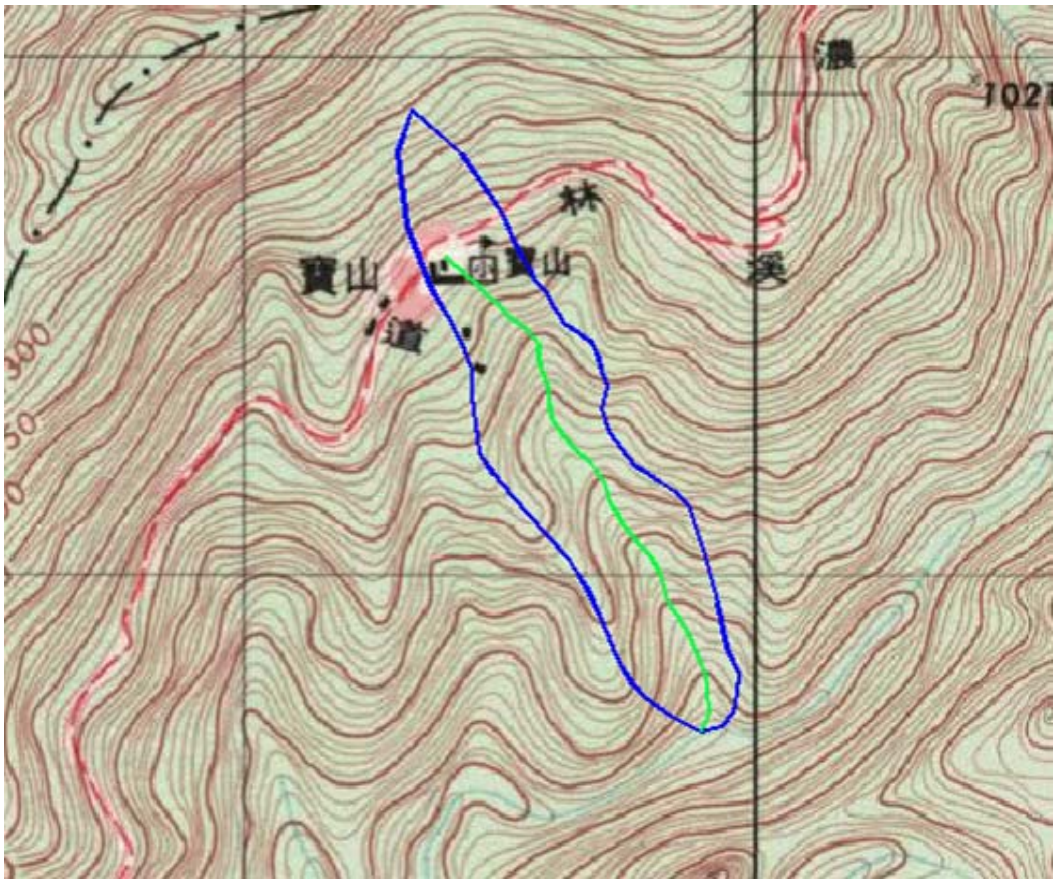


圖 2.28　11.1K 集水區地形圖

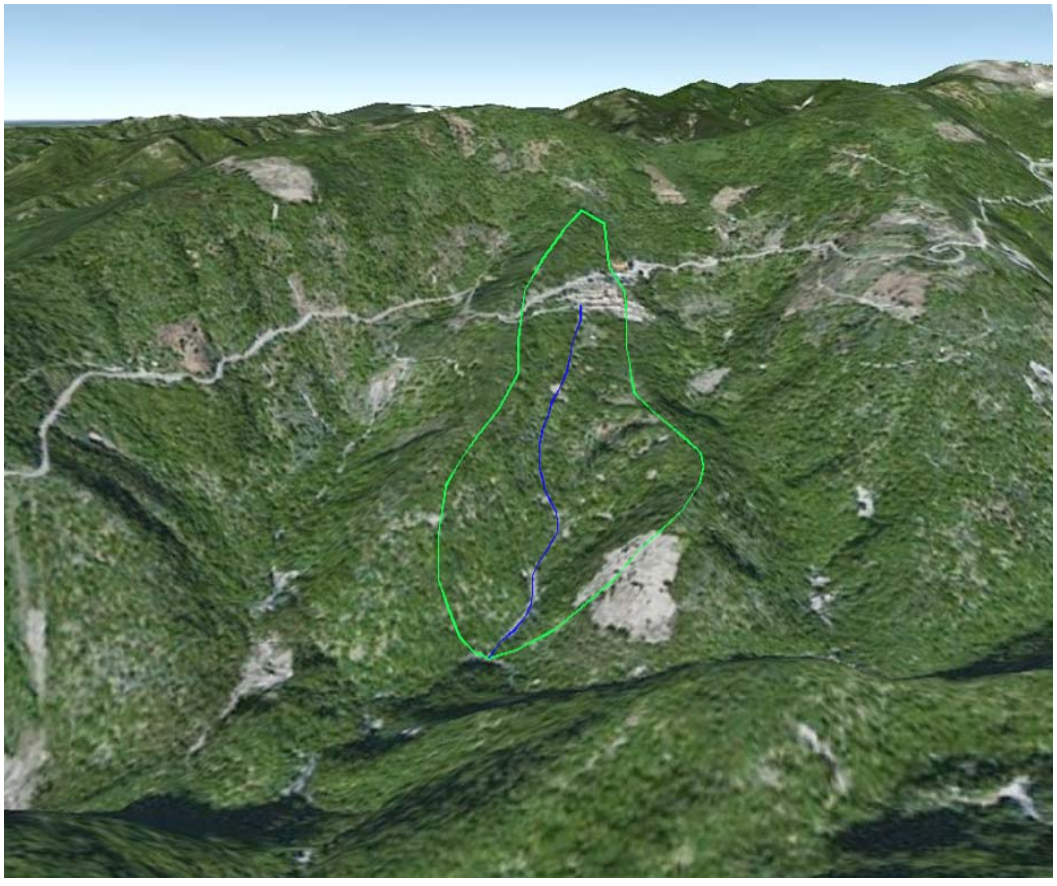


圖 2.29　11.1K 集水區 3D 立體圖

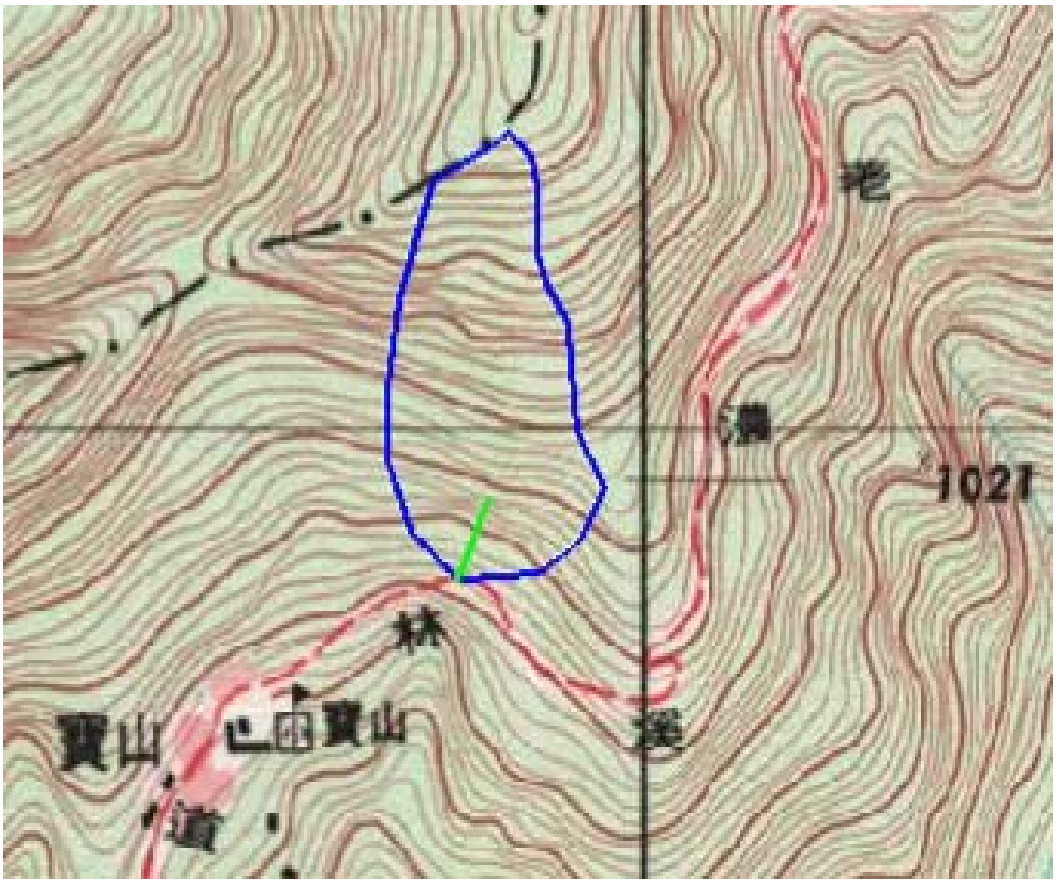


圖 2.30　11.6K 集水區地形圖

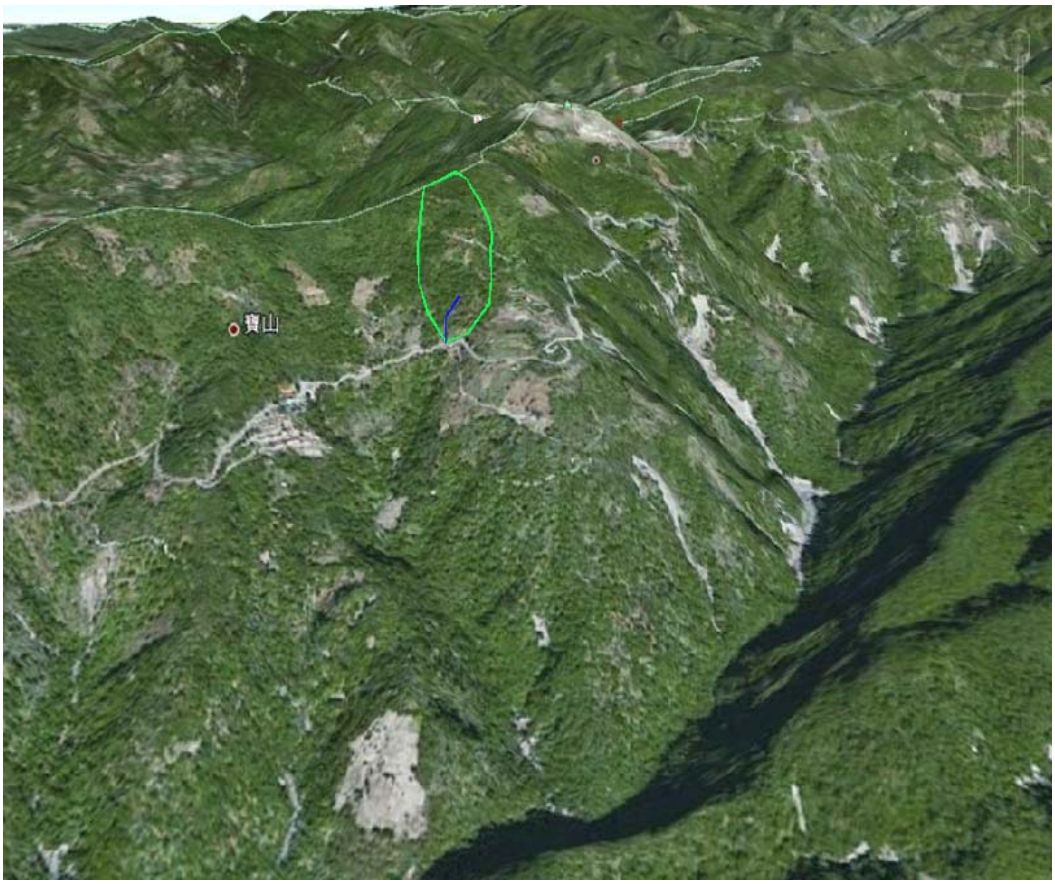


圖 2.31　11.6K 集水區 3D 立體圖

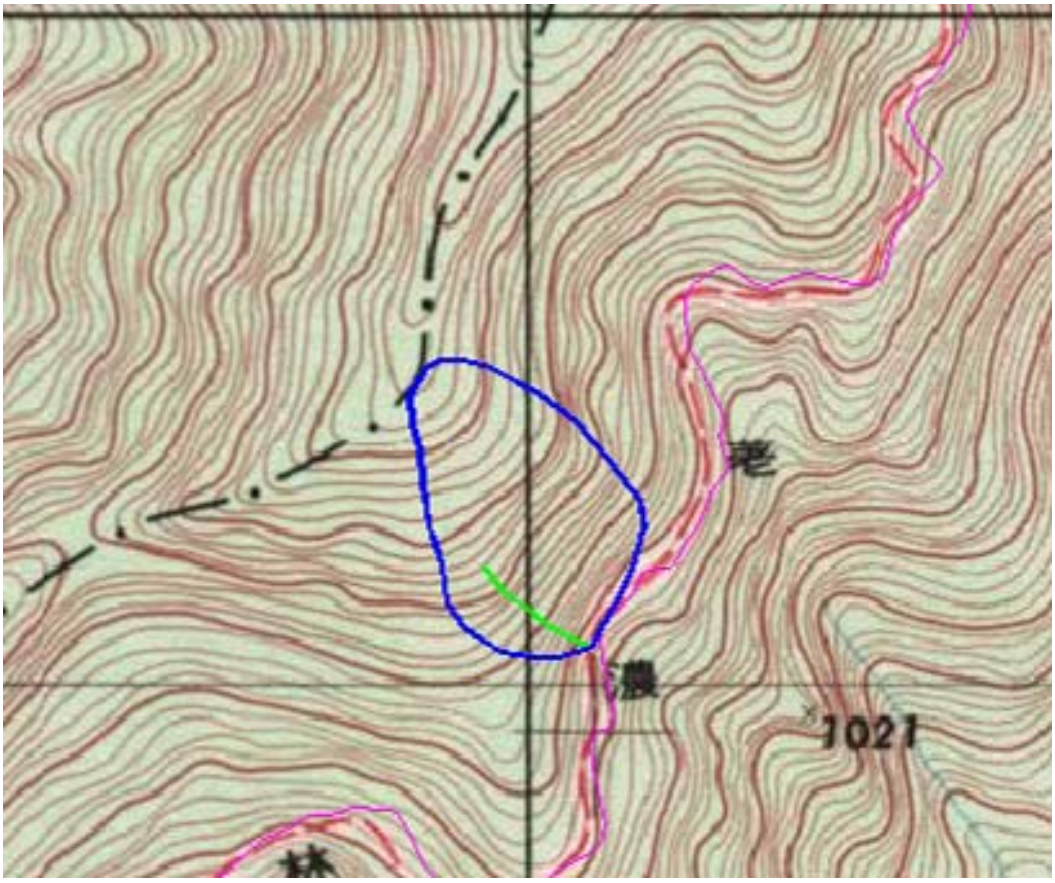


圖 2.32　12.6K 集水區地形圖

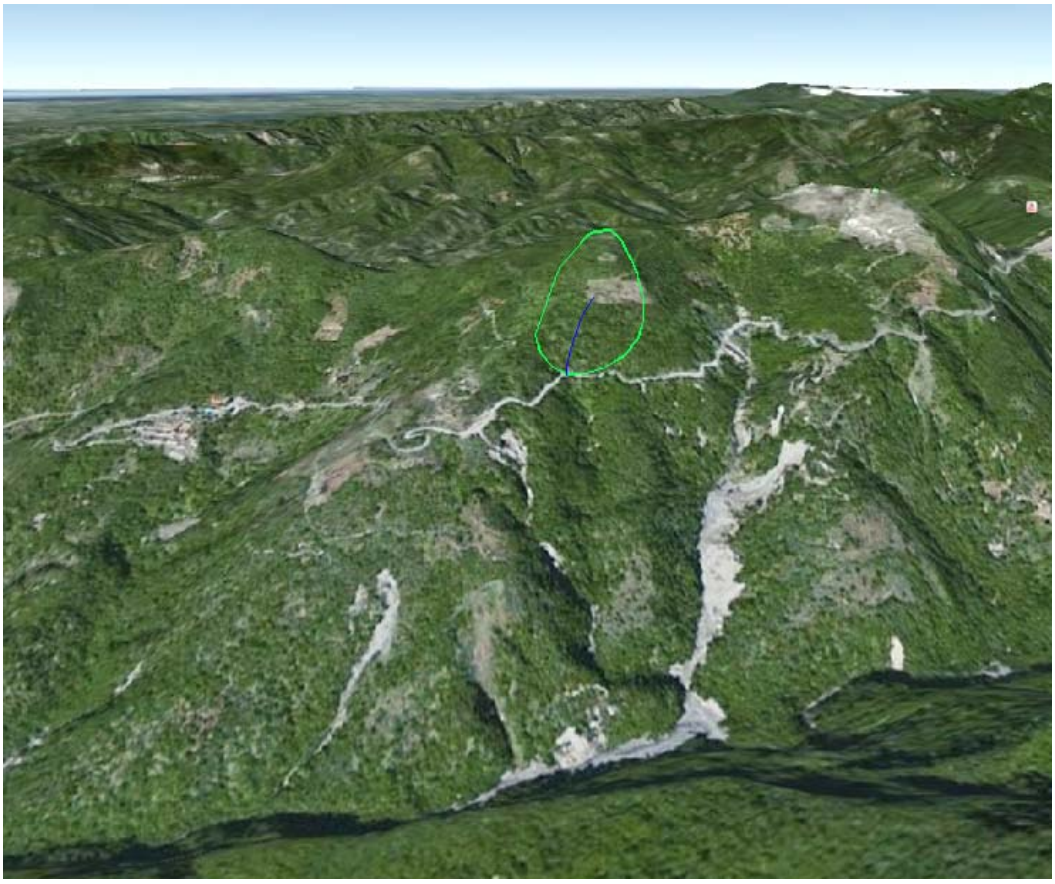


圖 2.33　12.6K 集水區 3D 立體圖

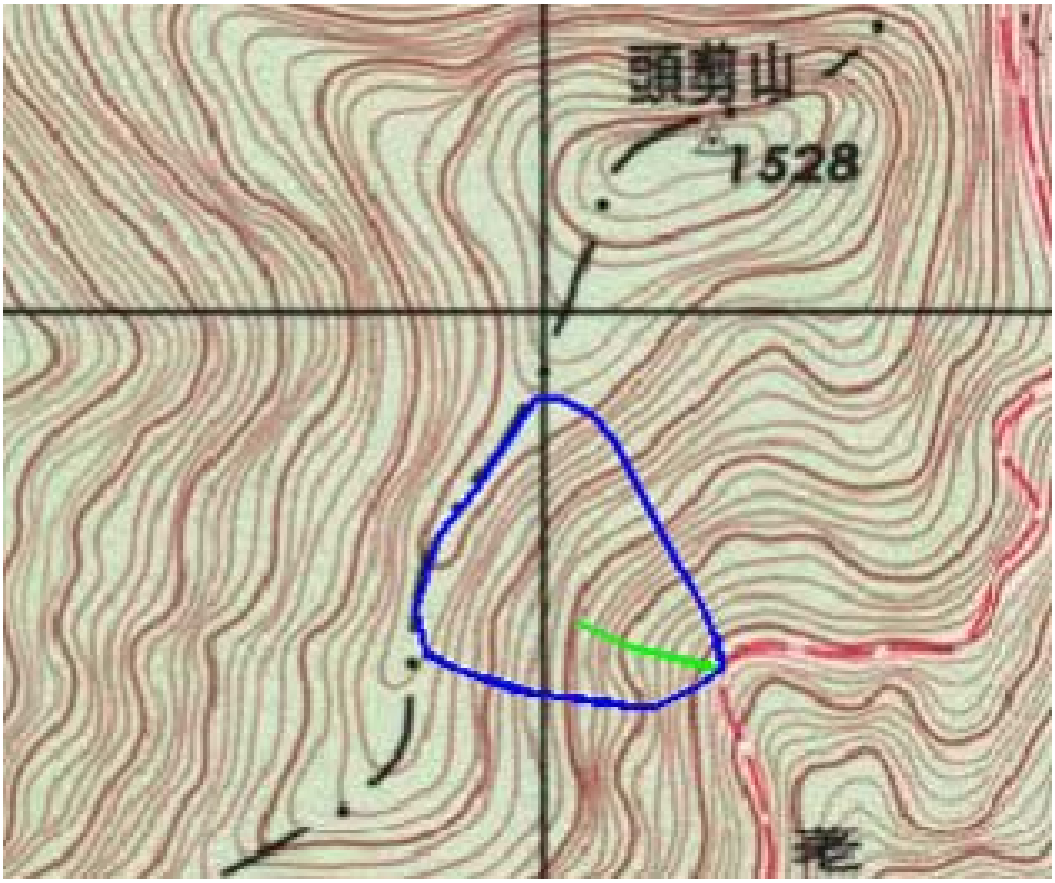


圖 2.34　13.2K 集水區地形圖



圖 2.35　13.2K 集水區 3D 立體圖

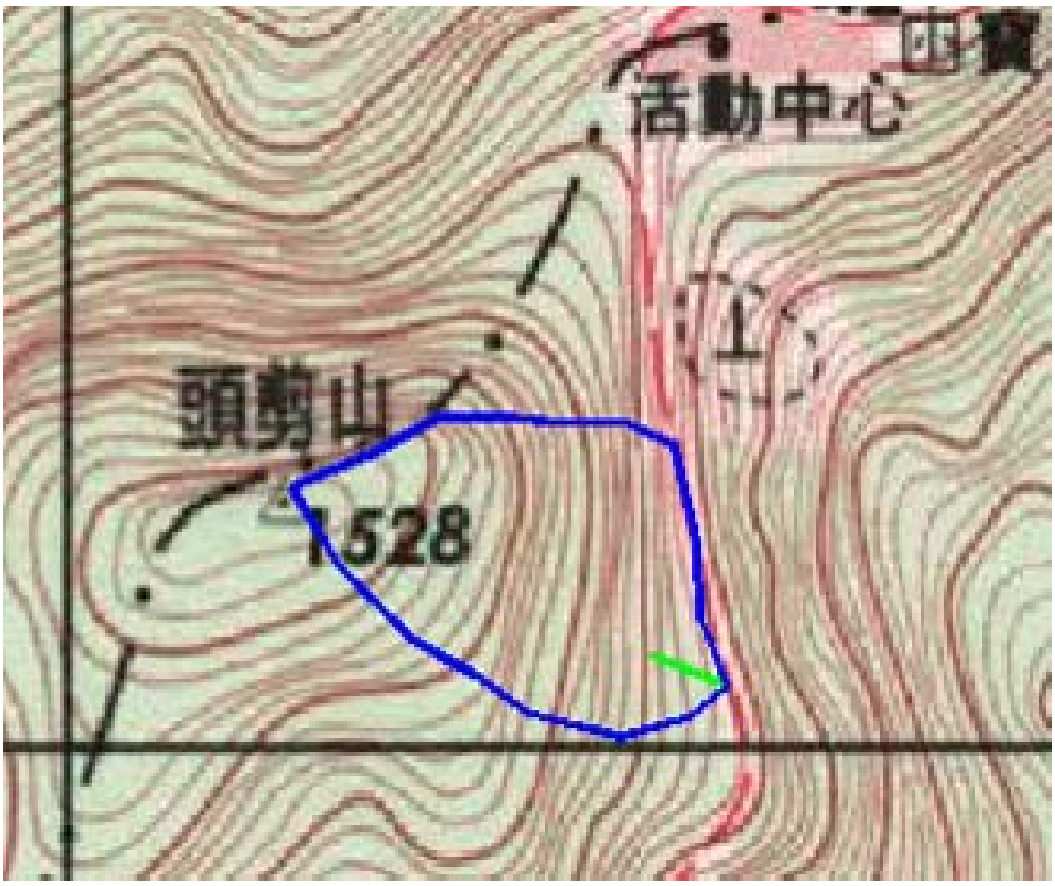


圖 2.36　14.1K 集水區地形圖



圖 2.37　14.1K 集水區 3D 立體圖

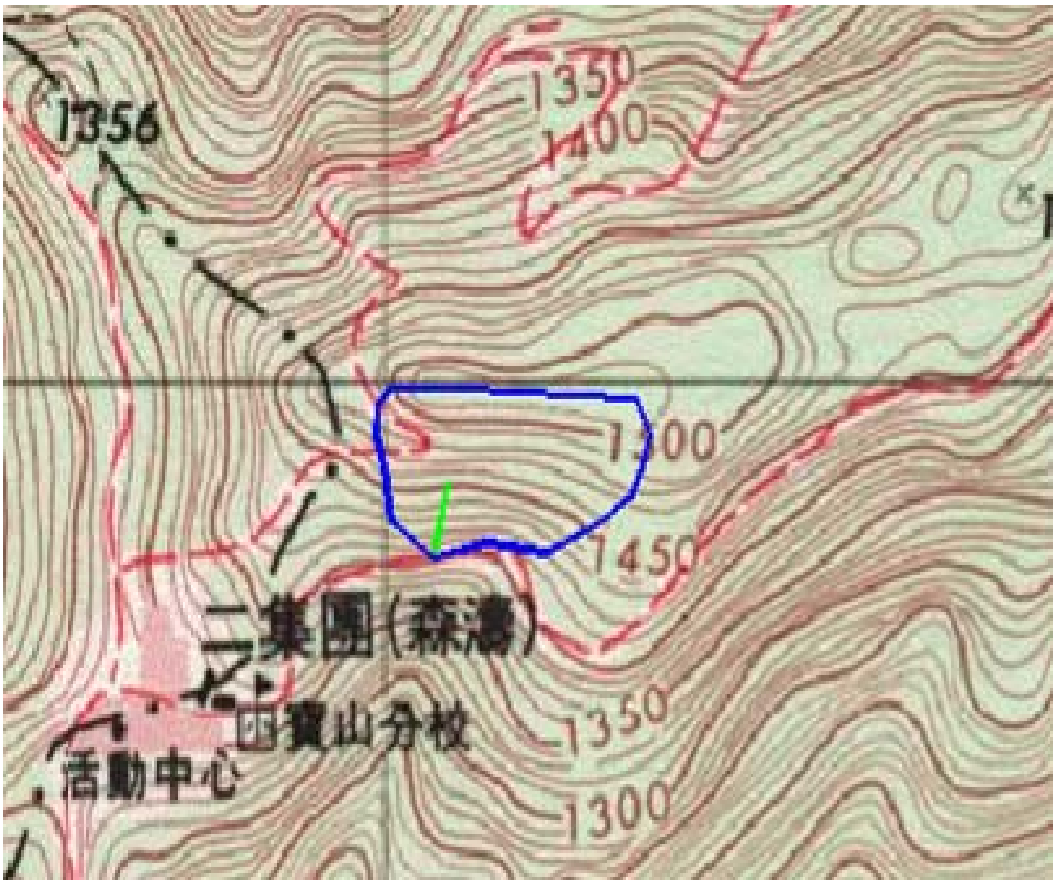


圖 2.38　15.3K 集水區地形圖



圖 2.39　15.3K 集水區 3D 立體圖

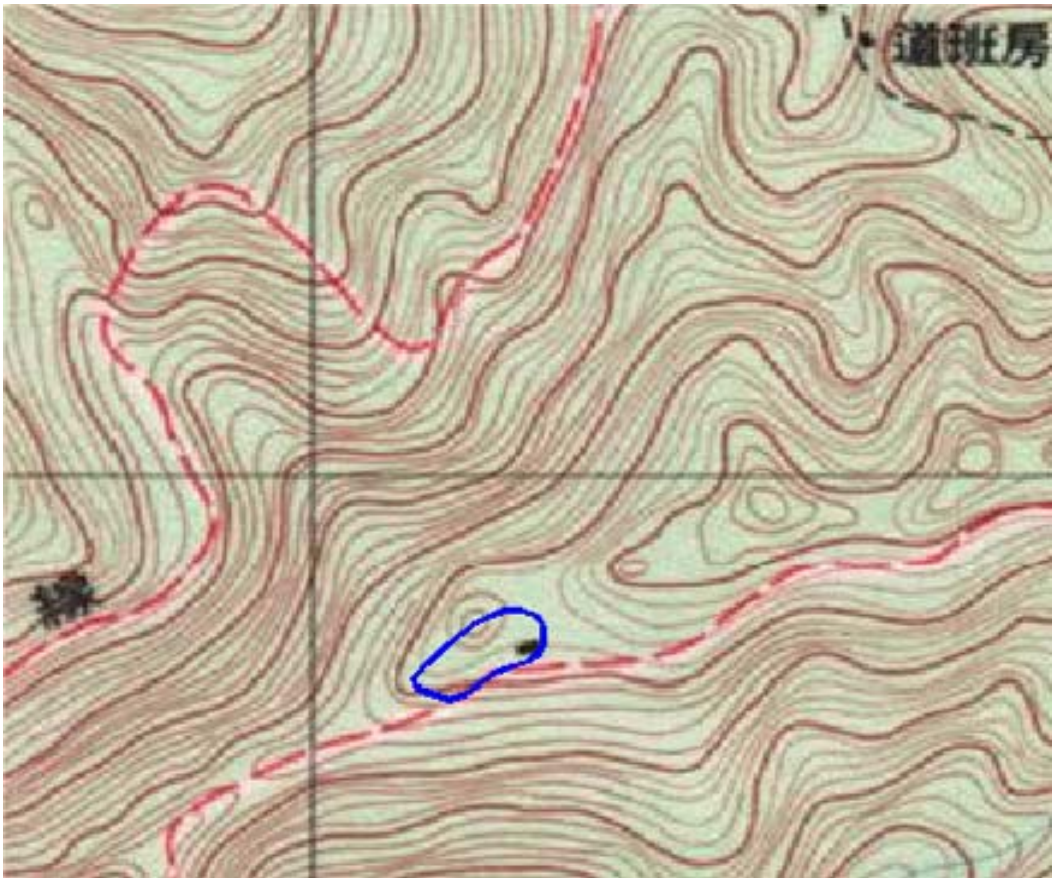


圖 2.40　18K 集水區地形圖



圖 2.41　18K 集水區 3D 立體圖

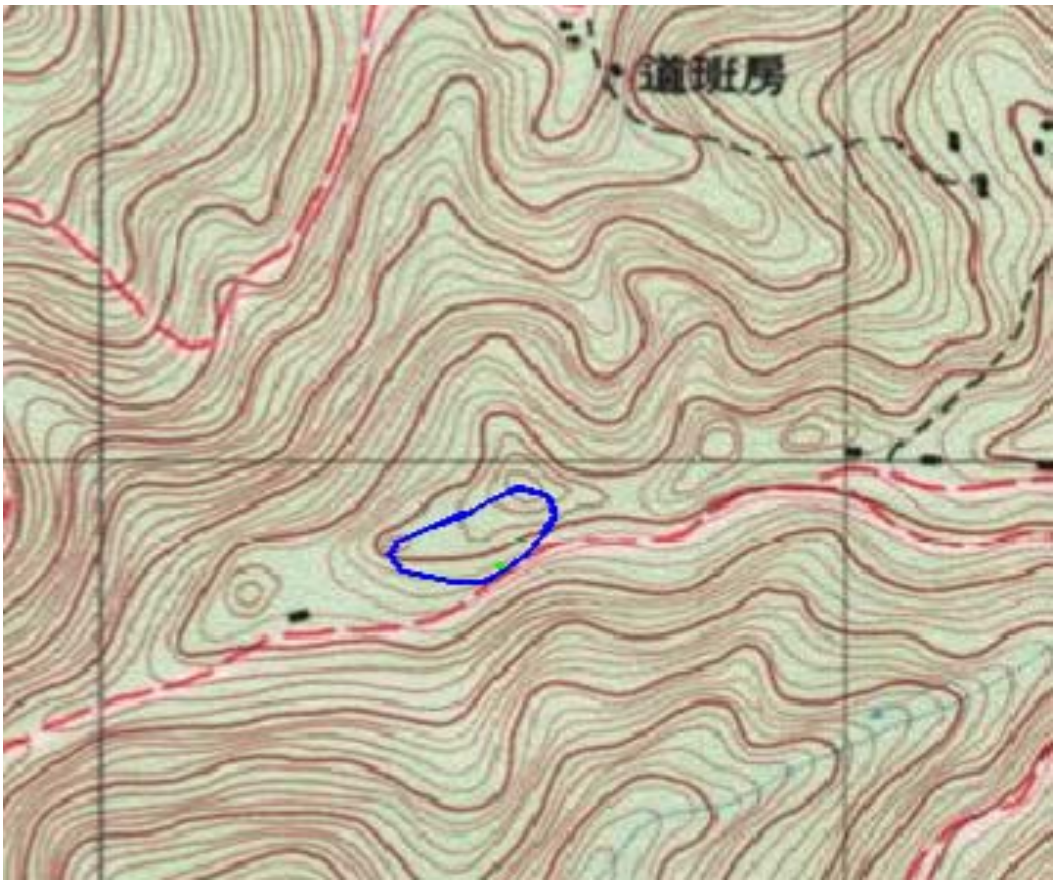


圖 2.42　18.4K 集水區地形圖



圖 2.43　18.4K 集水區 3D 立體圖

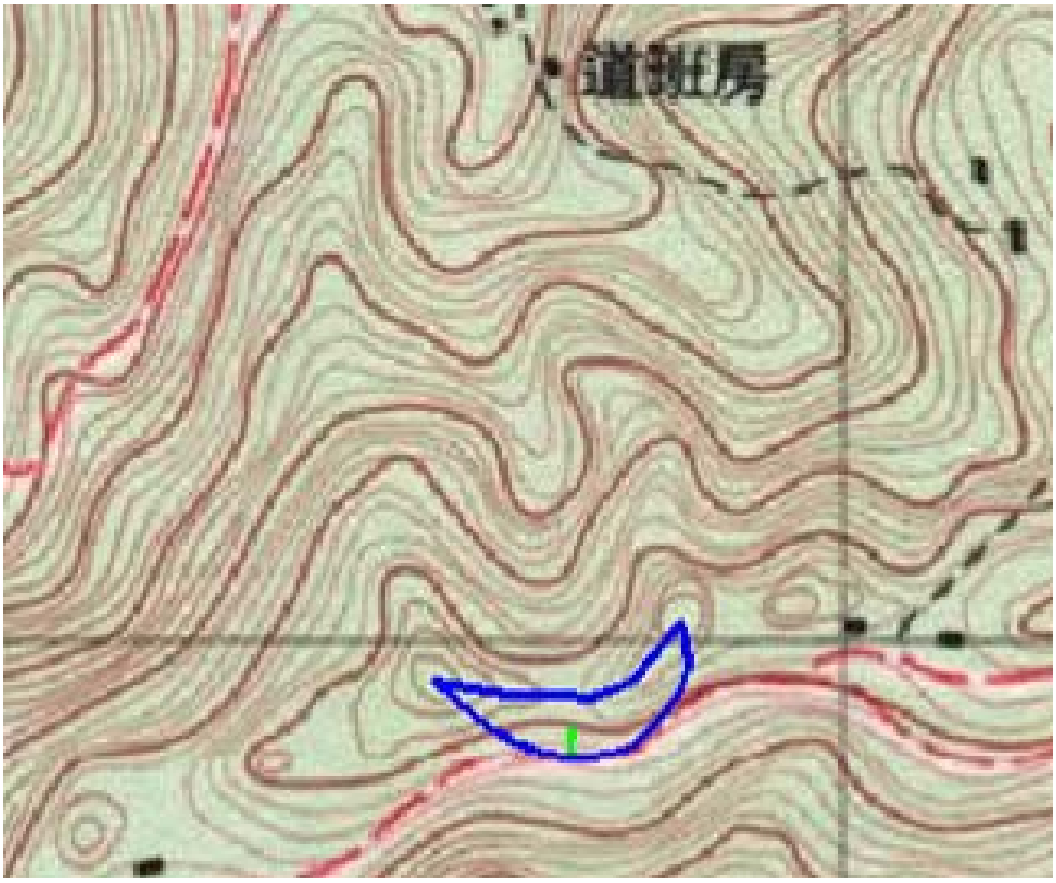


圖 2.44　18.6K 集水區地形圖



圖 2.45　18.6K 集水區 3D 立體圖

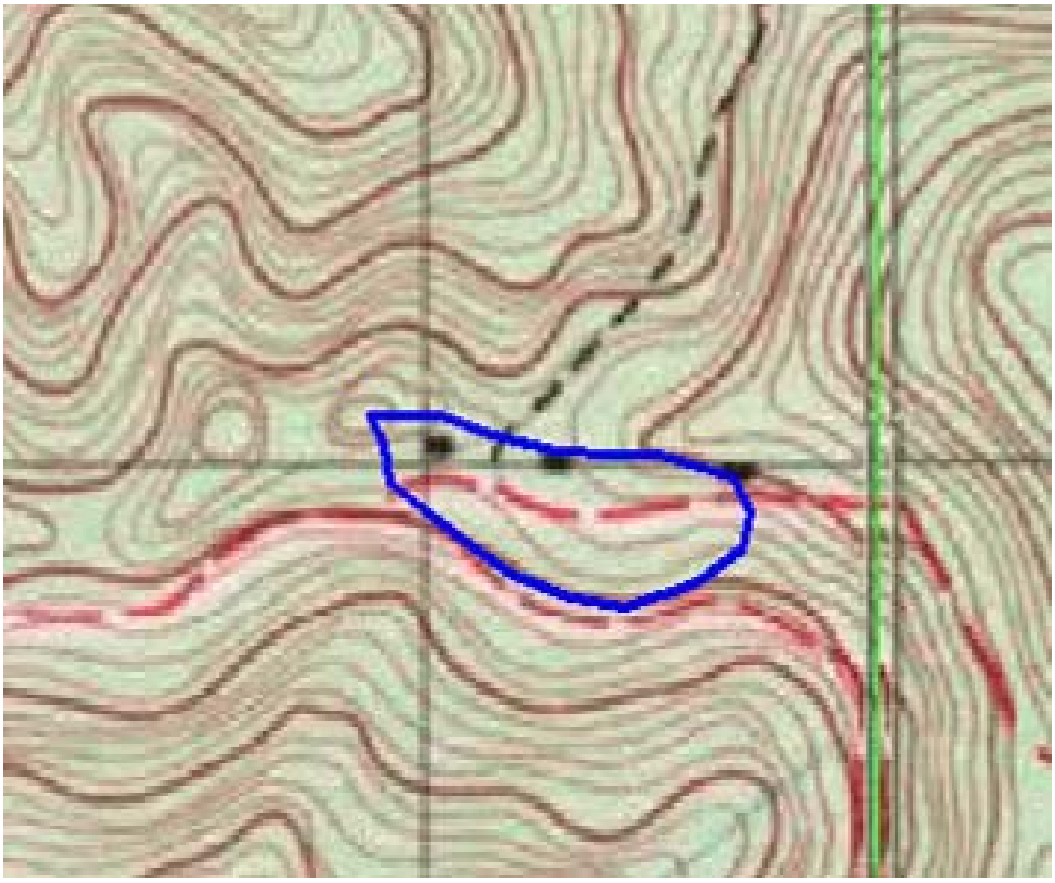


圖 2.46　19K 集水區地形圖



圖 2.47　19K 集水區 3D 立體圖



圖 2.48　19.4K 集水區地形圖



圖 2.49　19.4K 集水區 3D 立體圖

（2）修正三角形單位歷線法

修正三角型單位歷線法，係參酌三角型單位歷線法之理論。由於三角型單位歷線之洪峰通常均不發生於整數小時，尤其小集水區洪峰到達時間僅數分鐘，故必須採用修正三角型單位歷線法分析，以免洪峰流量偏低或無法計算之情況，而三角形單位歷線是爲應用方便，假設單位時間之超滲雨量所形成的流量歷線爲三角形，其形狀及各參數因數可依經驗公式推定，美國水土保持局(U.S.Soil Conservation Service)對此提出下列經驗公式，概念圖如圖 2.49 所示：

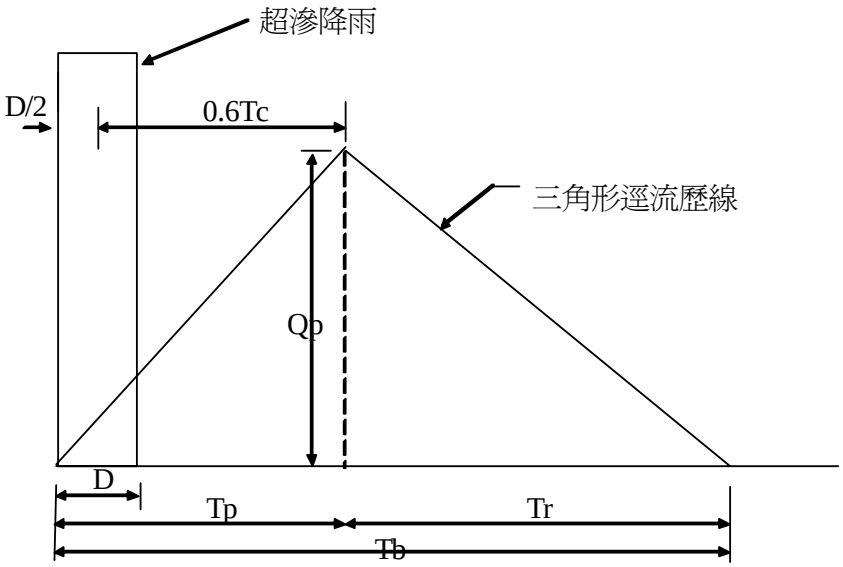


圖 2.50　修正三角形歷線示意圖

$$Q_p = \frac{0.208 * A * R_e}{T_p}$$

$$T_P = \frac{D}{2} + 0.6 * T_C$$

$$T_r = 1.67 * T_C$$

$$T_b = T_p + T_r$$

$$T_C = (0.87 * L^3 / H)^{0.385}$$

式中，Q_p=洪峰流量(cms)；A=流域面積(km2)；Re=超滲降雨(mm)；Tc=集流時間(hr);Tp=開始漲水至洪峰發生時間(hr)；D=單位降雨延時(hr)、SCS 經驗公式(D≅0.133Tc)；Tr=洪峰流量發生至歷線終端之時間(hr)；L=最長河流長度(km)；H=河流最高點至控制點高程差(m)，各集水區之參數資料如表 2.17 所示。修正三角形單位歷線法配合 Horner 雨型及同位序雨型，分析結果詳表 2.18 所示。

表 2.17　藤枝林道各集水區修正三角型單位歷線公式之參數推算表

位置	4.5K	5.4K	9K	10K	10.6K	11.1K	11.6K	12.6K
有效降雨延時D(hr)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
集流時間Tc(hr)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.10	0.23	0.14	0.14
洪峰時間Tp(hr)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.13	0.21	0.16	0.16
基期Tb(hr)	0.43	0.43	0.43	0.43	0.35	0.56	0.43	0.43
集水面積A(km2)	0.15	0.11	0.13	0.14	0.22	0.26	0.14	0.11
單位超滲降雨Re(mm)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
入滲指數Φ(mm/hr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
位置	13.2K	14.1K	15.3K	18K	18.4K	18.6K	19K	19.4K
有效降雨延時D(hr)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
集流時間Tc(hr)	0.09	0.14	0.05	0.13	0.05	0.04	0.12	0.14
洪峰時間Tp(hr)	0.13	0.16	0.11	0.16	0.11	0.10	0.14	0.16
基期Tb(hr)	0.35	0.43	0.29	0.43	0.29	0.27	0.37	0.43
集水面積A(km2)	0.09	0.08	0.06	0.01	0.02	0.01	0.03	0.07
單位超滲降雨Re(mm)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
入滲指數Φ(mm/hr)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00

表 2.18　藤枝林道各集水區修正三角型單位歷線公式推算成果表

位置	集水區面積(ha)	重現期洪水量						
		2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
4.5K	15.36	3.87	4.26	4.41	4.77	4.98	5.26	5.50
5.4K	11.33	3.04	3.12	3.23	3.51	3.73	3.98	4.23
9K	12.56	3.35	3.49	3.59	3.99	4.18	4.45	4.67
10K	14.31	3.69	3.85	4.06	4.35	4.67	4.89	5.24
10.6K	21.62	5.42	5.81	6.18	6.57	6.94	7.35	7.88
11.1K	26.22	6.47	6.99	7.52	8.06	8.82	9.31	9.95
11.6K	13.59	3.63	3.78	3.88	4.17	4.36	4.51	4.62
12.6K	11.11	3.11	3.15	3.19	3.35	3.48	3.50	3.64
13.2K	8.91	2.29	2.43	2.51	2.63	2.70	2.87	3.01
14.1K	7.52	2.02	2.09	2.12	2.17	2.20	2.13	2.25
15.3K	6.13	1.58	1.65	1.74	1.82	1.93	2.01	2.16
18K	1.01	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.36	0.37
18.4K	1.79	0.42	0.47	0.50	0.55	0.60	0.65	0.71
18.6K	1.35	0.35	0.36	0.38	0.40	0.43	0.48	0.51
19K	2.95	0.76	0.79	0.84	0.91	0.99	1.06	1.12
19.4K	7.00	1.76	1.89	1.99	2.15	2.27	2.45	2.56

單位：cms

依 98 年 2 月經濟部水利署訂定之『河川治理規劃及河川區域劃定水文分析報告審查作業須知』規定辦理，應用雨量站資料進行頻率分析，以推求各集水區重現期距之降雨強度，並配合前所繪製設計雨型推求設計暴雨，考量集水區特性、雨量站分佈及資料完整性，選擇合理化公式與修正三角形單位歷線法推求各集水區之洪峰流量，其結果彙整於表 2.19，成果比較說明如下：

（1）本案計劃範圍內 16 個集水區，集水面積介於 26.22 至 1.01 公頃間，總面積合計 162.77 公頃，平均集流時間僅 7.28 分鐘，故採用 24 小時暴雨分析作爲設計洪峰流量之基礎。

（2）合理化公式適用於推估都市計劃、公路及小集水區系統之洪峰流量，依據「水土保持技術規範」第十七條「…面積在 1,000 公頃以內者，得採用合理化公式 (Rational Formula) 計算」，本案單一集水區面積介於 26.22 至 1.01 公頃間，適用合理化公式估算洪峰流量。

（3）本案同一崩塌地之合理化公式分析結果，皆略大於修正三角形單位歷線法，主要原因爲修正三角形單位歷線法適用於集流時間短之集水區，由於本案集水區地形正多屬於坡陡流急與集流時間短促之地形，故修正三角形單位歷線法估算各集水區洪峰流量，雖略小於合理化估算值，但可能較貼近真實之洪峰流量。

（4）**考量法規要求與保守安全起見，本案設計洪峰流量採用較大值之合理化公式估算值**，同時表列彙整修正三角形單位歷線法之估算值做爲參考。

表 2.19　不同分析方法之洪峰流量比較表

位置	分析方法	重現期洪水量						
		2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
4.5K	合理化公式	3.34	3.96	4.43	5.05	5.51	5.98	6.45
	修正三角型單位歷線	3.87	4.26	4.41	4.77	4.98	5.26	5.50
5.4K	合理化公式	2.46	2.92	3.27	3.72	4.07	4.41	4.76
	修正三角型單位歷線	3.04	3.12	3.23	3.51	3.73	3.98	4.23
9K	合理化公式	2.73	3.24	3.62	4.13	4.51	4.89	5.27
	修正三角型單位歷線	3.35	3.49	3.59	3.99	4.18	4.45	4.67
10K	合理化公式	3.11	3.69	4.12	4.70	5.14	5.57	6.01
	修正三角型單位歷線	3.69	3.85	4.06	4.35	4.67	4.89	5.24
10.6K	合理化公式	4.70	5.57	6.23	7.10	7.76	8.42	9.08
	修正三角型單位歷線	5.42	5.81	6.18	6.57	6.94	7.35	7.88
11.1K	合理化公式	5.70	6.76	7.56	8.61	9.41	10.21	11.01
	修正三角型單位歷線	6.47	6.99	7.52	8.06	8.82	9.31	9.95
11.6K	合理化公式	2.95	3.50	3.92	4.46	4.88	5.29	5.70
	修正三角型單位歷線	3.63	3.78	3.88	4.17	4.36	4.51	4.62
12.6K	合理化公式	2.41	2.86	3.20	3.65	3.99	4.32	4.66
	修正三角型單位歷線	3.11	3.15	3.19	3.35	3.48	3.50	3.64
13.2K	合理化公式	1.94	2.30	2.57	2.93	3.20	3.47	3.74
	修正三角型單位歷線	2.29	2.43	2.51	2.63	2.70	2.87	3.01
14.1K	合理化公式	1.64	1.94	2.17	2.47	2.70	2.93	3.16
	修正三角型單位歷線	2.02	2.09	2.12	2.17	2.20	2.13	2.25
15.3K	合理化公式	1.33	1.58	1.77	2.01	2.20	2.39	2.57
	修正三角型單位歷線	1.58	1.65	1.74	1.82	1.93	2.01	2.16
18K	合理化公式	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.39	0.42
	修正三角型單位歷線	0.24	0.26	0.29	0.31	0.34	0.36	0.37
18.4K	合理化公式	0.39	0.46	0.52	0.59	0.64	0.70	0.75
	修正三角型單位歷線	0.42	0.47	0.50	0.55	0.60	0.65	0.71
18.6K	合理化公式	0.29	0.35	0.39	0.44	0.49	0.53	0.57
	修正三角型單位歷線	0.35	0.36	0.38	0.40	0.43	0.48	0.51
19K	合理化公式	0.64	0.76	0.85	0.97	1.06	1.15	1.24
	修正三角型單位歷線	0.76	0.79	0.84	0.91	0.99	1.06	1.12
19.4K	合理化公式	1.52	1.80	2.02	2.30	2.51	2.72	2.94
	修正三角型單位歷線	1.76	1.89	1.99	2.15	2.27	2.45	2.56

單位：cms

第三章　空拍與地籍套繪成果

3.1　無人載具空拍工作計畫

本技術服務案規劃採用無人飛行載具簡稱 UAV(Unmanned Aerial Vehicles)或稱無人飛機、無人飛機系統(Unmanned Aircraft System)進行航拍，並與農林航測所之最新 98 年航照影像，套疊本區之數位高程模型（DEM）後建立藤枝林道全線 3D 立體鳥瞰圖，並與現地無人載具空拍影像比對，用以判釋災害規模及範圍。拍攝範圍包含：4.5K、5.4K、9.0K、10.0K、10.6K、**11.1K（增做之寶山村坑溝）**、11.6K、12.6K、13.2K、14.1K、15.3K、18.0K、18.4K、18.6K、19.0K、19.4K 等 16 處坑溝標的，UAV 航拍範圍如下圖 3.2。

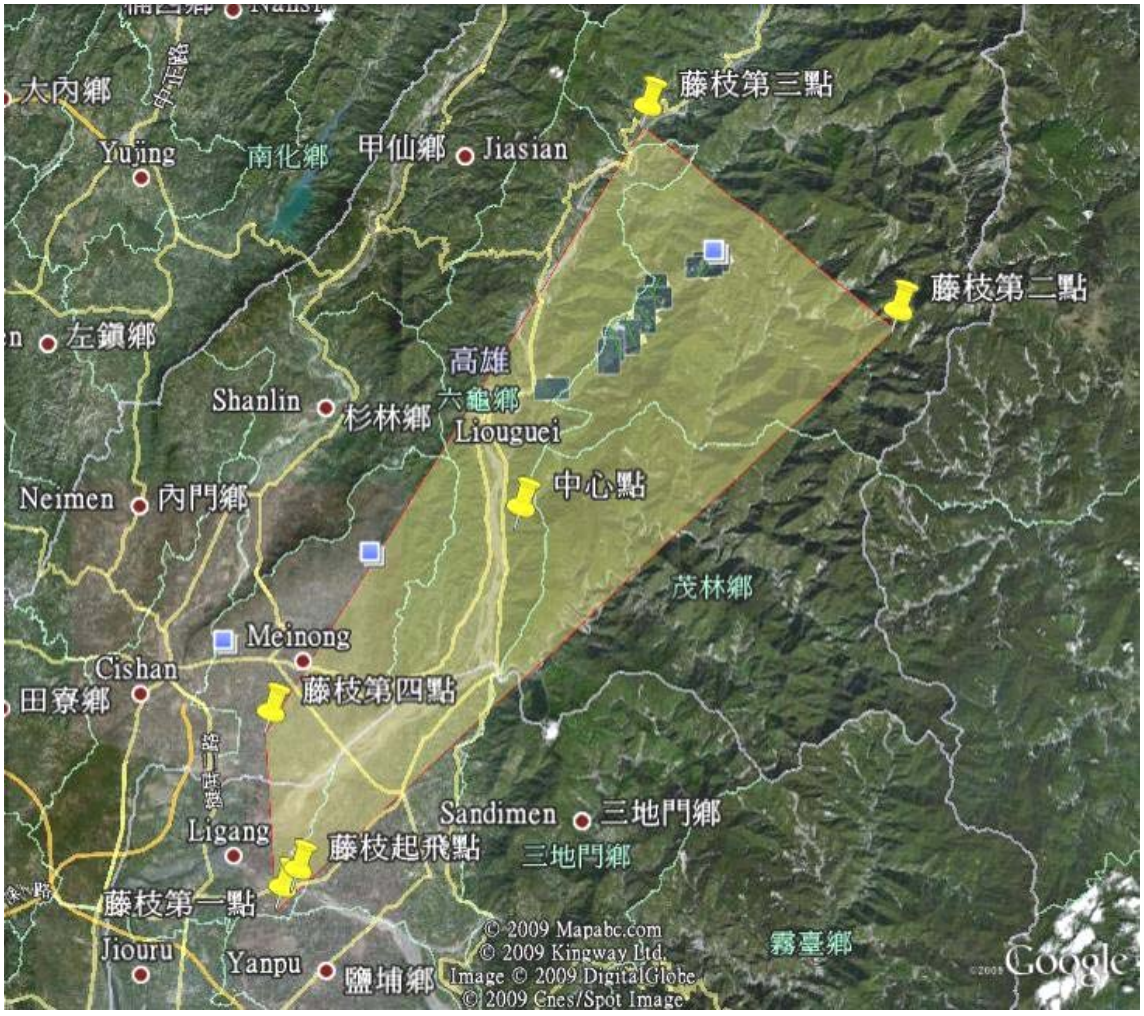
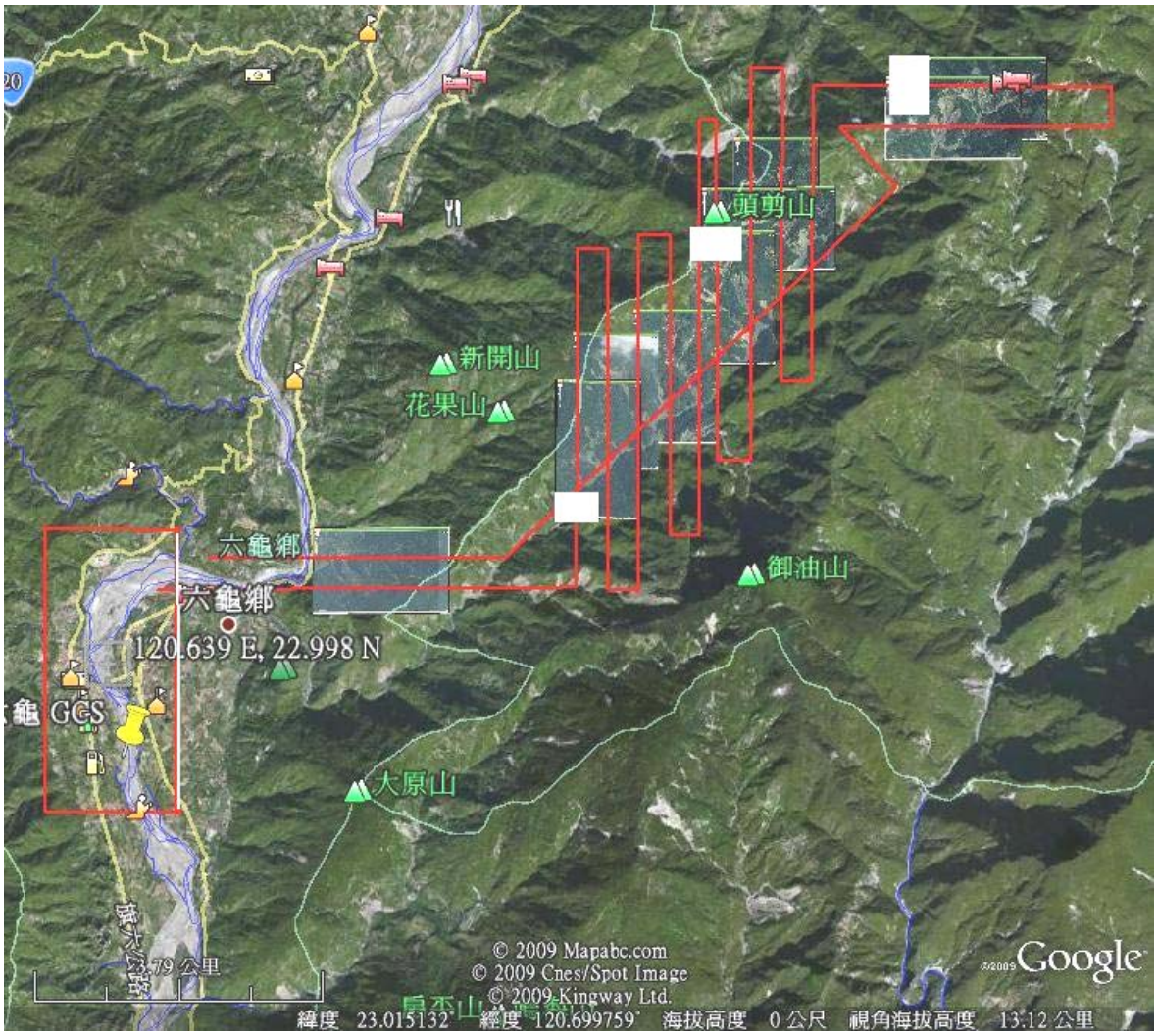


圖 3.1　UAV 航拍使用空域與預計起飛地點圖



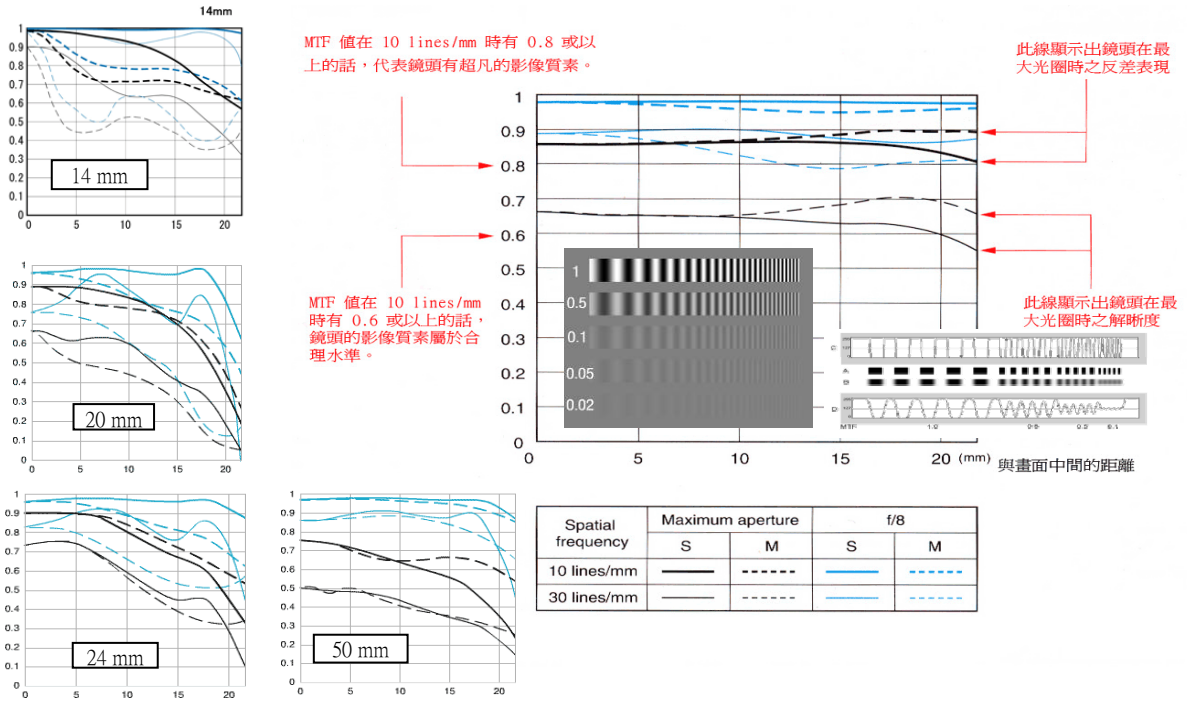


圖 3.2　本案 UAV 航拍範圍與航線彙整（航照摘自八八水災地理資訊系統）

（一）航拍時間與使用空域

空拍時間：民國 99 年元月 04 日~ 元月 22 日 AM 9:00~PM 14:00

使用空域：

下列各點之連線範圍(WGS 84)	上下限	聯絡人	使用時間
1.22°46'17.70"N120°32'13.98"E	MSL 8500ft~海平面	江健煜	1.民國 99 年元月 04 日~元月 22 日（AM9:00~PM14:00M）
2.23°1'53.49"N120°50'10.11"E			
3.23°7'36.85"N120°43'4.36"E			
4.22°51'5.97"N120°31'53.60"E			

涵蓋該區域之最小半徑 12.5 浬，中心座標 120° 39'20.50 E 22°56'43.50 N

（二）無人飛機起飛地點

1.里港大橋旁堤防

2. WGS-84 座標：22°46'47.36"N、120°32'41.64"E

（三）無人飛機操作注意事項

1. 離開岸邊之直昇機目視航道
2. 持續由地面站遠端監控飛機狀態
3. 持續監聽守望台資訊
4. 與塔台保持聯繫 08-7656111 分機 772727

（四）失效緊急處置方案

1. 無人飛機電源失效後，油門自動切斷，固定空速、固定姿態滑翔
2. 無人飛機引擎失效後，飛機固定空速、固定姿態滑翔
3. GPS 定位失效後，飛機進行定高度盤旋
4. 目視範圍下，由地面駕駛員接管，目視範圍外由地面控制站下達控制

3.2　航照套繪判釋工作計畫

（一）空中三角解算

專業的航空相片通常利用空三測量進行空間解算，一般係根據少量的現地控制點，再於室內新建相片間的匹配點位資訊，解算以求得點位之空間位置，圖 3.3 爲空中三角測量示意圖，說明如下：

（1）空中三角測量採用數值影像工作站，量測模型連接點及全部設有航空標之控制點、水準點之坐標。

（2）空中三角點之量測可用精密解析立體測圖儀或精密單像坐標量測儀或航測影像工作站，量測模型連接點及全部設有航測標之控制點、水準點之點位。

（3）空中三角相片連接點應分布每一相片九個標準點以上，每一標準點位以二點以上爲原則，空中三角平差偵錯後，每一標準點位至少留存一點，。

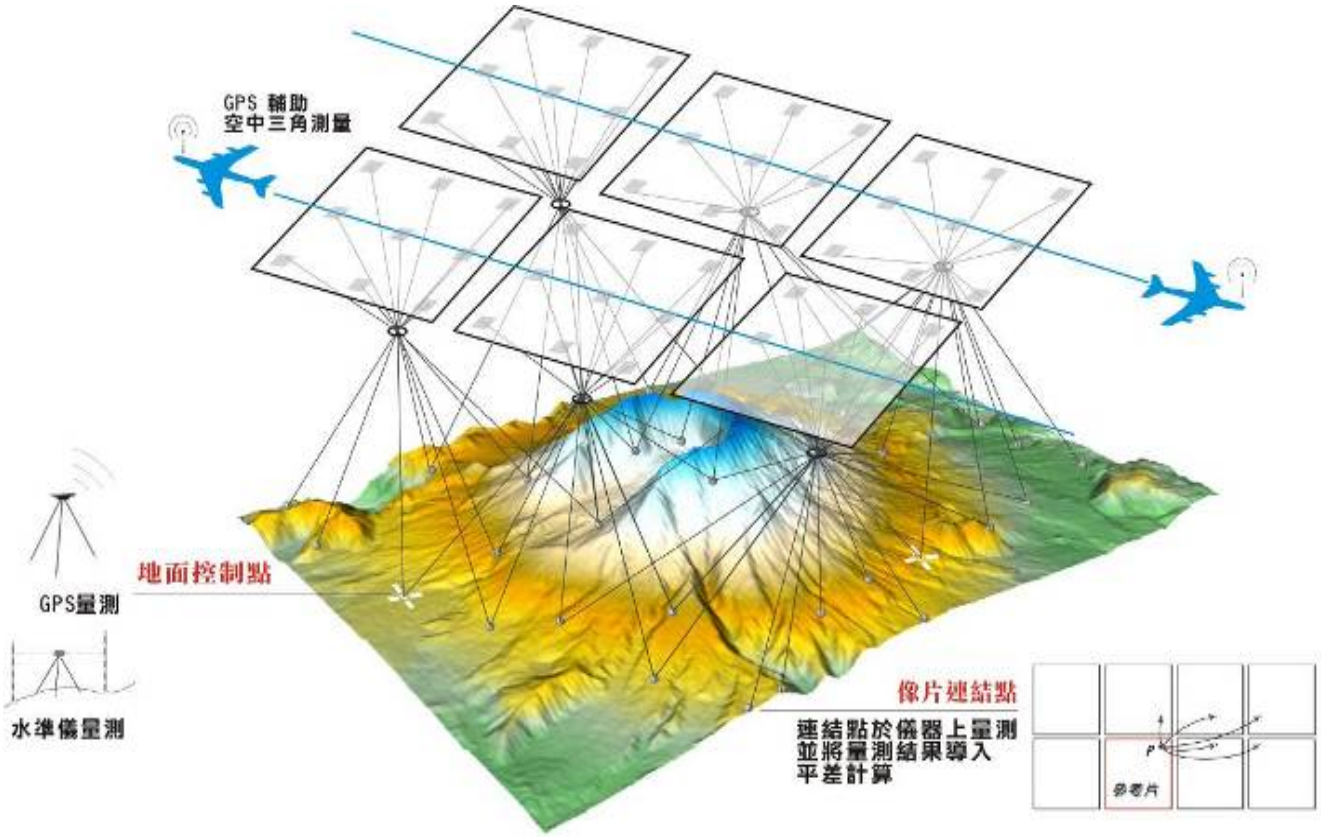


圖 3.3　空中三角測量示意圖

（4）空中三角測量平差計算以光束法爲原則，空中三角測量平差計算，須分二個過程進行計算，先以最小約制（或自由網）平差，以進行粗差偵測並得到觀測值精度的估值，其次進行強制附合至控制點上平差。圖 3.4 與圖 3.5 爲進行空中三角計算軟體 Image Station Automatioc Triangulation（ISAT）的操作界面，本專案係採用光束法計算。

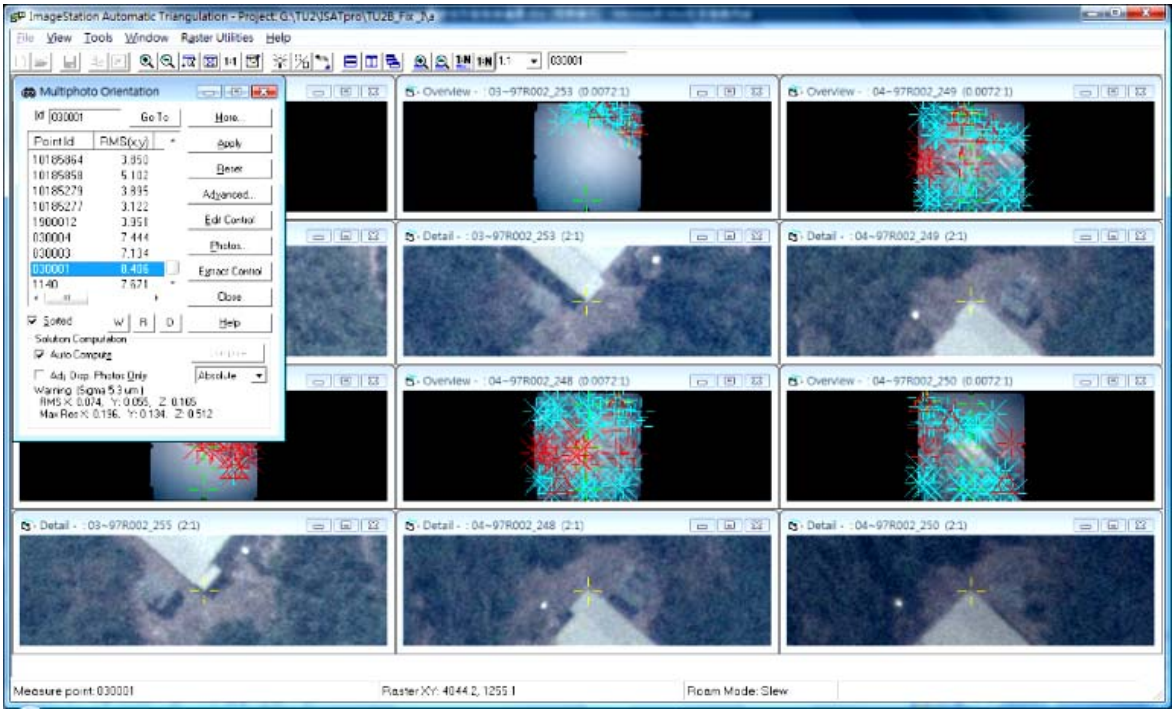


圖 3.4　空中三角測量模組操作畫面

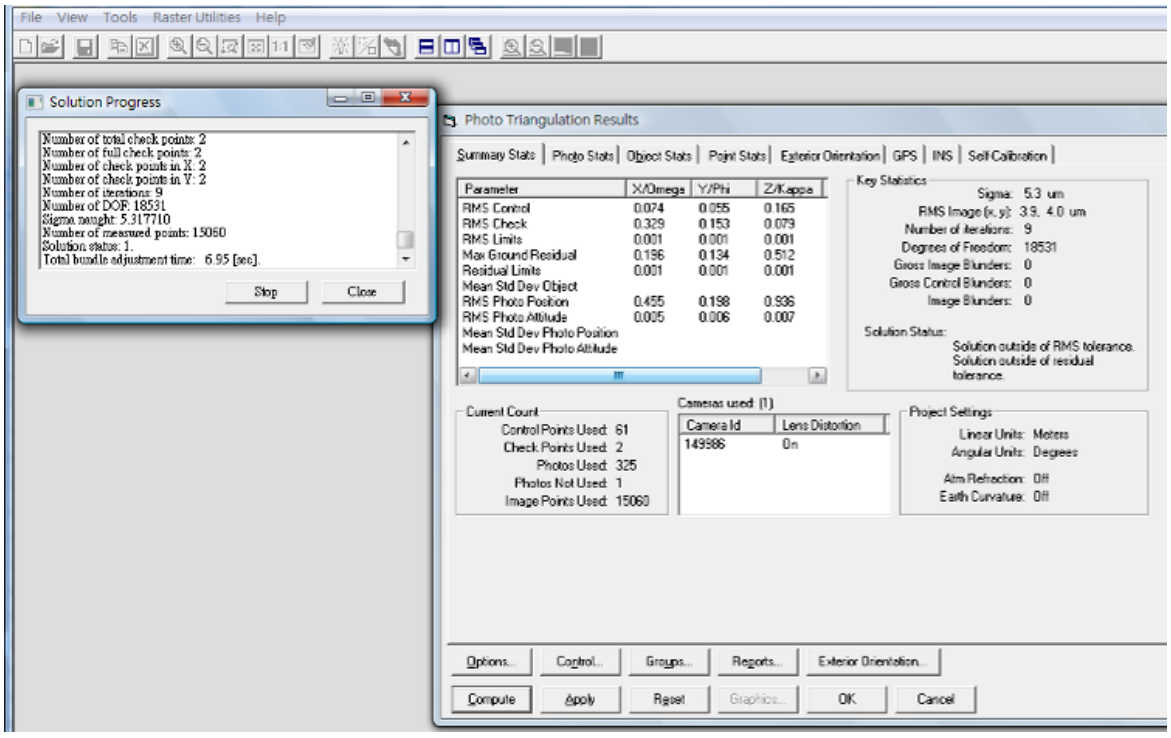


圖 3.5　空中三角測量 ISAT 光束法平差操作畫面

（5）幾何變形：數位式相機無內方位各框標點（影像四個角點），其畸變差參數由近景攝影測量軟體率定鏡頭參數。

（6）評估精度指標：空三計算評估精度指標已有相當成熟之一套評估方式。可從自由網與控制網之 sigma 增量比較與其個別 sigma 值、控制點之殘差量與檢核點之殘差量等指標評估。

（二）數值立體製圖

數值立製修測地形圖應在數值立體測圖儀或數值航測影像工作站（如圖3.6）內進行。



圖 3.6　數值立體製圖儀

（三）正射糾正與鑲嵌

影像正射糾正需要的資料包含影像、影像之空三資料（IMU 得到或由空三資料解算所得）、數值高程模型（DSM）。攝影站 o、相片上點 a 與地面點 A 爲共線關係（圖 3.7），共線條件式（Colinearity Condition）爲：

$$x = -f\frac{a_{11}(X-X_0)+a_{12}(Y-Y_0)+a_{33}(Z-Z_0)}{a_{31}(X-X_0)+a_{32}(Y-Y_0)+a_{33}(Z-Z_0)}$$

$$y = -f\frac{a_{21}(X-X_0)+a_{22}(Y-Y_0)+a_{23}(Z-Z_0)}{a_{31}(X-X_0)+a_{32}(Y-Y_0)+a_{33}(Z-Z_0)}$$

$$A=\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} = f(\omega,\phi,\kappa)$$

；A 爲 Orthogonal Matrix 即 A^{-1}=AT

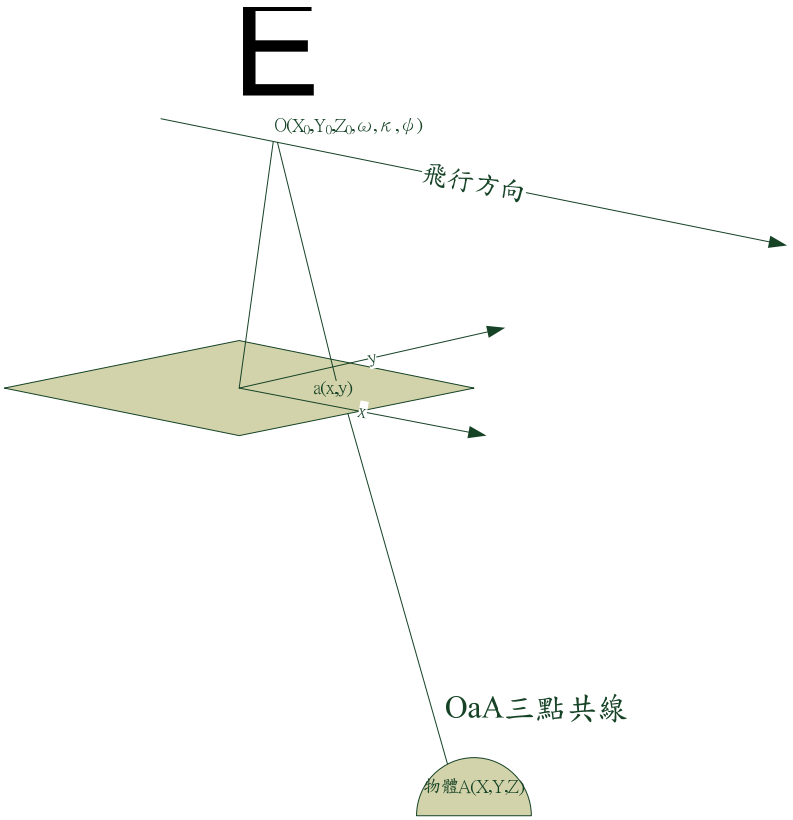


圖 3.7　攝影點、相片與物體關係示意圖

圖 3.8 爲製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖，使用軟體爲 Image Station OrthoPro（ISOP）：

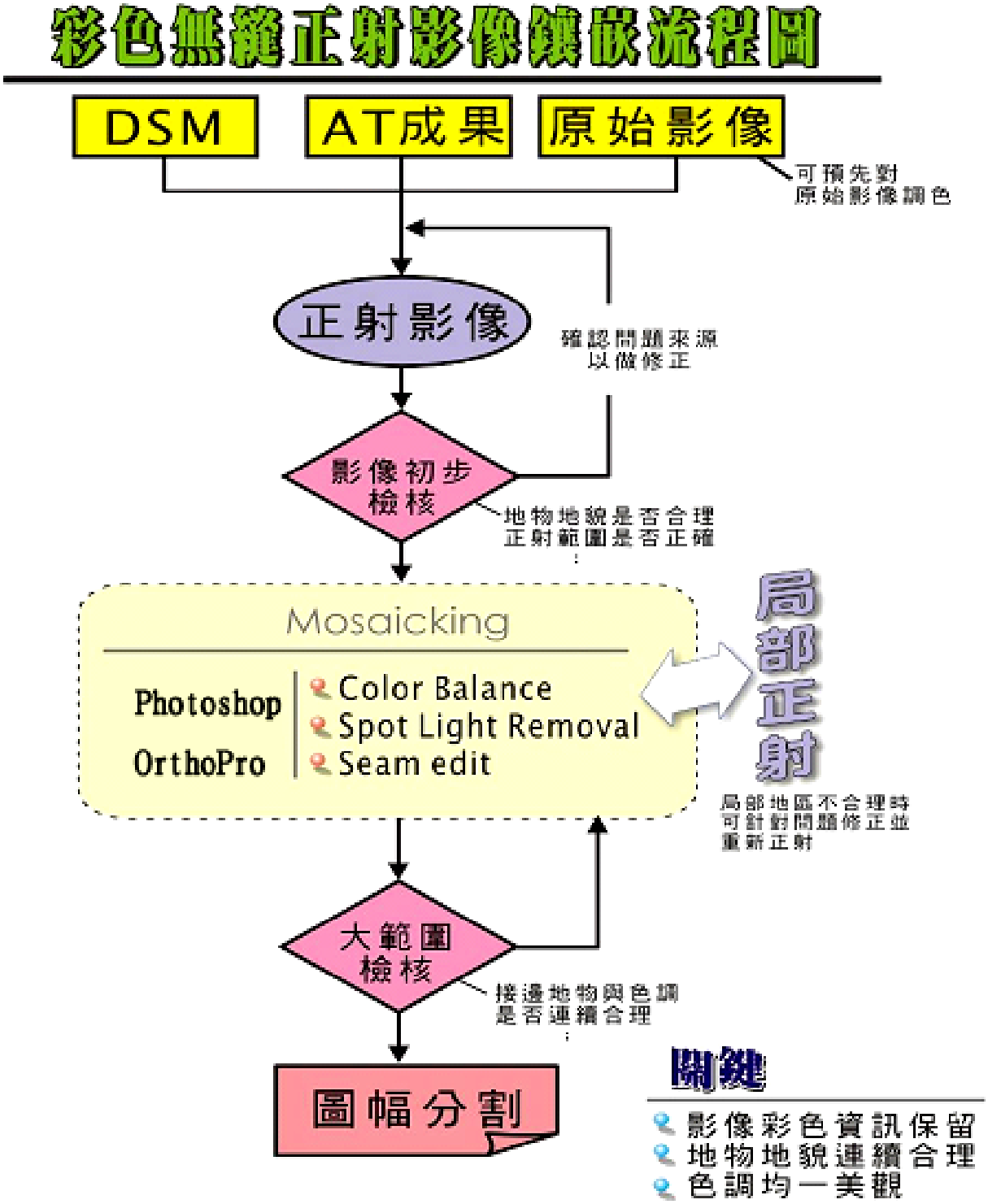


圖 3.8　製作彩色無縫正射影像鑲嵌流程圖

圖 3.9 爲本專案正射接圖原則。圖下方說明一張圖幅是由 3 張航拍單張影像拼接而成，進而形成 1 區，由數張同一直線之 1 區可拼接成一航帶之 2 區，由數條航帶可製作出一個區塊，最終成果爲位於右上方之圖。

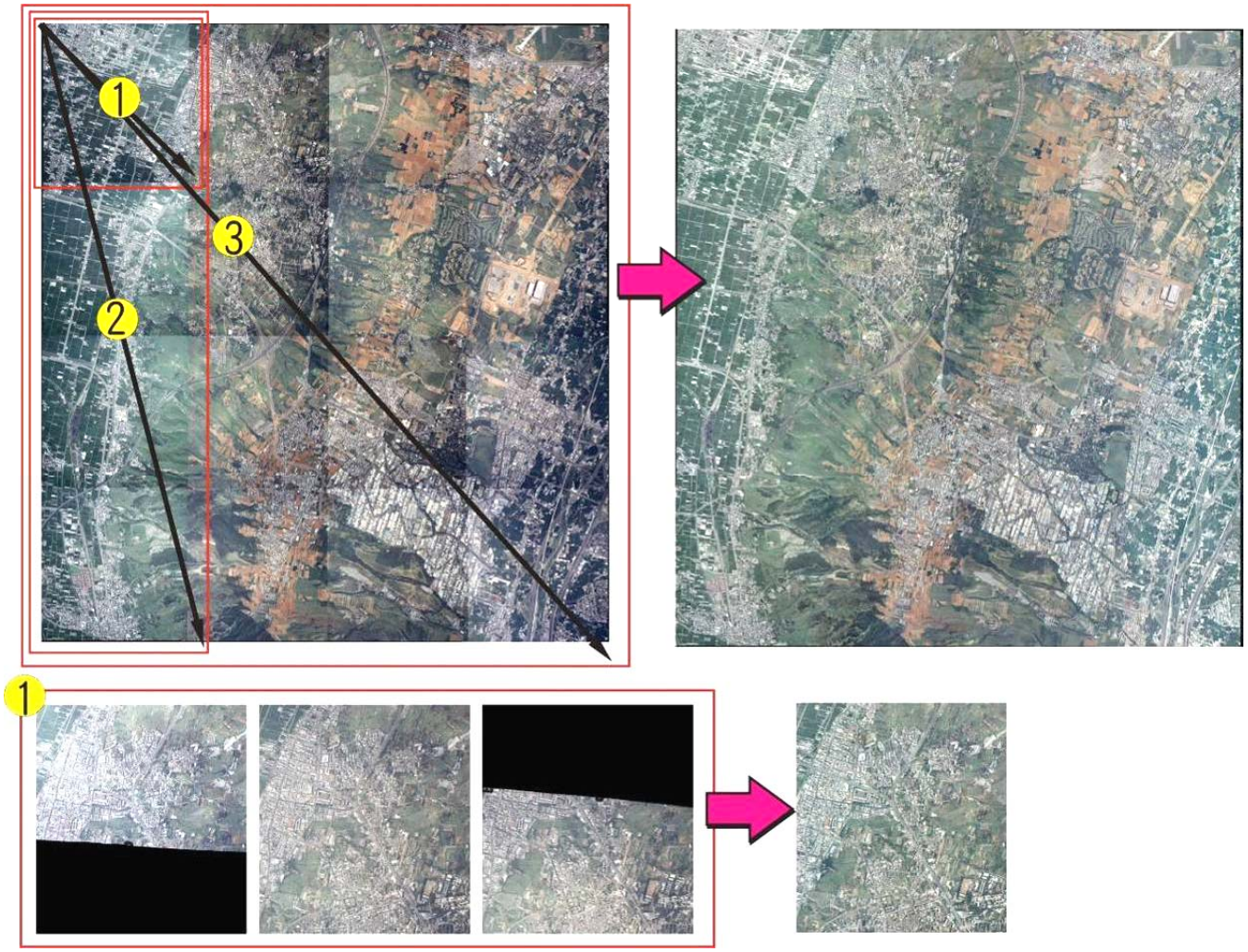


圖 3.9　正射拼接示意圖

（四）製作立體地形模型：

利用立體像對自動產製立體地形模型，如圖 3.10 所示，主要爲利用影像空三平差之外方位資料，以自動匹配的方法產製，步驟如下：

（1）空中三角平差成果導入；

（2）自動影像匹配產製 DEM（Digital Elevation Model）；

（3）匹配成果檢核與編修；

（4）DEM 邊修與檢核。

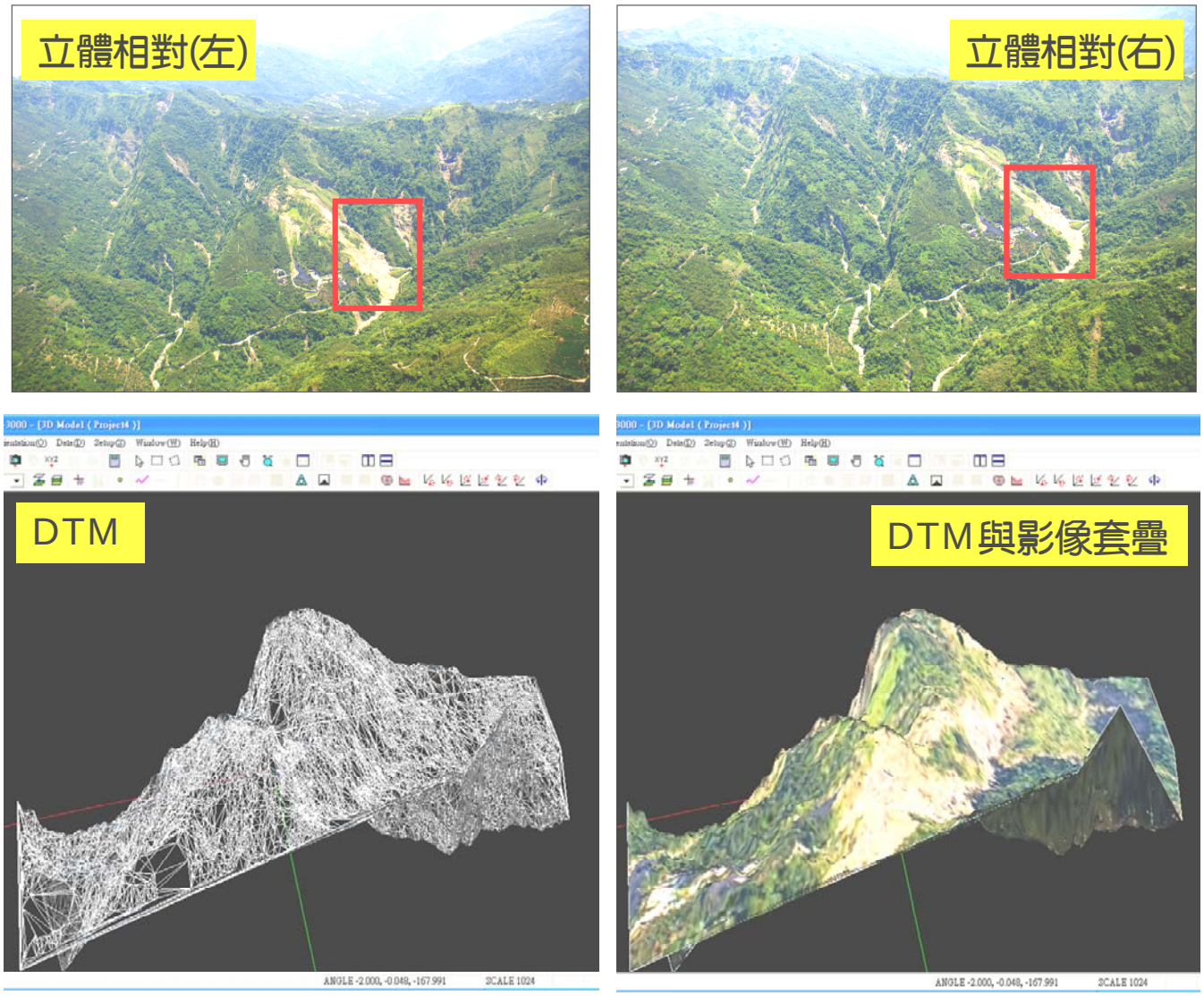


圖 3.10　UAV 影像製作立體地形模型示意圖

3.3　立體地形模型成果展示：

●4.5K 崩塌地全景：



●4.5K 道路上下邊坡特寫：



●5.4K 崩塌地全景：



●5.4K 道路上下邊坡特寫：



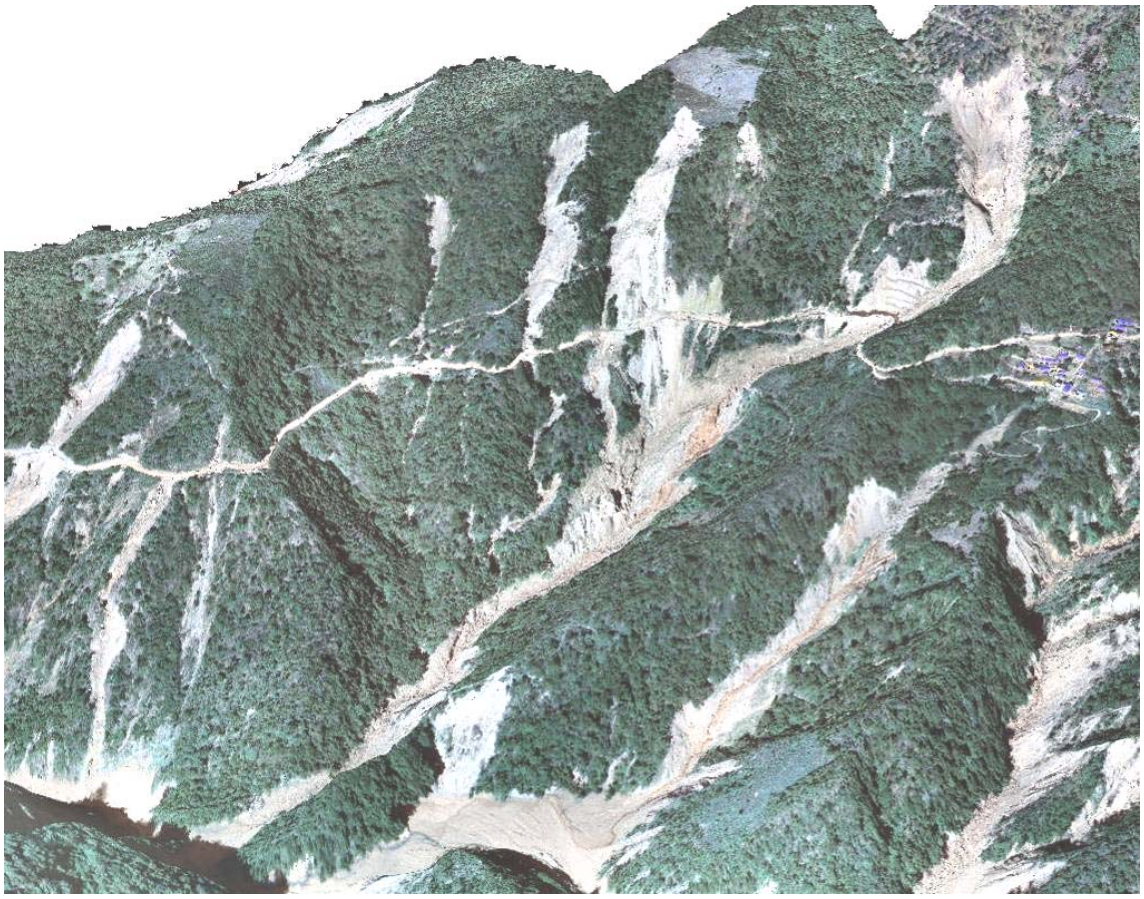
●9.0K 崩塌地全景：



●9.0K 道路上下邊坡特寫：



●10.0K 崩塌地全景：



●10.0K 道路上下邊坡特寫：



●10.6K 崩塌地全景：



●10.6K 道路上下邊坡特寫：



●11.1K 崩塌地全景：



●11.1K 道路上、下邊坡：



●11.3K 崩塌地全景：



●11.3K 道路上、下邊坡：



●12.6K 崩塌地全景：



●12.6K 道路上、下邊坡：



●13.2K 崩塌地全景：



●13.2K 道路上、下邊坡：



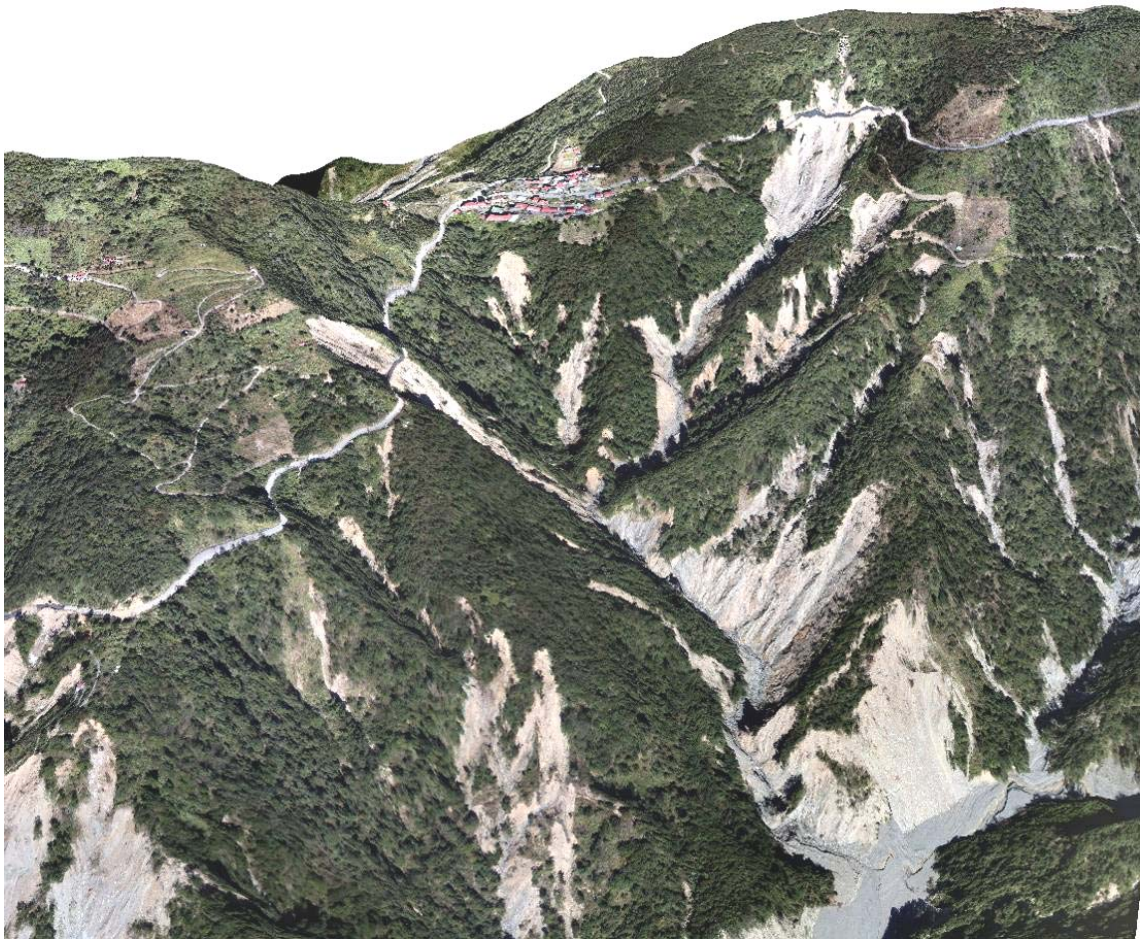
●14.1K 崩塌地全景：



●14.1K 道路上、下邊坡：



●15.3K 崩塌地全景：



●15.3K 道路上、下邊坡：



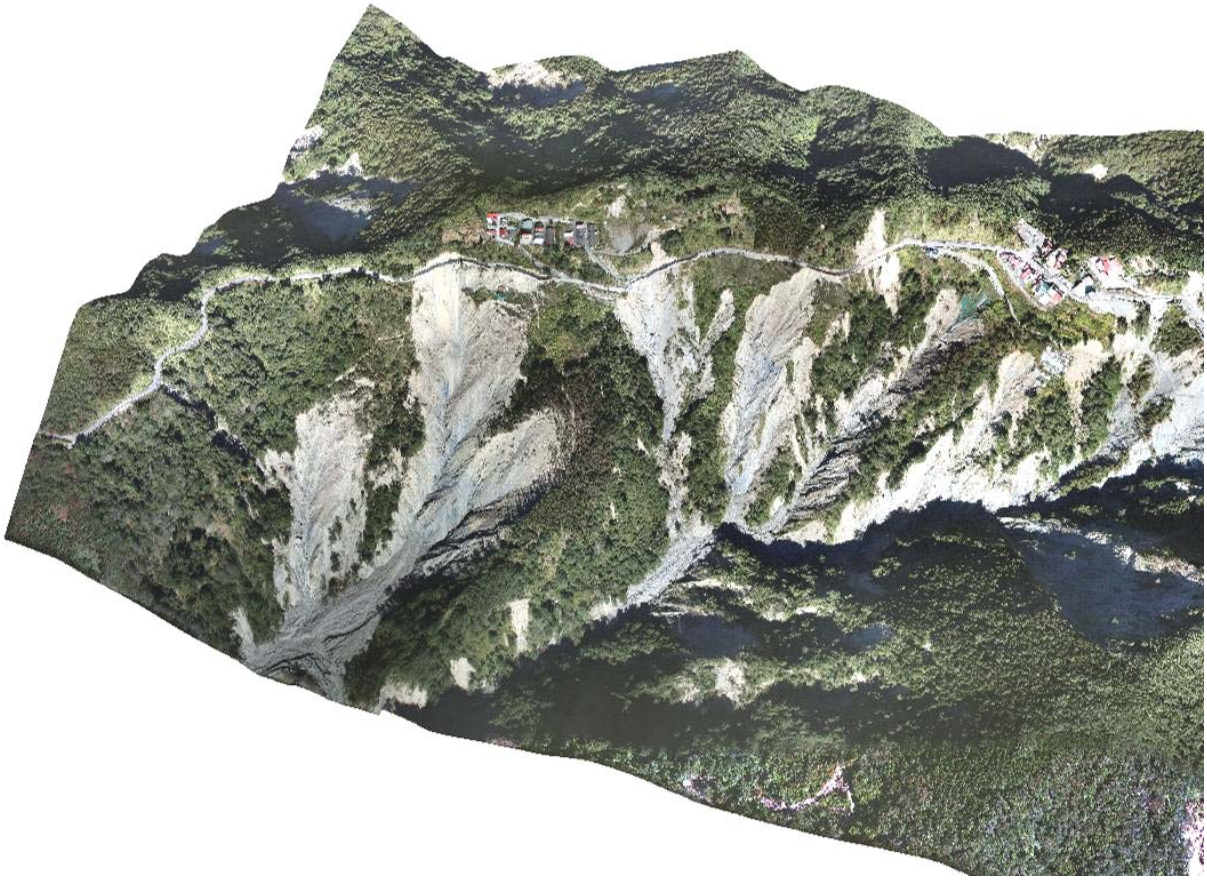
●18.0K 崩塌地全景：



●18.0K 道路上、下邊坡：



●18.4K 崩塌地全景：



●18.4K 道路上、下邊坡：



●18.6K 崩塌地全景：



●18.6K 道路上、下邊坡：



●19.0K 崩塌地全景：



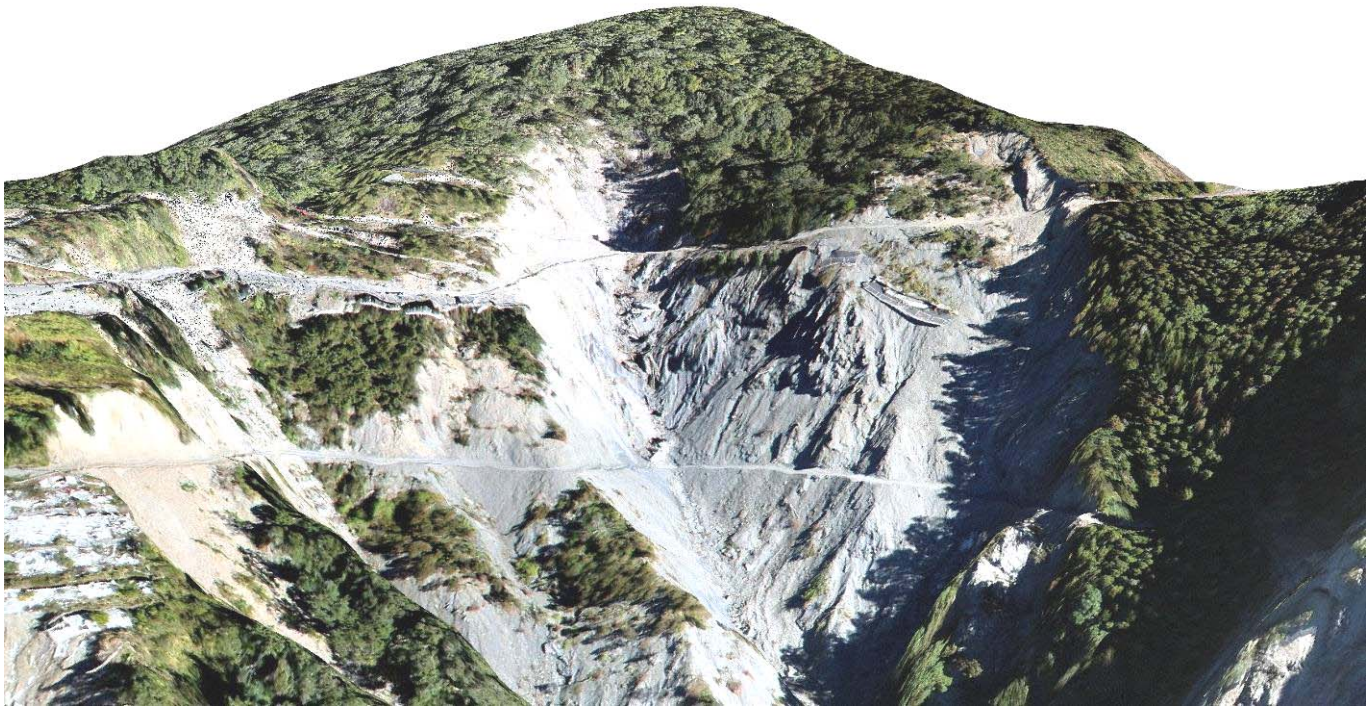
●19.0K 道路上、下邊坡：



●19.4K 崩塌地全景：



●19.4K 道路上、下邊坡：



3.4　土地權屬套繪工作計畫

藤枝林道地籍所屬高雄縣美濃地政事務所管轄，地籍資料可透過美濃地政事務所申請取得，並與各路基災害點周邊相鄰所有崩塌區域與坑溝之航照圖、地形圖進行套繪。後續將陸續增加公有地與私有地標示以及後續規劃整治方案所需取得之用地範圍，作爲日後整治工程用地取得參考之重要依據。

以下爲本案所列管之 16 處崩塌地周邊土地權屬套繪成果：

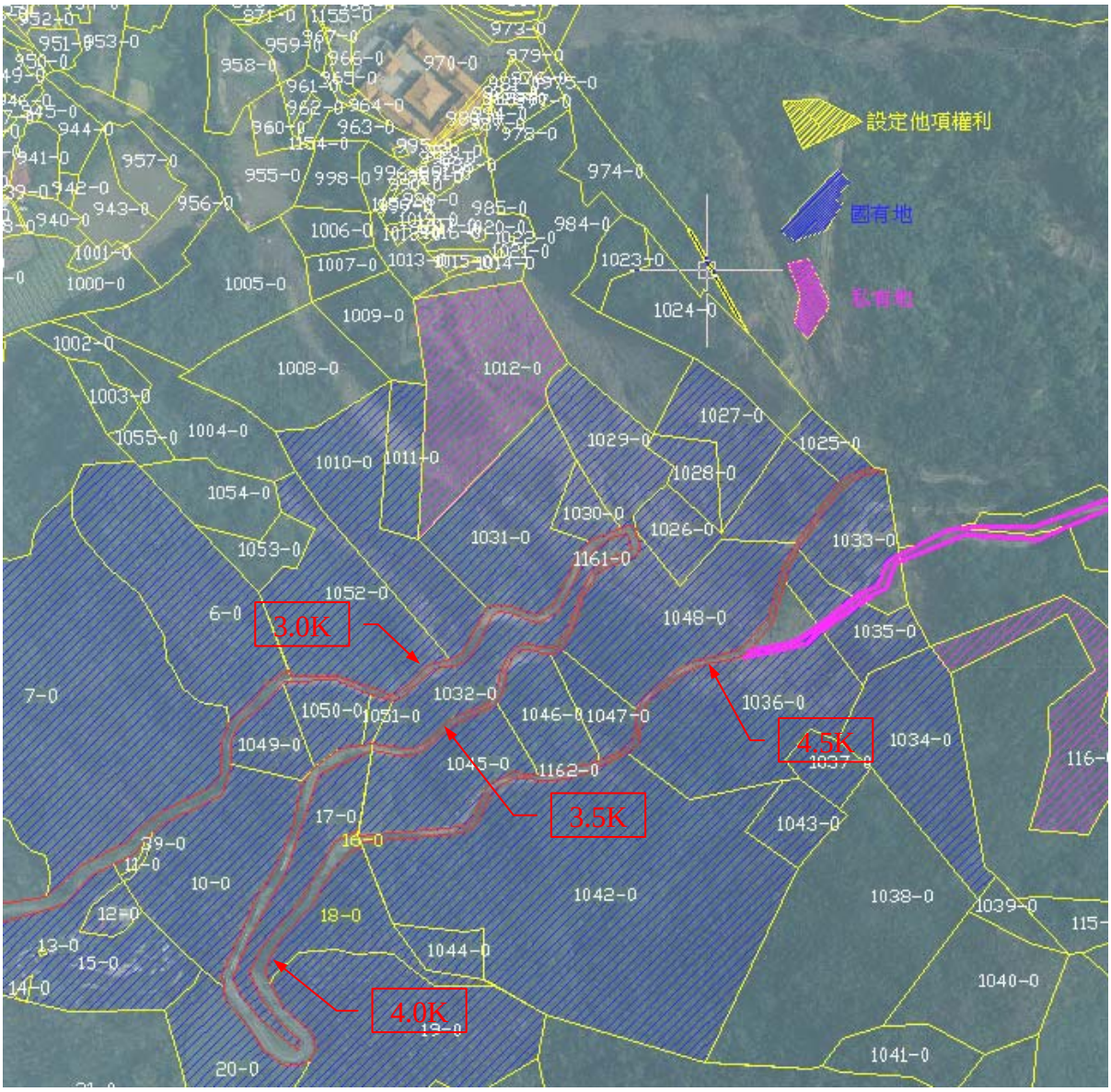


圖 3.11　藤枝 4.5K 周邊土地權屬套繪成果

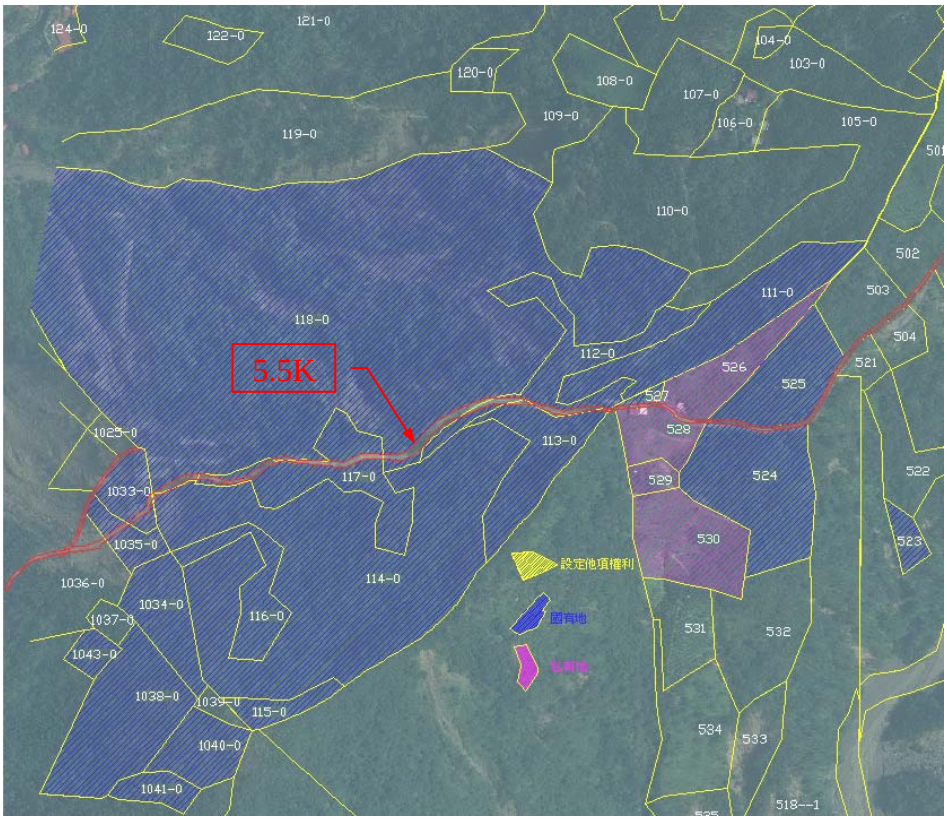


圖 3.12　5.4K 周邊土地權屬套繪成果

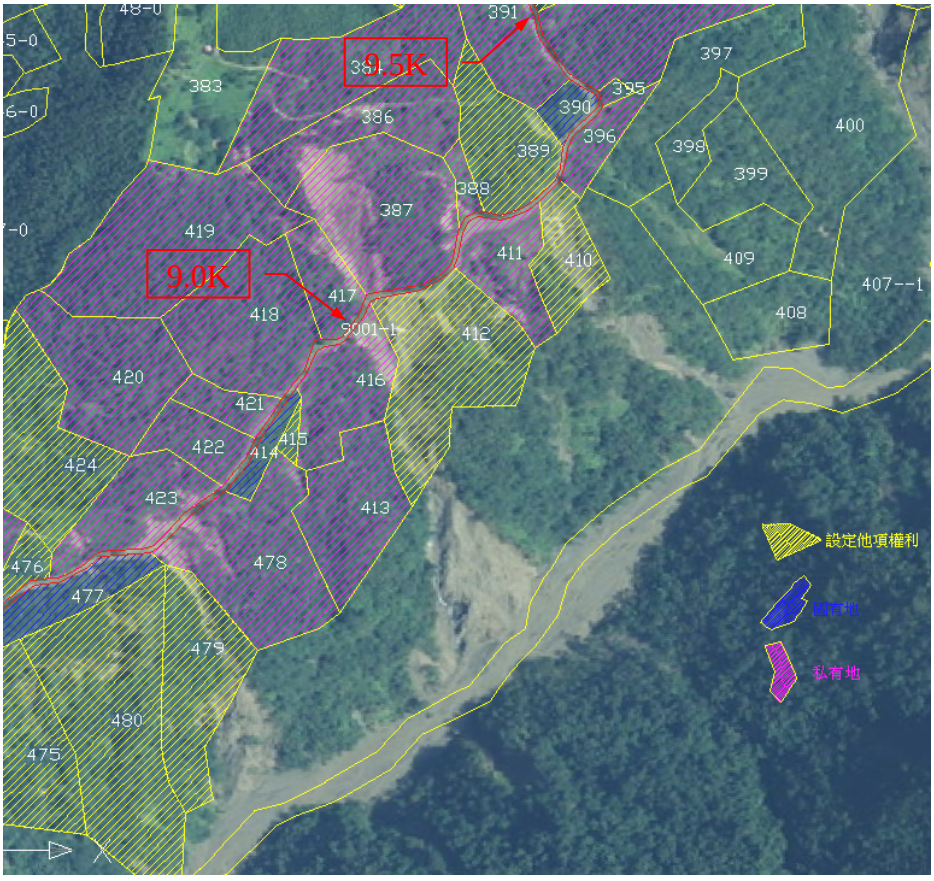


圖 3.13　藤枝 9.0K 周邊土地權屬套繪成果

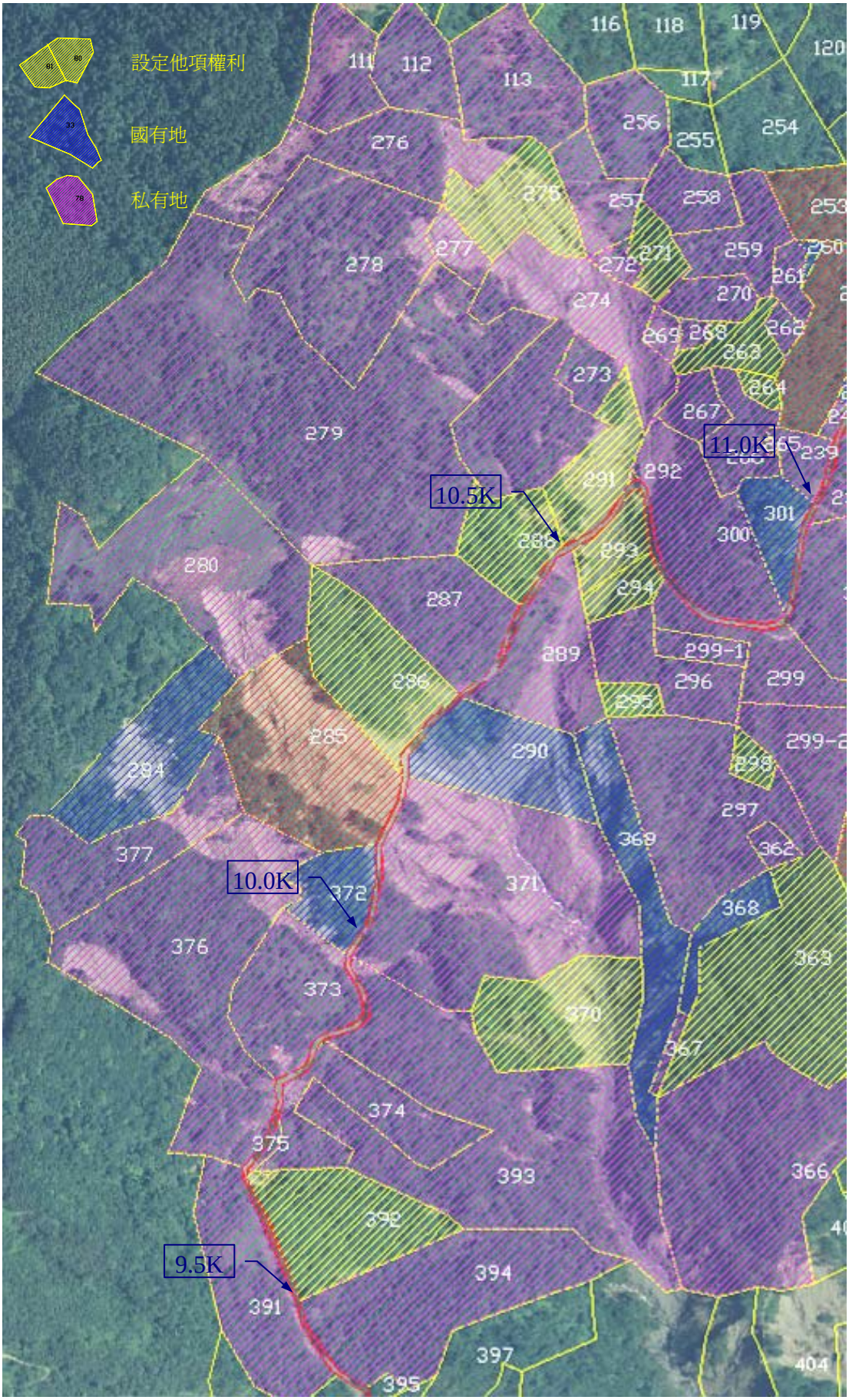


圖 3.14　藤枝 10.0K 與 10.6K 周邊土地權屬套繪成果

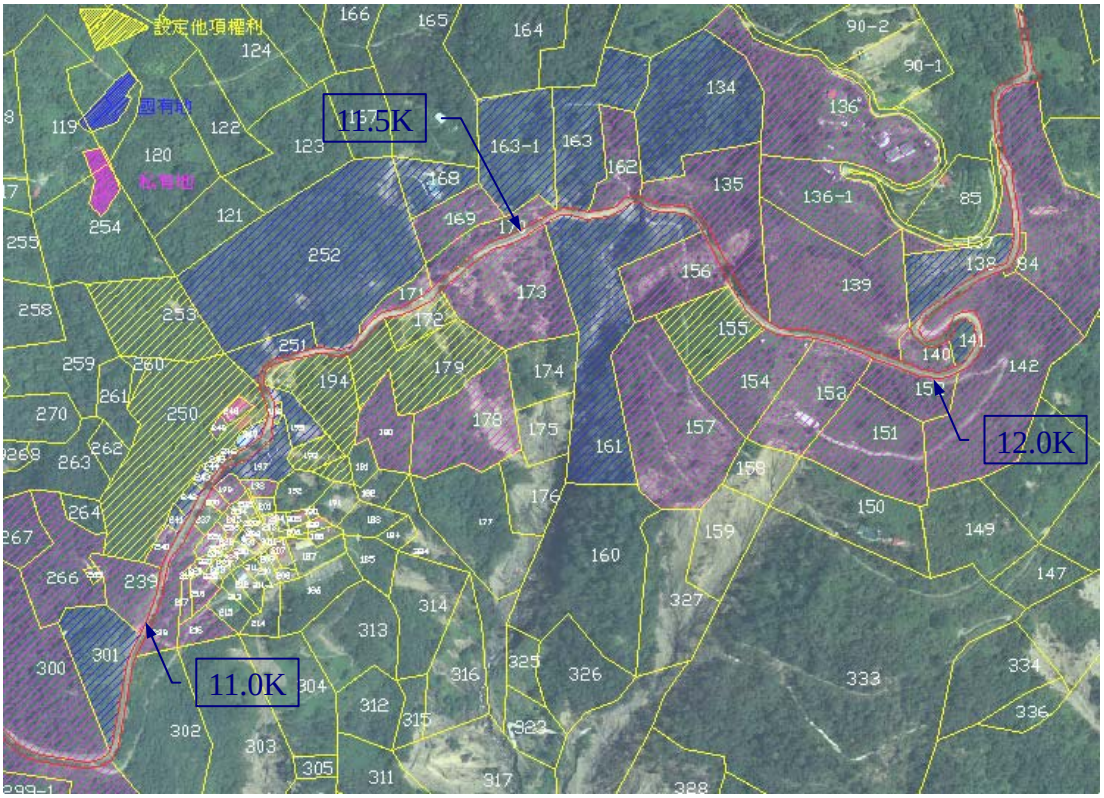


圖 3.15　藤枝 11.1K 與 11.6K 周邊土地權屬套繪成果

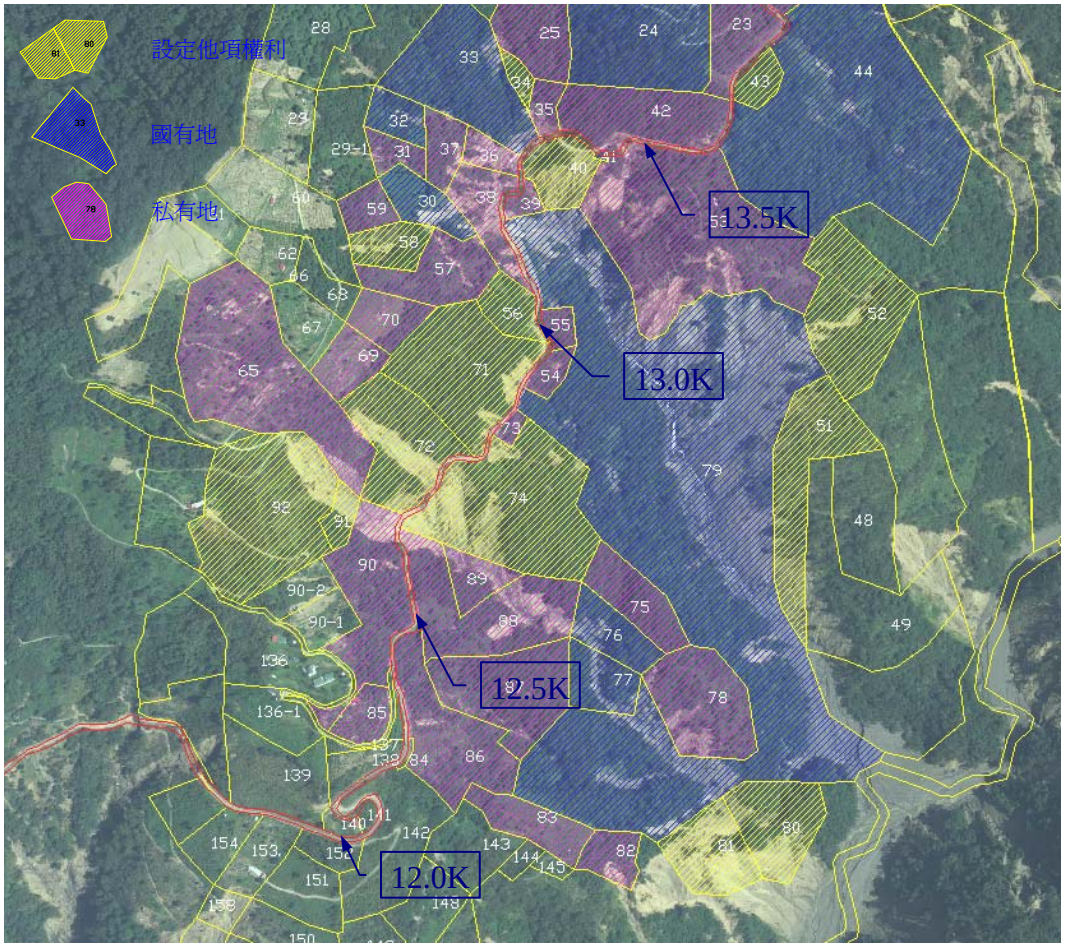


圖 3.16　藤枝 12.6K 與 13.2K 周邊土地權屬套繪成果

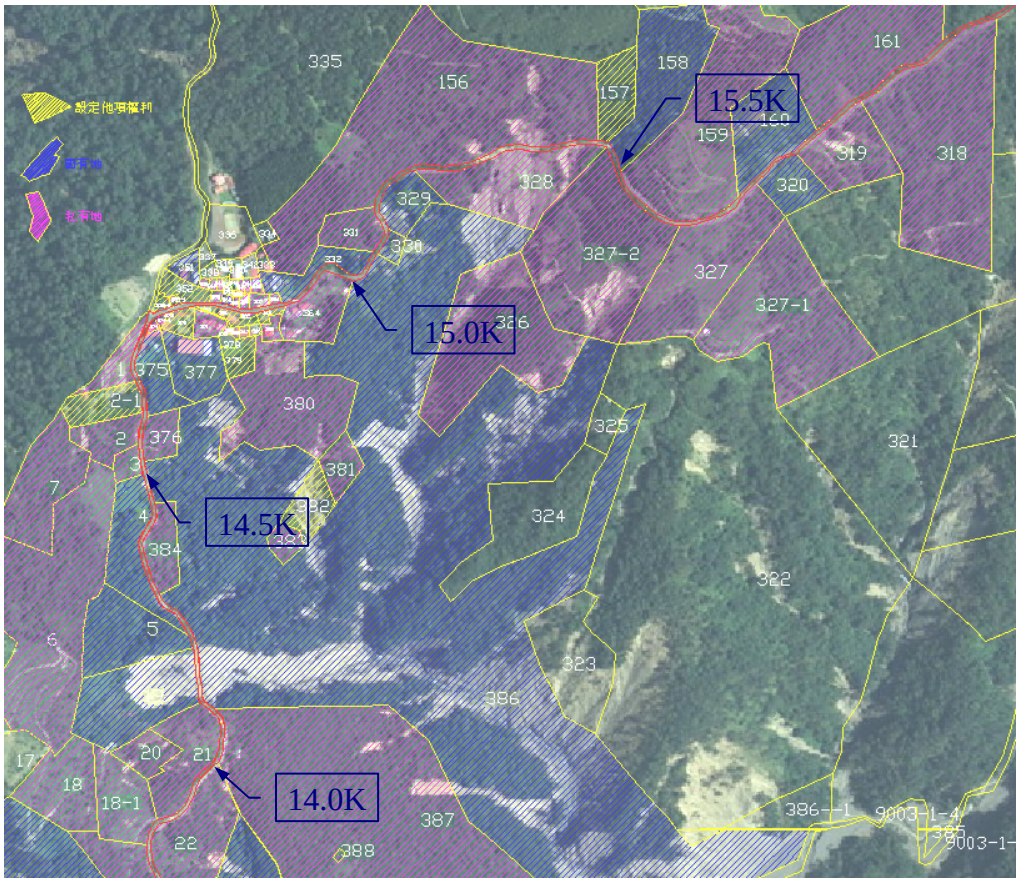


圖 3.17　藤枝 14.1K 與 15.3K 周邊土地權屬套繪成果

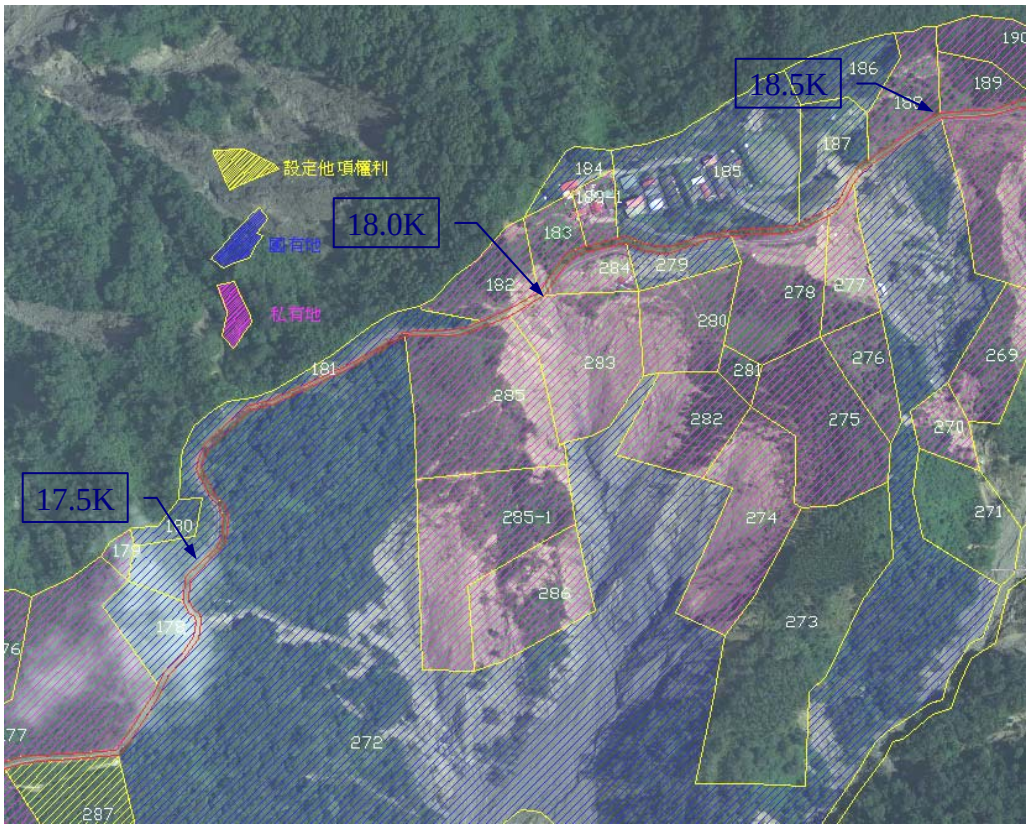


圖 3.18　藤枝 18.0K 周邊土地權屬套繪成果

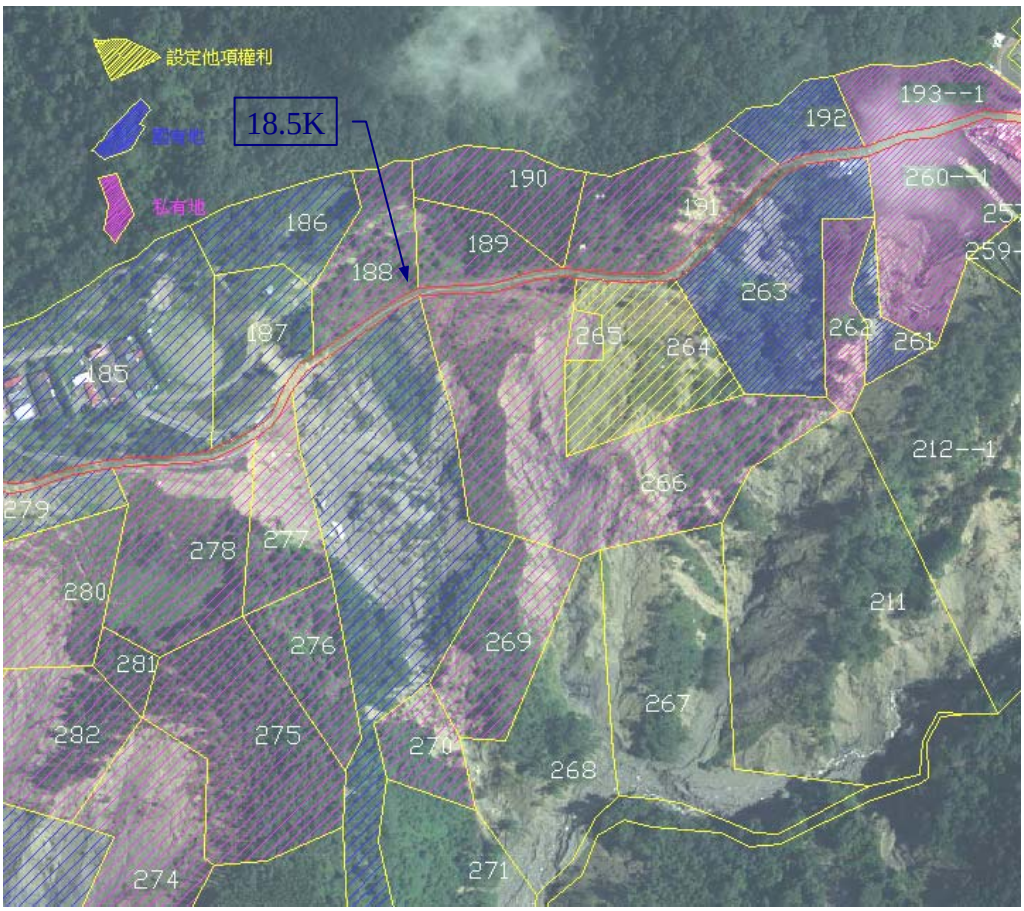


圖 3.19　藤枝 18.4K 與 18.6K 周邊土地權屬套繪成果

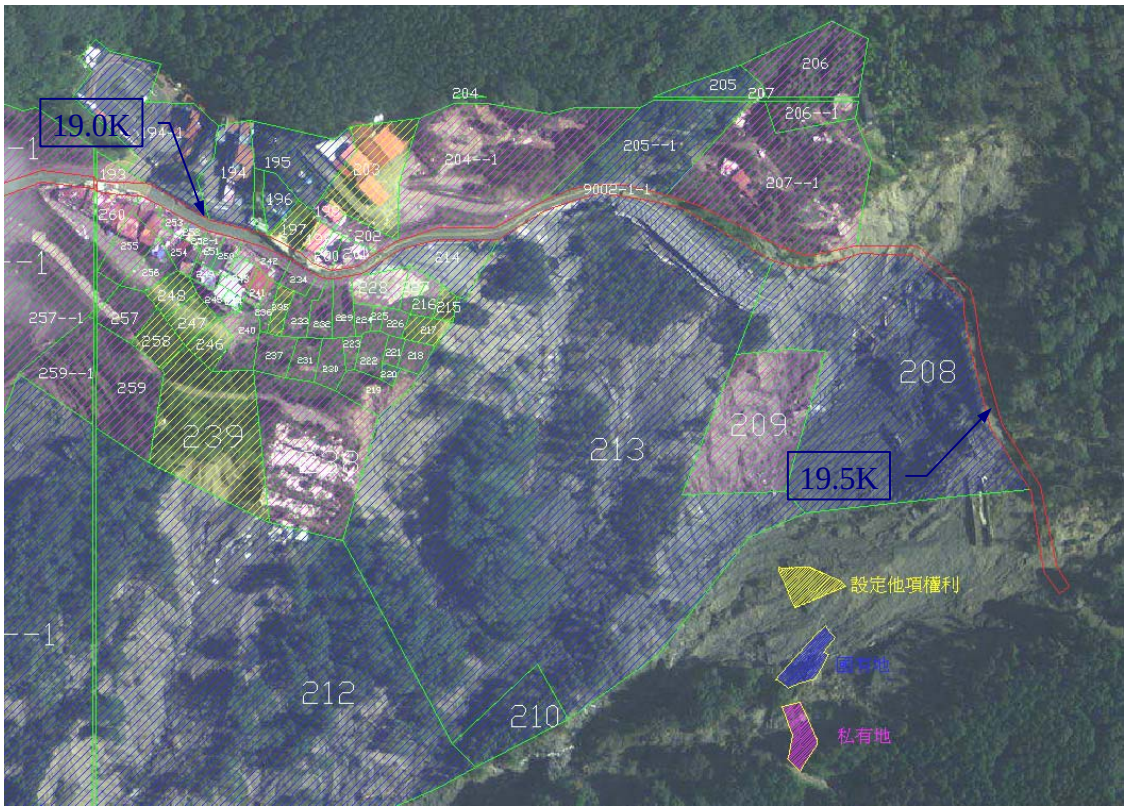


圖 3.20　藤枝 19.0K 至 19.4K 周邊土地權屬套繪成果

第四章　基本資料調查成果

4.1　基本資料蒐集

（一）人文

藤枝林道全線 19.7 公里，目前當地村民居住地主要集中四處區塊：第一區塊爲藤枝林道 11.1K 寶山村，約 40 棟房舍。第二區塊爲藤枝林道 14.6K 二集團，是本林道沿線最大部落，其中包含寶山國小及房舍約 60 棟。第三區塊爲藤枝林道 18.0K 藤枝新部落，房舍約 25 棟，第四區塊藤枝林道 19.0K 藤枝森林遊樂區大門至石山林道管制站，房舍約 30 棟。

六龜至藤枝間主要有原住民布農族的分佈，是藤枝周邊重要的人文資源；過去林道尚未擴寬前因交通不便，當地居民以打獵、農耕維生，自給自足。然而因森林遊樂區的經營，道路拓寬也帶動起人潮，森林遊樂區前餐廳民宿林立、農產品販售，居民爲供給這不小的商機，農地開墾由最初的自給自足到目前大範圍的開墾種植果樹，形成藤枝林道現今之樣貌。

（二）特定水土保持區

「特定水土保持區」是指一個地區，因受自然現象或人爲活動的影響，嚴重損害攸關國計民生賴以維生的水土資源或可能導致土石災害，經中央或直轄市主管機關劃定爲極需加強實施水土保持處理與維護，以有效防制水土災害發生或擴大地區。

中華民國九十八年八月莫拉克颱風帶來驚人的雨量重創南台灣，因此政府成立莫拉克重建委員會推動莫拉克颱風災後重建工作，藤枝林道爲連接六龜鄉至藤枝國家森林遊樂區主要聯外道路，沿路分別經過舊潭、寶山、二集團與藤枝共四個部落，本次風災造成藤枝林道邊坡崩塌與路基流失嚴重，經各方面專家實地考察研判，莫拉克重建委員會將寶山區域劃定爲「安全堪慮」之區域，但全線並未列入特定水土保持區域，因此本計劃不詳加說明。

（三）生態環境

藤枝國家森林遊樂區位於亞熱帶至暖溫帶地區，森林含括天然林及人工林，天然林以楠榕及楠櫧林帶爲主，約有 403 公頃，其他都爲造林地。受地形影響，主要可分爲兩個區域，一爲熱帶高山闊葉霧林的山坡環境，主要以樟科、殼斗科植物爲主；而山脊線環境則以西施花、木荷、台灣蘋果等爲主，其中闊葉林上帶的代表樹種—木荷在本區族群量不少。本區的向南坡面上常出現台灣稀有蕨類，其親源與東南亞地區的蕨類相近，這可能是因爲西南氣流夾帶孢子遠渡重洋來台，在這裡的迎風坡面上落地生長。這些特殊的蕨類分布亦爲本區另一代表性生態特色。〈**本文資料主要摘自台灣山林悠遊網**〉。

本區與出雲山自然保留區彼鄰，野生動物豐盛，主要哺乳類有赤腹松鼠、台灣獼猴、山羌、長鬃山羊、山豬、水鹿、台灣黑熊、果子貍等；本區鳥類資源極爲豐富，經調查目錄計 22 科 45 屬 56 種，主要包括冠羽畫眉、白耳畫眉、棕面鶯、灰喉山椒、青背山雀等野鳥，幾乎全部中、低海拔的鳥類均見於藤枝。昆蟲種類亦相當豐沛，蝶類、蛾類及其他昆蟲相當多，包括本省最大的金龜子長臂金龜、鍬形蟲、獨角仙等，細蝶也是難得一見的美景。蟬的族群也很多，包括熊蟬、薄翅蟬、油蟬及台灣斧蟬等。



圖 4.1　黃豹天蠶蛾與山羌

（四）2000 年至 2009 年之間災害情形及處理情形等資料說明：以下彙整藤枝林道沿線歷年災害沿革，評估分析各災害點與 2009 年莫拉克風災關係，匯入後續整體治理規劃中。

編號	里程	年份	現況說明	現況照片	
1	1.5K～1.9K	2004 / 7 月（敏督利颱風）	1.9K（新 1.85K）路基崩塌損壞長度約 45M 寬約 4.5M 1.9K（新 1.85K）下邊坡崩塌損壞深度約 150M 寬約 4.5M		
		2005 / 7 月（海棠颱風）	1.87K（新 1.82K）路基崩塌損壞長約 100M 寬 5M 1.87K（新 1.82K）下邊坡擋土牆傾倒崩塌損壞深度約 10M 寬約 20M		
		2005 / 7 月（海棠颱風）	1.9K（新 1.85K）路基斷裂崩塌損壞長度約 100M 寬約 6M 1.9K（新 1.85K）路基崩塌損壞長度約 100M 寬約 6M		
		2005 / 7 月（海棠颱風）	1.9K（新 1.85K）下邊坡崩塌 損壞深度約 150M (下側邦腹溪溪流沖刷)		
		2006 / 6 月（6 月 9 日暴雨）	1.5K~2.0K（新 1.45K~1.9K）邊坡崩落路基流失約 100M 下邊坡沖蝕深度約 200M		
		2008 / 7 月（卡玫基颱風）	1.85K（新 1.76K）上邊坡崩落約 20M 高度約 30M 1.95K（新 1.85K）下邊坡崩落約 20M 高度約 90M		

編號	里程	年份	現況說明	現況照片
2	2.0K～3.9K	2004/7月(敏督利颱風)	2.2K（新2.15K） 上邊坡崩塌坍方 損壞長度約200M 寬約6M	
		2004/7月(敏督利颱風)	2.45K（新2.32K） 上邊坡崩塌坍方 損壞長度約30M 寬約6M	 
		2004/7月(敏督利颱風)	2.1K（新1.95K） 擋土牆裂縫總長約100M 路面裂縫下陷寬約8M 計2處	 
		2007/8月（聖帕颱風）	2.01K（新1.96K） 上邊坡崩落側滑 損壞寬度約90M 高度約80M	 
		2007/8月（聖帕颱風）	2.1K（新2.05K） 邊溝下陷 流水中斷 總長度約50m	
		2008/7月（卡玫基颱風）	3.8K（新3.7K） 回頭彎過後 上邊坡崩落側滑 損壞寬度約20M 高度約50M	

編號	里程	年份	現況說明	現況照片	
3	4.0K～6.5K	2004 / 7 月（敏督利颱風）	5.6K~5.85K （新 5.45K~5.7K） 路面斷裂及下陷 路基損壞約 200M 寬度約 6M		
		2004 / 7 月（敏督利颱風）	6.0K（新 5.85K） 上邊坡落石坍方 長度約 50M 高度約 40M		
		2005 / 7 月（海棠颱風）	4K~4.1K （新 3.85K~4.0K） 路面斷裂及下陷 路基損壞約 150M 寬度約 6.5M		
		2005 / 7 月（海棠颱風）	6.3K（新 6.2K） 路面斷裂及下陷 下邊坡崩塌滑移 長度約 40M 寬度約 6M		
		2005 / 7 月（海棠颱風）	6.4K（新 6.3K） 下邊坡崩塌深度 50M 路基損壞流失寬約 3M 長度約 30M		
		2005 / 7 月（海棠颱風）	6.48K（新 6.36K） 上邊坡崩塌 高度約 20M 寬約 3M 長度約 10M		

編號	里程	年份	現況說明	現況照片
4	7.0K～8.9K	2005/7月(海棠颱風)	7.4K（新 7.1K） 下邊坡崩塌路基下陷 深度約 10M 路基損壞流失 寬約 4M 長度約 30M	
		2005/7月(海棠颱風)	7.53K（新 7.22K） 下邊坡崩塌路基下陷 側滑深度約 20M 路基損壞流失 寬約 2M 長度約 20M	
		2005/7月(海棠颱風)	7.57K（新 7.26K） 邊坡側滑、路基下陷 側滑深度約 25M 路基損壞流失 寬約 3M 長度約 40M	
		2005/7月(海棠颱風)	8.15K（新 7.84K） 路基邊坡側滑下陷側滑 深度約 10M 路基損壞寬約 4M 長度約 20M	
		2006/6月（6月9日暴雨）	7.8K（新 7.66K） 路基下陷側滑 深度約 30M 路基損壞流失 寬約 3M 長度約 20M	 
		2008/7月（卡玫基颱風）	8.5K（新 8.3K） 上邊坡崩落約 30M 高度約 40M 8.95K（新 8.5K） 下邊坡崩落約 15M 高度約 40M 寬約 3M	 

編號	里程	年份	現況說明	現況照片
5	7.0K～8.9K	2005/7月(海棠颱風)	9.34k（新 8.48K） 上邊坡側滑約 70M 高度約 50M	
		2005/7月(海棠颱風)	9.39k（新 8.65K） 下邊坡側滑深度 50 m、 路基下陷流失寬度 4m 長度約 150M	
		2005/7月(海棠颱風)	9.46k（新 8.72K） 上邊坡側滑約 60M 高度約 40M 下邊坡側滑崩落約 50M 深度約 40M 寬約 4M	 
		2007/8月（聖帕颱風）	9.6k（新 9.46K） 邊坡滑落路基下陷 下邊坡側滑崩落約 30M 深度約 40M 寬約 3M	 
		2007/8月（聖帕颱風）	9.65k（新 9.52K） 邊坡滑落高度約 20M 沖毀防落石柵約 15M	
		2008/7月（卡玫基颱風）	9.2k（新 9.02K） 上邊坡側滑 高度約 15M 下邊坡路基流失 約 10M	

編號	里程	年份	現況說明	現況照片	
6	10.0K～11.9K	2004/7月(敏督利颱風)	10.0k（新 9.02K） 上邊坡坑溝側滑坍方 高度約 25M 路基破壞約 25M		
		2004/7月(敏督利颱風)	11.7k（新 11.4K） 下邊坡路基崩塌 破壞長度約 50M 寬度約 2.5M		
		2004/7月(敏督利颱風)	11.8k（新 11.5K） 下邊坡路基崩塌 下陷流失長度約 30M 寬度約 3M		
7	12.0K～12.9K	2004/7月(敏督利颱風)	12.6k（新 12.15K） 路面及路基崩落 長約 150M 寬約 2.5M 下邊坡崩塌 破壞深度約 50M		
8	13.0K～13.9K	2005/7月(海棠颱風)	13.1 K（新 12.8K） 下邊坡側滑崩落 長度約 100M 高約 40M 路基流失寬約 3M 13.2K（新 12.94K） 下邊坡崩落約 40M 高度約 40M		
		2005/7月(海棠颱風)	13.48K（新 13.22K） 上邊坡崩落側滑 約 30M 高度約 20M 下邊坡路基崩落 約 25M 深度約 30M 寬約 3M		

編號	里程	年份	現況說明	現況照片
9	14.0K～14.9K	2005/7月(海棠颱風)	14.5K（新 14.15K） 上邊坡側滑 約 30M 高度約 20M	
		2007/8月（聖帕颱風）	14.5K（新 14.15K） 上邊坡側滑約 30M 高度約 20M 路基下陷約 10M	
10	15.0K～15.9K	2005/7月(海棠颱風)	15.8K（新 15.43K） 邊坡側滑 路基裂縫下陷 寬約 4M 長約 15M	
11	16.0K～16.9K	2005/7月(海棠颱風)	16.2K（新 15.82K） 邊坡側滑崩塌 路基崩裂下陷 寬約 2M 長約 25M	
		2005/7月(海棠颱風)	16.8K（新 16.5K） 農路上邊坡側滑高約 50M 寬約 80M 林道路基崩裂下陷 寬約 2.5M 長約 20M	 
		2006/6月（6月9日暴雨）	16.85K（新 16.55K） 農路邊坡側滑約 60M 林道路基下陷流失 寬約 4.5M 長度約 15M	 
		2007/8月（聖帕颱風）	16.85K（新 16.55K） 農路邊坡側滑 路面泥濘約 50M 寬約 3M	

編號	里程	年份	現況說明	現況照片
12	17.0K～17.9K	2005/7月(海棠颱風)	17.55K（新 17.14K） 下邊坡側滑約 30M 路基下陷流失 寬約 2.5M 深度約 15M	
		2007/8月（聖帕颱風）	17.0K（新 16.65K） 上邊坡側滑約 40M 路面泥濘寬約 6M 長度約 50M	
13	18.0K～18.9K	2005/7月(海棠颱風)	18.55K（新 18.2K） 下邊坡側滑約 40M 路基下陷流失 寬約 4.5M 深度約 30M	
		2005/7月(海棠颱風)	18.95K（新 18.6K） 下邊坡側滑約 10M 路基下陷流失 寬約 1.5M 深度約 10M	
		2006/6月（6月9日暴雨）	18.6K（新 18.42K） 下邊坡側滑約 30M 路基下陷流失 寬約 4.5M 深度約 80M	 
		2007/8月（聖帕颱風）	18.5K（新 18.15K） 下邊坡崩落側滑 長約 30M 寬約 40M 土壤流失深度約 70M	 
14	19.0K～19.5K	2005/7月(海棠颱風)	19.0K（新 18.68K） 邊坡側滑 路基裂縫下陷 寬約 3M 長約 30M	
		2005/7月（海棠颱風）	19.42K（新 19.26K） 停車場路基裂縫下陷 寬約 4.5M 長約 30M	

4.2 基本資料調查成果

莫拉克超大豪雨造成藤枝林道沿線邊坡崩塌與路基流失嚴重，圖 4.3 爲莫拉克風災狀況與航照彙整，特別如 4.5K、10.6K、18K、18.6K、19.4K 附近等大範圍路基崩塌路段。

本案基本資料調查爲了解邊坡滑動機制、災後地形地貌之差異、河床沖刷及兩岸淘刷、土砂淤積、可能致災地點等種種疑慮，故針對各主要列管崩塌地與週遭環境進行實地踏勘、地質研判。

既有構造物設施調查針對列管崩塌地週遭之路基構造物、排水設施與治山構造物做現況調查，歸納出至災原因以及建議日後修復之方式。此外，崩塌土方量估算因本計劃所需分析之崩塌地數量多且獨立，地層參數取得不易，因此崩塌面積由蒐集正射影像資料進行判釋，圈繪崩塌地之範圍，估算崩塌面積，配合現地崩塌地調查推估，乘上淺層崩塌厚度以求得崩塌土方量。

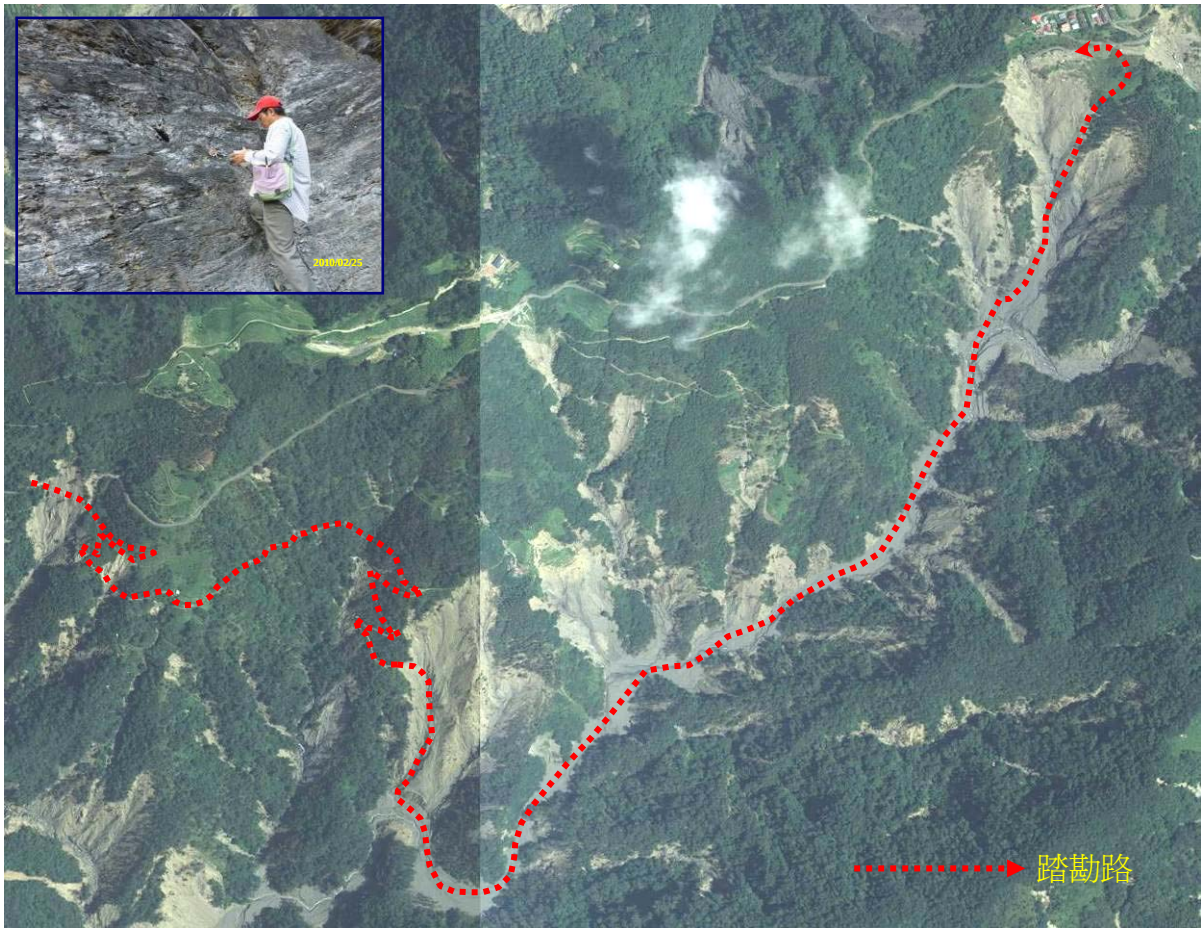


圖 4.2　18.0K 崩塌地踏勘路徑



▲10.5K



▲12.6k



▲13.2K



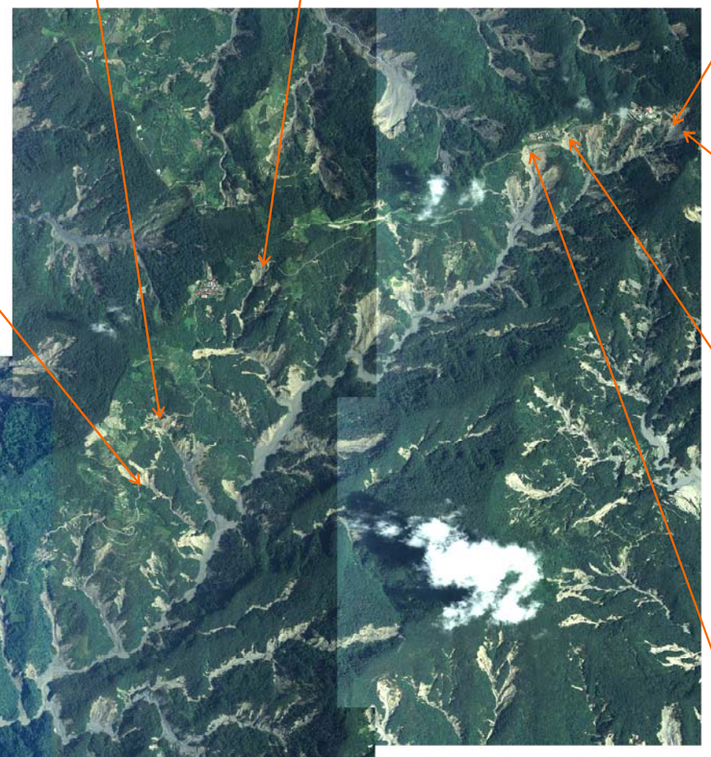
▲15.3K

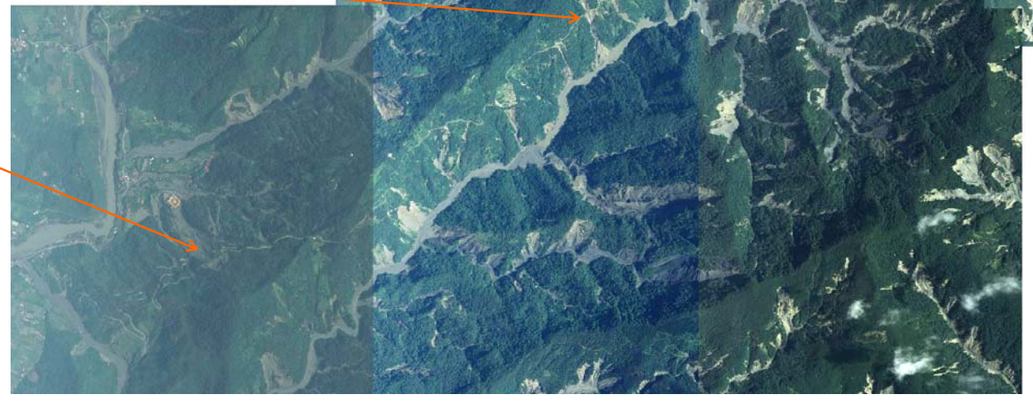


▲19.6k



▲10.0K







▲19.3k



▲9.0K



▲18.4K



▲5.0K



▲18.0k

圖 4.3　藤枝林道莫拉克風災狀況與航照彙整（航照自農航所購得）

（一）藤枝 4.5K 與 5.4K 崩塌地

（1）**現地調查：**現況調查彙整圖詳圖 4.8。該崩塌範圍包含藤枝林道 3.5K、4.5K 以及 5.4K，因莫拉克風災高強度連續降雨影響造成邊坡嚴重崩塌，崩落土石將妙崇寺後方文殊殿及其周遭園林覆蓋，大量土砂阻塞道路。目前坡面已完成緊急保護措施，路基以鋼軌樁穩固維持道路雙向通行，4.5K 下邊坡開設階梯平台減緩坡度。藤枝林道 5.4K 處疑似下邊坡雨水淘刷引起地滑潛變災害，災後路面下陷最大值約 2 公尺（現況如下圖 4.4）。

本區崩塌範圍內包含有 3.2K、4.9K、5.1K 等 3 處林道回頭彎，其中 3.2K 回頭彎局部遭上方崩塌土石掩蓋，4.9K 回頭彎路基大致良好，5.1K 回頭彎路基已完全崩塌下陷。



圖 4.4　藤枝林道 5.4K 風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量：**藤枝林道 4.5K 崩塌地崩塌範圍 11.9 公頃，崩塌土石量約 142800 立方公尺，平均坡度約 64%。5.4K 崩塌地範圍 1.69 公頃，崩塌土石量約 18000 立方公尺，平均坡度約 53%。

（3）**保全對象調查：**主要有崩塌地坡腳之妙崇寺、舊潭部落與兩座舊潭橋。

（4）**地形地質調查：**藤枝林道 4.5K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.9、圖 4.10。坡度達 40 度以上的邊坡原本不穩定，加上岩層板劈理與坡面傾斜同向，且板岩層中夾鬆軟硬頁岩，易遇水軟化成流動狀態，降低層間摩擦力，豪雨使地層含水量升高，促使滑動體向下游流動，造成淺層邊坡滑動。當上段陡坡發生岩崩或滑移，崩動材料沿窄小溝谷形成土石流，以側蝕或切蝕方式沖刷，帶動原堆積在溝谷側過去土石流堆積物向下游流動。

（5）既有構造物調查：藤枝 4.5K 至 5.4K 既有構造物調查詳表 4.1：

表 4.1　藤枝 4.5K 至 5.4K 既有構造物調查表

里程	構造物名稱	數量	現況
3K+130	擋土牆與 L 型溝	110m	流失 70m
3K+220	擋土牆	150m	流失 70m
4K+471	集水井與橫向截水溝	1 座	流失
4K+507	擋土牆與鋼鈑護欄	25m	流失
4K+524	擋土牆與邊溝	25m	流失
4K+550	集水井與過路暗溝	1 座	流失
4K+617	集水井與過路暗溝	1 座	流失
4K+695	橫向截水溝	1 座	流失
4K+722	集水井與過路暗溝	1 座	流失
4K+823	集水井與過路暗溝	1 座	損毀
4K+840	擋土牆與 L 型溝	100m	差異沉陷造成擋土牆斷裂
4K+845	擋土牆與 RC 護欄	65m	差異沉陷造成擋土牆斷裂
4K+900	擋土牆與 L 型溝	220m	流失 140m，其餘因差異沉陷斷裂
5K+055	集水井與過路暗溝	1 座	流失
5K+055	下邊坡擋土牆與 L 型溝	140m	流失 120m
5K+060	上邊坡擋土牆與 L 型溝	70m	流失
5K+187	集水井與過路暗溝	1 座	損毀
5K+200	上邊坡擋土牆與 L 型溝	160m	差異沉陷造成擋土牆斷裂
5K+348	集水井與過路暗溝	1 座	集水井損壞
5K+370	擋土牆與 L 型溝	13m	傾倒、斷裂
5K+381	集水井與箱涵	1 座	損毀
5K+385	上邊坡擋土牆	9m	斷裂，傾倒
5K+406	橫向截水溝	1 座	損毀
5K+442	上邊坡擋土牆	70m	傾倒
5K+472	集水井與箱涵	1 座	下陷、損毀

（6）坡面沖蝕與蝕溝調查：

1. 藤枝林道 3K+040 沖蝕溝現況如圖 4.5，長 276m，爲舊有蝕溝，坡面已有裸露情形，過去現況如下圖左側。莫拉克颱風帶來高強度之連續降雨沖蝕裸露坡面，加上 3K+020 設有道路橫向排水，大量的排水沖蝕坑溝，造成擋土牆基礎淘空、滑落以及蝕溝兩側坡面沖刷流失。土地利用現況以闊葉林爲主。

2. 藤枝林道 4K+720 蝕溝呈牙齒狀，現況詳圖 4.6，總沖蝕面積約 1.6 公頃，長 400 公尺，平均坡度約 63.3%；沖蝕溝溝底岩盤裸露，未來向下侵蝕能力有限。冠部爲兩沖蝕溝交集處，周圍岩盤裸露，但中間處坡面已形成崩塌，崩塌處堆積大量崩積土石，成爲日後大雨造成土石流之材料來源。目前該蝕溝冠部之崩塌已施作崩塌地邊緣保護工，防止崩塌地範圍迅速擴大。



圖 4.5　藤枝 3K+040 蝕溝現況



圖 4.6　藤枝 4K+720 蝕溝現況

（7）**災害成因研判**：災害成因調查研判如圖 4.7。藤枝林道 4.5K 崩塌地依據另案鑽探結果顯示，該崩塌地屬於「舊時崩塌地再度崩塌」之崩塌型式。因莫拉克颱風降下長重現期之超大豪雨，坡面凹谷逕流集中、地勢陡峭，引發坡面大面積滑落崩塌，崩塌土體順水流帶往下游，造成凹谷兩側侵蝕崩塌，加劇崩塌之發生。該區崩積土質地鬆散穩定性差，若再遭逢豪雨或坡腳不當開挖都可能造成邊坡再度滑動。藤枝林道 5.4K 下邊坡爲舊有小型崩塌地，既有擋土牆及固床工疑似地滑均有傾倒開裂現象。崩塌地冠部農路成之字型開設加上缺乏排水設施，經莫拉克風災所帶來之暴雨影響，坡面排水不及而促使地滑現象，崩塌地冠部造成圓弧形下陷、開裂。**彙整 4.5K 與 5.4K 兩區主要造成崩塌之因素爲：1. 舊有崩塌區域地形坡度陡峭質地鬆散，2. 藤枝 5.4K 爲深層地滑潛勢區。次要原因：1. 藤枝 4.5K 崩塌區東側立面有局部順向坡地形。**

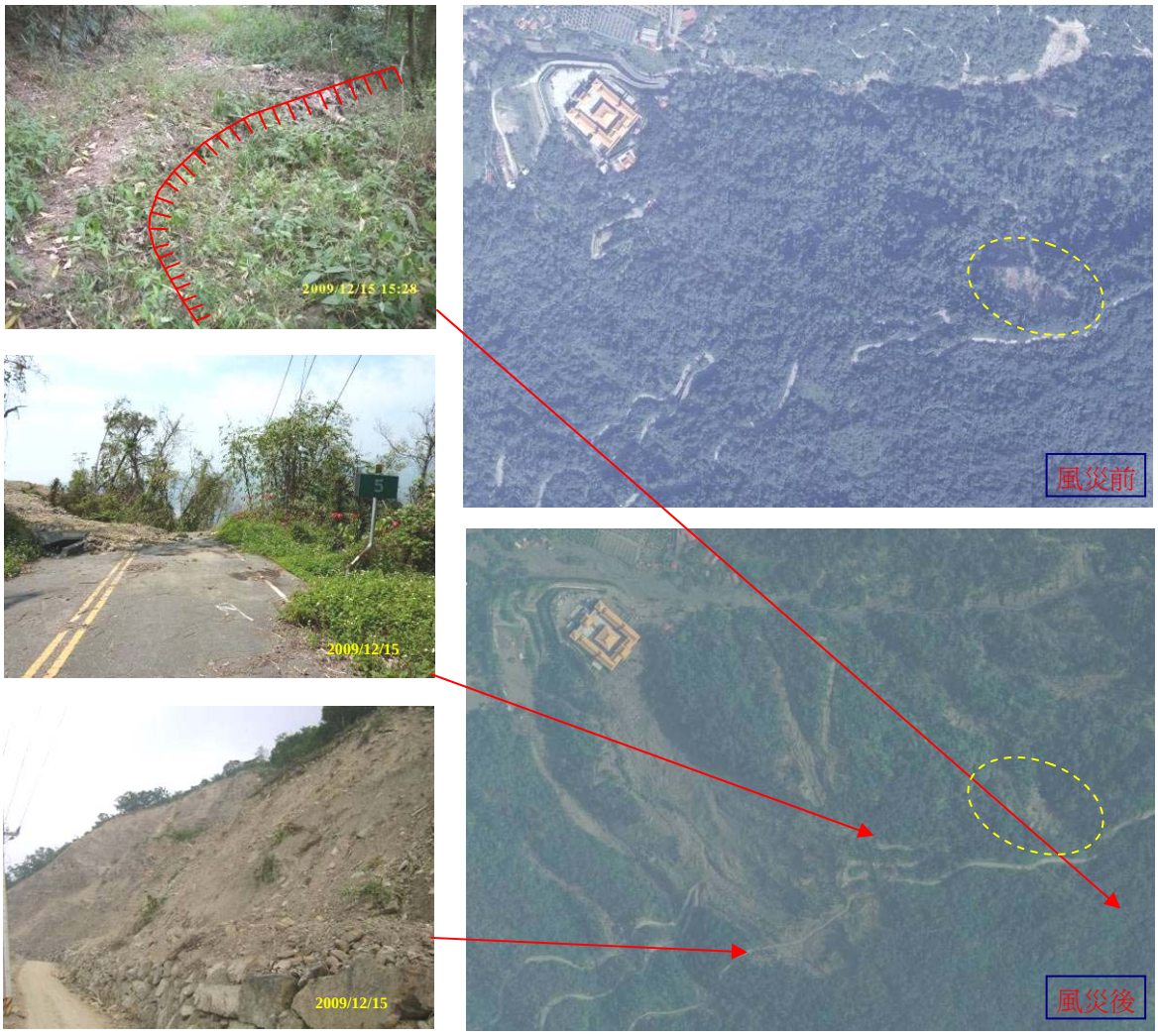


圖 4.7　藤枝 4.5K 至 5.4K 災害成因現況調查彙整圖



1. 妙崇寺後方，崩塌地趾部



5. 既有臨時便道路基現況



6. 下邊坡階段平台



7. 崩塌地現況



8. 流末現況



2. 南一溝現況



3. 既有臨時便道現況



4. 崩塌地邊緣線現況

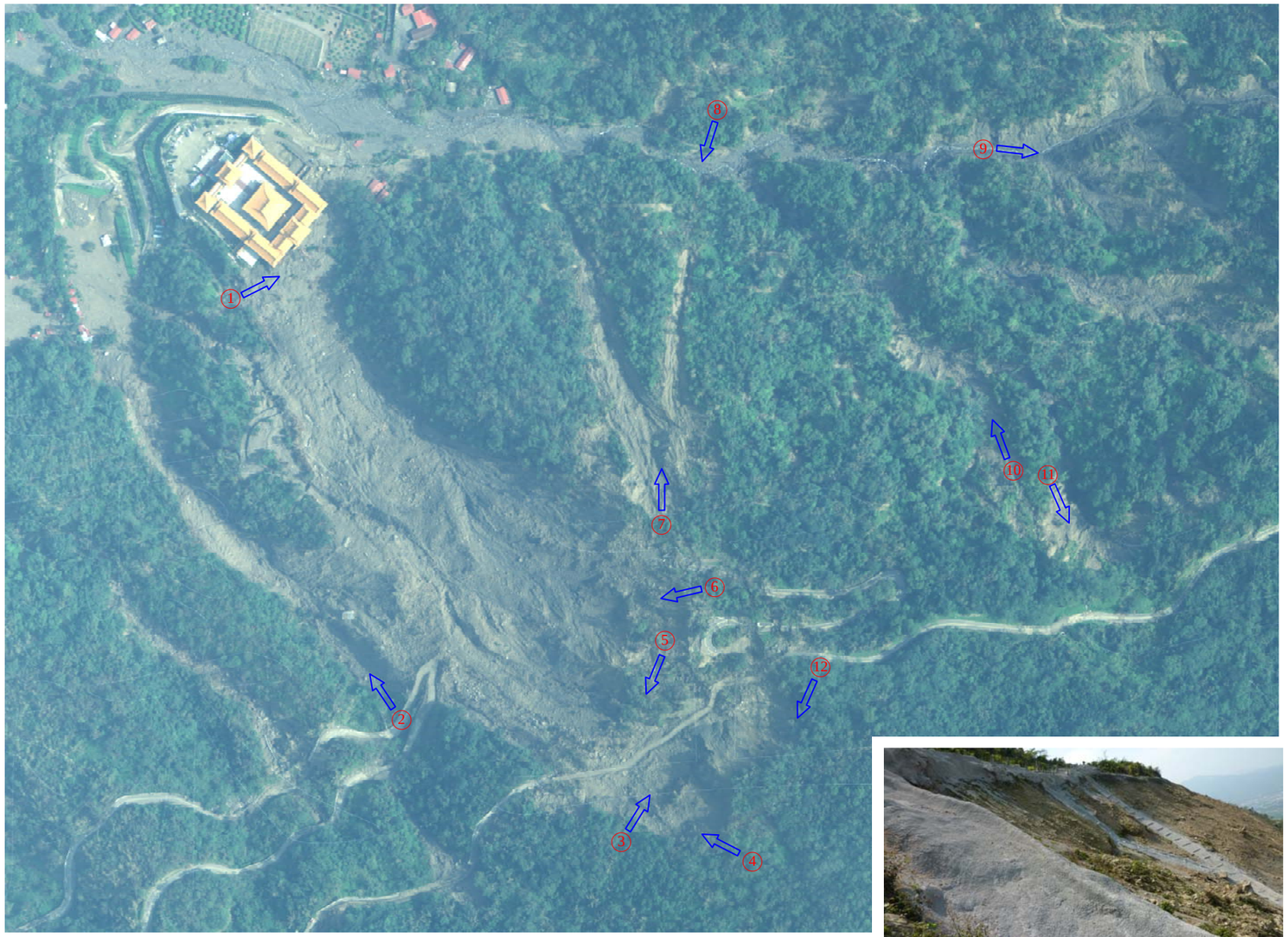


圖 4.8　藤枝 4.5K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



9. 坑溝上游段，堆積大量土石



10. 舊有縱溝流末，地勢落差大



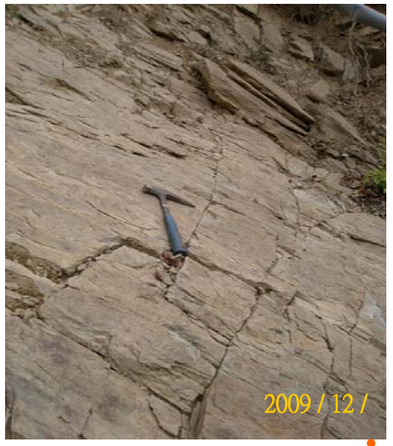
12. 崩塌地邊緣保護工



11. 覆土層流失，岩盤裸露



(5) 變質粉砂岩，表面受水流作用而沉澱鐵質，節理面發達，其位態：N50W/58S。



(1) 淺灰色板岩層，劈理位態：N10W/52W ；節理位態1：N50W/58S, 間距30cm ；節理位態2：N70W/25N 。



(2) 變質粉砂岩層，劈理位態： N32W/50W ；層面位態：N30E/68E 。節理位態： N68W/76N與 N15W/50E；兩組節理和層理形成楔型破壞。



(6) 變質砂岩層層理明顯，層面位態： N30E/68E ；劈理位態：N13W/55W；兩組正交節理，其位態：N85E/80N 及N50W/58S。





(3) 東側壁可見早期的崩積層，厚度約5m 。



(7) 數百公尺長之陡峭崩坡，表層覆蓋大量)變質砂岩及硬頁岩塊。



(4)硬頁岩及變質粉砂岩互層，層面位態： N30E/68E 。節理位態： N85W/80N ，石英脈密集充填於裂隙中。

圖 4.9 藤枝林道 4.5K 露頭調查成果彙整圖



(12) 滑坡上段中央出露之板岩層，劈理位態：N16W/45W；節理位態：N50E/41N 及 N15E/25E 。



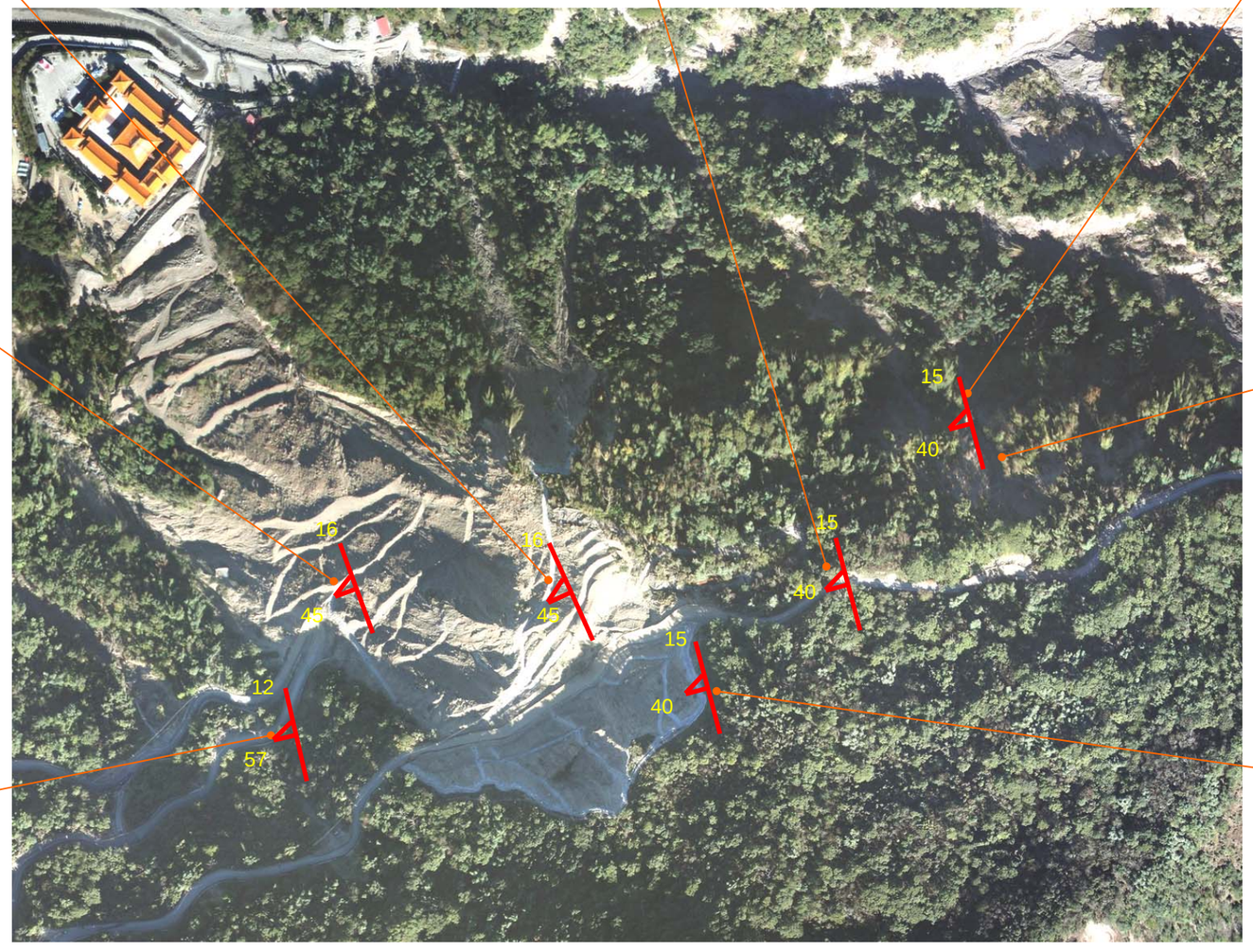
(13)滑坡上段中央出露之板岩層，劈理面發達，位態：N16W/45W；節理位態：N50E/41N 。



(14) 西側另一道崩坍，岩層破碎凌亂;劈理位態N12W/57W；節理位態：N65W/86N

(8)滑坡東南端，由於坡度大，使岩片順沿劈理面向下滑落，劈理位態：N15W/40W 。







(9) 板岩夾硬頁岩；劈理位態：N15W/40W 。



(10)鬆軟的硬頁岩，遇水軟化成泥漿，促滑重要原因之一。



(11)滑坡冠部岩層出露板岩夾硬頁岩；劈理位態：N15W/40W

圖 4.10　藤枝林道 4.0K 至 6.0K 沿線周邊露頭調查成果彙整圖〈航照自農航所購得〉

（二）藤枝 9.0K 崩塌地

（1）**現地調查**：現況調查彙整圖詳圖 4.15。該坑溝位於藤枝林道 8.7K 處，平日坑溝內無常流水現象，既有便道構築於崩積層上方，遭逢大雨便有路基流失之虞。坑溝下游段經大雨沖刷，既有崩積土層均已流失，岩盤裸露，坑溝流末為陡峭岩壁，大量土石堆積於邦腹溪河床；順流右岸地勢陡峭植生狀況良好，左岸地勢稍嫌平緩。由林道 9.8K 處農路可前至該坑溝冠部，坑溝冠部為果園呈階梯狀開墾，地勢平緩，排水設施缺乏。圖 4.11 為 9.1K 風災前後現況對照圖。



圖 4.11　藤枝 9.1K 風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量**：崩塌面積約 4.8 公頃，總長約 810m，平均坡度 71.1%。而該崩塌地趾部為陡峭岩盤，崩塌土石主要來至上邊坡，數量約 42000 立方公尺。

（3）**保全對象調查**：農路 420m、農舍 1 棟，農地約 2.88 公頃。

（4）**地形地質調查**：藤枝林道 9.0K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.16，該區域地質結構鬆散以破碎之黑色硬頁岩為主，常表現典型鉛筆狀破裂，極易剝落。雖葉理面傾角不大，約 20 度向西南方傾斜，與滑坡東壁同向，易發生順向滑動。另有兩組垂直於葉理之發達節理造成岩層弱面，其中一組節理以高角度 80 度向東南傾斜，促成崩塌地西側坡面滑動。葉理和節理組易將岩塊切割成平板狀而脫離岩體崩落。向東南傾斜之節理常使岩塊滑落，出露受水中鐵離子浸染成磚紅色的節理面。坑溝下段密集的石英脈，顯示剪裂作用相當發達。

（5）**9.0K 既有構造物調查**：藤枝 9.0K 既有構造物現況詳圖 4.12。9K+020 至 9K+080 位於坑溝主要流動區域，故該區域構造物均完全流失；9K+082

至 9K+092 既有道路路基流失，殘留上邊坡擋土牆 10 公尺與防落石柵 6 公尺，既有便道行經舊上邊坡擋土牆後方，路基墊高約 2 公尺；9K+116 至 9K+140 下邊坡擋土牆構造物狀況良好，但有往外滑移現象。



圖 4.12　藤枝 9.0K 既有構造物現況

（6）**坡面沖蝕與蝕溝調查**：蝕溝現況如圖 4.13，該沖蝕溝爲導致此區域崩塌要素之一，蝕溝長 150m，坡度約 43.9%。沖蝕溝冠部農地開墾，面積約 2.88 公頃且水土保持設施缺乏，雨水此地匯集後造成地表逕流，坡面形成數個大小不一之圓弧形破壞。

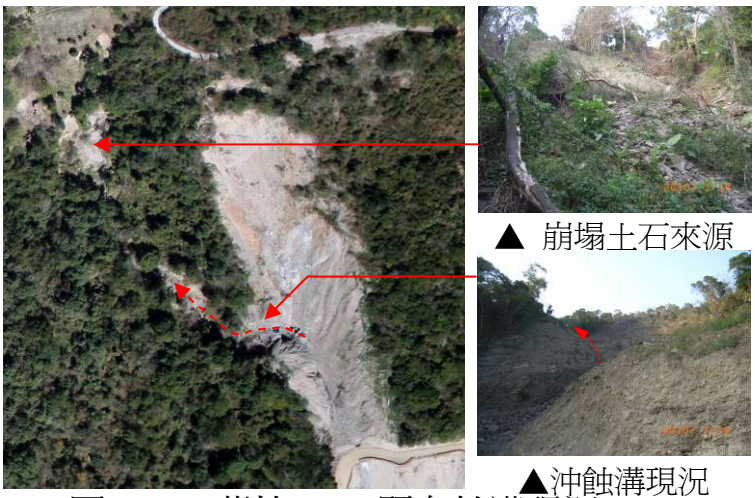


圖 4.13　藤枝 9.0K 既有蝕溝現況

（7）**災害成因研判**：災害成因調查研判如圖 4.14。該坑溝冠部爲果園開墾，地勢平緩，周遭並無排水設施，如遭逢暴雨，大量雨水宣洩不及而造成地表逕流時，農路則成最佳排水路逕，匯集地表水沖蝕邊坡。坑溝冠部地表覆蓋一層鬆軟崩積層與風化層，雨水滲透至土層造成孔隙水壓上升，土壤剪力強度逐漸尙失，而地表植披亦不足以抵擋雨水侵蝕，最終引致崩塌。坑溝下游崩積層因大雨沖刷，岩盤裸露，坑溝兩側岩盤提供足夠支撐使崩塌範圍無持續擴張。**彙整本區主要造成崩塌之因素爲：1. 冠部農地開墾，排水不良。 次要原因：1. 局部順向坡。 2. 舊崩塌地。**



圖 4.14　藤枝 9.0K 災害成因現況調查彙整圖



1. 農路雨水匯集處



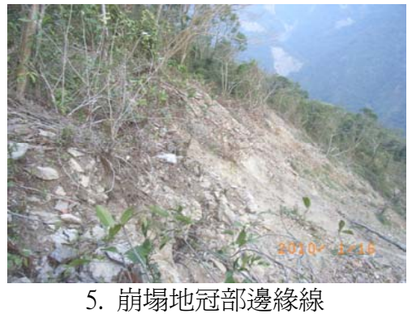
2.坡面雨水匯集、沖蝕引致崩塌



3.坡面雨水匯集、沖蝕引致崩塌



4. 崩塌地冠部俯視



5. 崩塌地冠部邊緣線



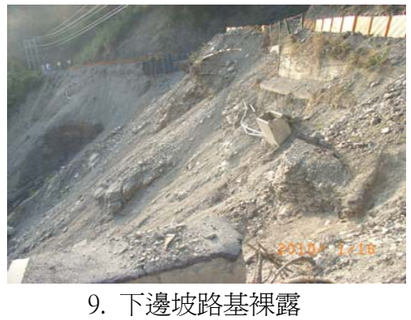
6. 雨水匯集、沖蝕引致崩塌



7. 既有便道現況



8.雨水匯集、沖蝕引致崩塌



9. 下邊坡路基裸露



10. 崩塌地下邊坡邊緣線

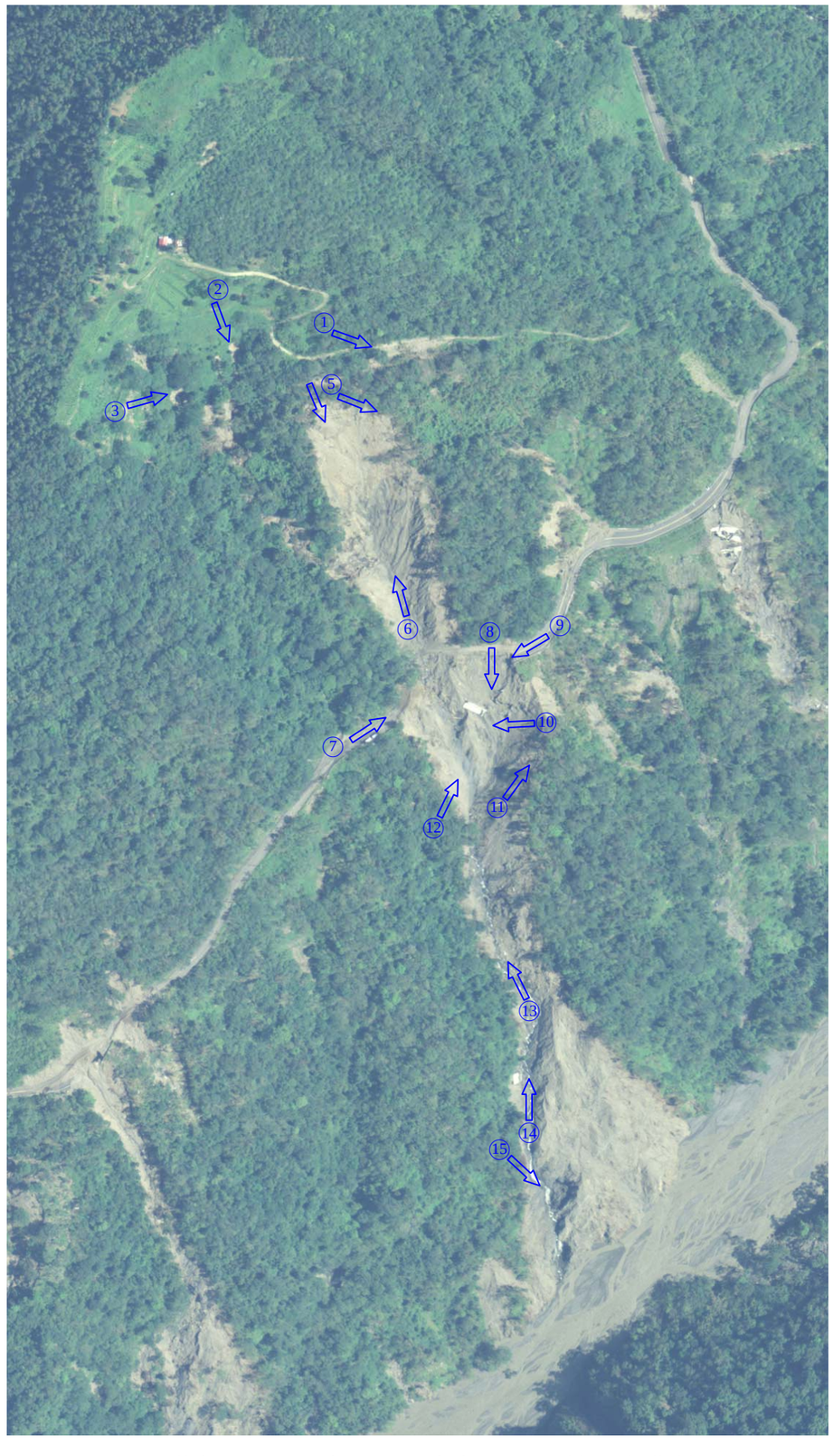


圖 4.15　藤枝 9.0K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



11. 崩塌地下邊坡邊緣線



12. 崩積層流失，岩盤裸露



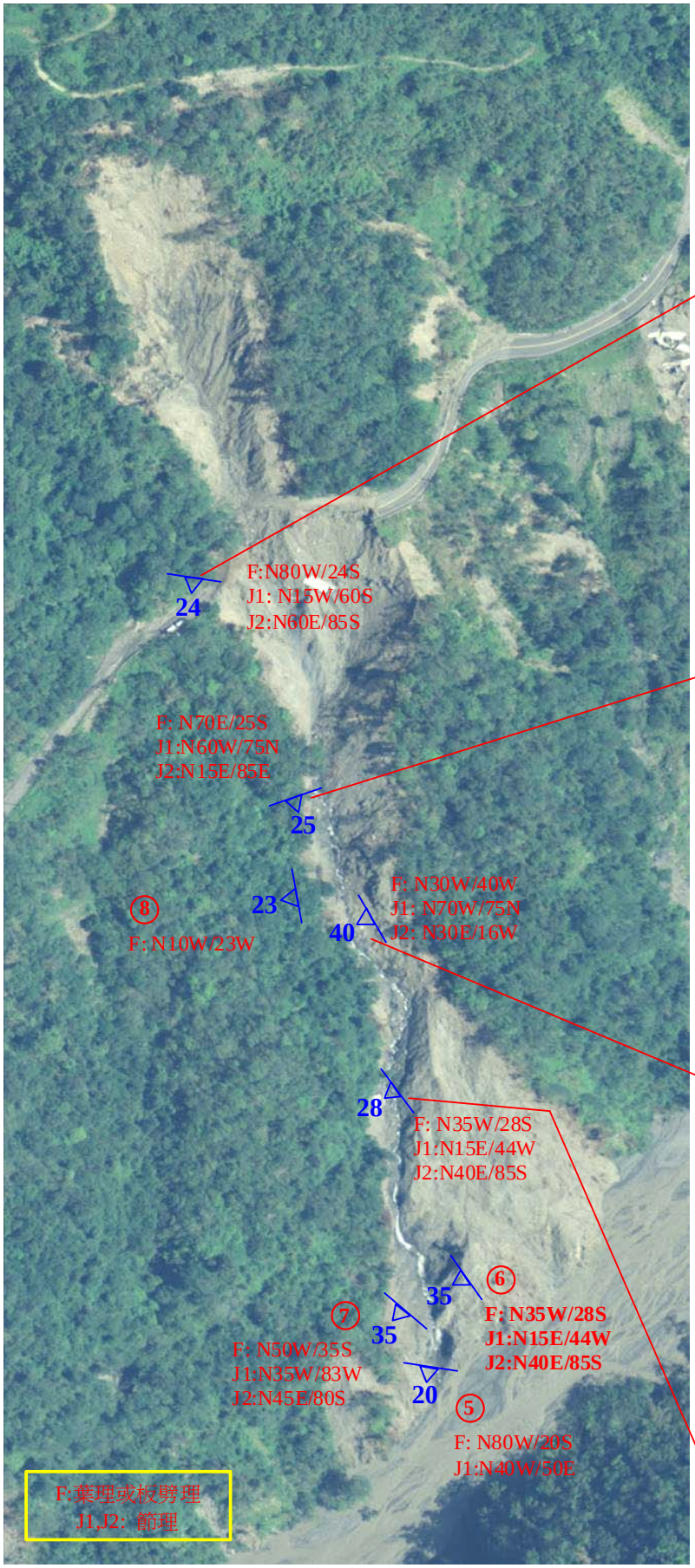
13. 坑溝內無常流水



14. 崩塌地現況



15.坑溝流末，岩盤裸露





1.破碎的硬頁岩具水平葉理，受剪切作用造成垂直之節理，表層順坡滑落，出露受水中鐵離子浸染成磚紅色的節理面。



2. 具水平葉理之硬頁岩與兩組發達之垂直節理組，是本區常見的岩層特性。易將岩塊切割成平板狀而脫離岩體崩落。



3. 具水平葉理之黑色硬頁岩表現典型的鉛筆狀破裂，極易剝落。裂縫中有鐵質充填。



4. 結構鬆散及破碎之黑色硬頁岩，其葉理近乎水平但不發達；密集的石英脈顯示後期變質作用所產生的裂痕。

圖 4.16　藤枝 9.0K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得）

（三）藤枝 10.0K 與 10.6K 崩塌地

（1）**現地調查**：現況調查彙整圖詳圖 4.24。該崩塌範圍包含藤枝林道 10.0K 與 10.6K，其中 10K+100~10K+280 遭土石掩埋，道路內側地勢陡峭質地破碎，常有落石發生，部份坡面已完成掛網及防落石柵，既有臨時便道構築於崩積土上方；10K+500 路基流失，道路上邊坡因地勢陡峭、破碎，坡面先行刷坡及開設階段平台，路基以鋼軌樁及鋼鈑維持道路雙向通行。崩塌地下游段地勢落差大，溝底有常流水現象，大量崩積土石堆積於流末，兩側岩盤自立性佳，崩積層與岩盤區分明顯。圖 4.17 為 10.2K 風災前後現況對照圖。



圖 4.17　藤枝 10.2K 風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量**：藤枝 10.0K 與 10.6K 崩塌地於下邊坡匯集同一坑溝，總長約 1600 公尺，平均坡度約 40%，總崩塌面積約 22.3 公頃，崩塌土石量約 33.5 萬立方公尺。

（3）**保全對象調查**：10.0K 保全對象包含：果園約 2.6 公頃、農舍 2 棟；10.6K 保全對象包含：果園約 12 公頃、農舍 2 棟、農路 400m。

（4）**地形地質調查**：藤枝林道 10.0K 至 10.6K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.25。水平葉理之硬頁岩與兩組發達之垂直節理組，是本區常見的岩層特性，易將岩塊切割成平板狀而脫離岩體崩落。結構鬆散及破碎之黑色硬頁岩，長期泡水即軟化成泥流，常表現典型鉛筆狀破裂，極易剝落。葉理面傾角約 20~40 度，向西南方傾斜，此與崩塌地東壁同向，易發生順向滑動。崩塌區域東側為二次堆積黑色硬頁岩碎屑層，材料相當破碎但新鮮，代表崩積時間不久，與其上覆更早期的風化土壤成鮮明對比。崩塌地中段有延伸長達 100m 的石灰華出露，覆蓋於硬頁岩表面。石灰

華爲泉水湧出地表所沉澱之物質，具同心圓紋路，顯示此段岩層裂隙發達。崩塌地下段之硬頁岩層節理發達，節理傾角達 75 度，與坡面均向南傾斜，表層鬆散材料順坡滑落，出露光亮的節理面。這組節理面也造成狹長陡峭落差大的崖面，在空照圖中呈現狹窄的灰帶。

（5.1）**10.0K 既有構造物調查**：藤枝 10.0K 既有構造物調查彙整圖如圖 4.18。10K+094 爲舊有集水井與過路涵管之處，因大量排水造成擋土牆基礎淘空，該處構造物均滑落至下邊坡坑溝中，殘留 10K+109~10K+114 擋土牆與 RC 護欄；10K+100~10K+169 舊有道路遭土石覆蓋，路基外側流失 2 公尺寬，目前便道墊高約 3 公尺；10K+169~10K+209 下邊坡擋土牆與 RC 護欄因基礎淘空滑落，殘留長度 3m；10K+220~10K+290 風災前已岩盤裸露，除零星落石外，構造物如既有矮牆與防落石柵狀況良好。



▲矮牆與防落石柵狀況良好，下邊坡擋土牆與護欄損壞、流失

▲殘留之擋土牆 5m 與舊有路面

▲10K+094 集水井與箱涵完全流失

圖 4.18　藤枝 10.0K 既有構造物調查彙整圖

（5.2）10.6K 既有構造物調查：藤枝 10.6K 既有構造物調查彙整圖如圖 4.19。10K+445~10K+630 路段之構造物均完全流失。



▲10K+440 上邊坡矮牆與 L 溝

▲10K+630 上邊坡擋土牆與防落石柵狀況良好

圖 4.19　藤枝 10.6K 既有構造物調查彙整圖

（6）坡面沖蝕與蝕溝調查：

1. 藤枝林道 9K+790 過去爲既有蝕溝，蝕溝現況如圖 4.20。路面設有 3*3m 集水井、過路涵管，放流處設置洩槽。左圖爲蝕溝全貌，全長 310m，沖蝕面積約 0.56 公頃，因大雨坡面沖蝕，刷深既有坑溝使坡面崩塌。



圖 4.20　藤枝 10K+790K 沖蝕溝現況

2. 藤枝林道 9K+970 爲規模較大之蝕溝之一，現況如圖 4.21。該處爲舊有坑溝，崩塌面積約 1.85 公頃，由道路往上邊坡延伸約 400 公尺，平均寬度約 46 公尺，坑溝全長 930 公尺匯入 10.6K 崩塌地；原位置設有邊溝集水井加過路涵管一座、下邊坡擋土牆 5m。因暴雨刷深既有坑溝造成坑溝兩

側坡面大面積滑落，道路下邊坡擋土牆因基礎淘空翻覆。經現地勘察，該坑溝地勢陡峭，表面風化土層厚度薄，崩塌土石概估約 25000 立方公尺。

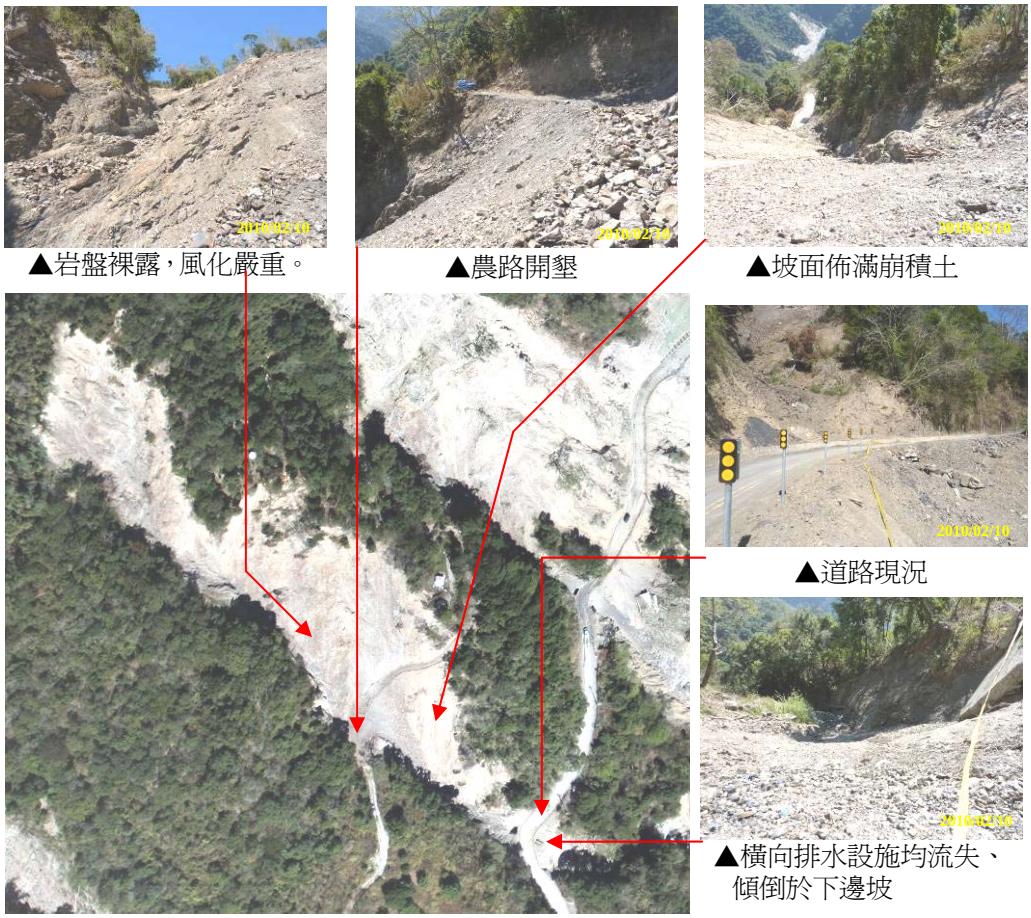


圖 4.21　藤枝 9K+970K 沖蝕溝現況

3. 圖 4.22 爲藤枝林道 10K+480 沖蝕溝現況。該沖蝕溝由道路往上邊坡延伸長約 340 公尺，平均寬度約 6 公尺，平均坡度約 68%，坑溝全貌如下圖左側。此區域冠部農路發達，坡度陡峭之坡面以之字型開設，雨水往往從該處溢流造成沖蝕溝現象。



圖 4.22　藤枝 10K+480K 沖蝕溝現況

（7）災害成因研判：災害成因研判調查如圖 4.23。10.0K 崩塌地冠部果園開墾、農路曲折，地勢平緩土質鬆軟加上邊坡無任何排水設施，連續高強度暴雨造成地表逕流，土壤含水量達飽和而尚失支撐力，形成圓弧形破壞；水流持續刷深坑溝，兩側坡面隨之大面積滑落。10.6K 爲既有坑溝，冠部果園開墾排水不良，雨水由坡面匯集於農路往下邊坡沖蝕，造成坑溝兩側土石崩塌。林道下邊坡地質主要由硬頁岩所構成，平時承載力佳自立性高，因葉理面傾角與坡面同向屬於順向坡，又地層褶皺與斷層發達形成數條厚度約 1~2m 之剪裂帶；雨水滲入葉理面造成弱面滑動，剪裂泥雨水軟化流失促使邊坡滑動。颱風造成地下水位上升使岩盤軟化、流失，連帶影響整體下邊坡之穩定性。**彙整本區主要造成崩塌之因素爲：1. 冠部農地開墾，排水不良。 2. 舊崩塌地。 次要原因：1. 局部順向坡地形、剪裂帶發達。 2. 坡面沖蝕。**

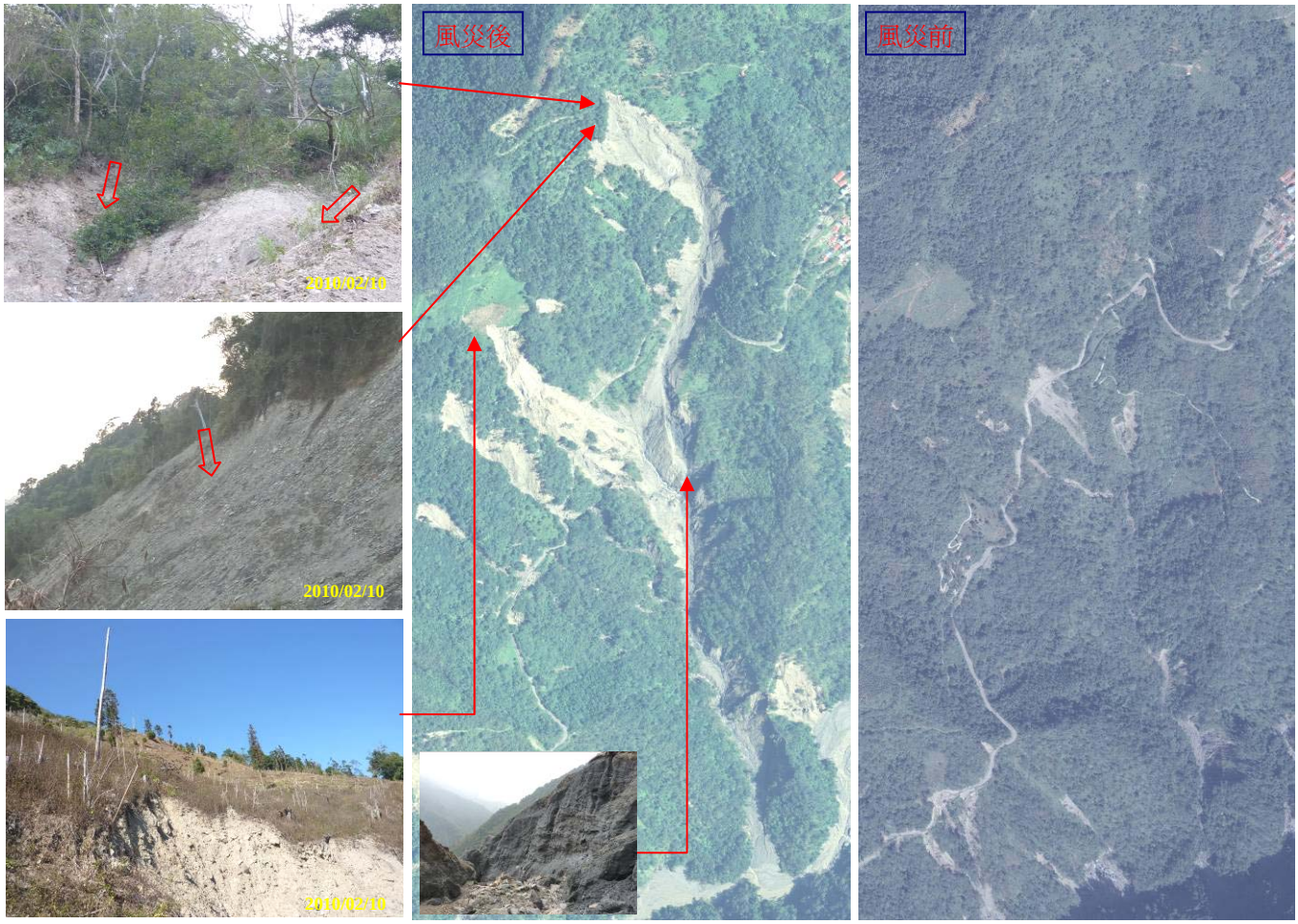


圖 4.23　藤枝 10.0K 與 10.6K 災害成因現況調查彙整圖



1. 崩塌地現況



2. 雨水匯集，質地鬆散



3..舊有崩塌地崩塌範圍擴大



4. 岩盤裸露、地勢陡峭



5. 林道 10.1K 路基現況



6. 邊坡裸露、崩積土覆蓋



7. 地質鬆軟、遇水軟化



8. 崩積土石堆積於坑溝內

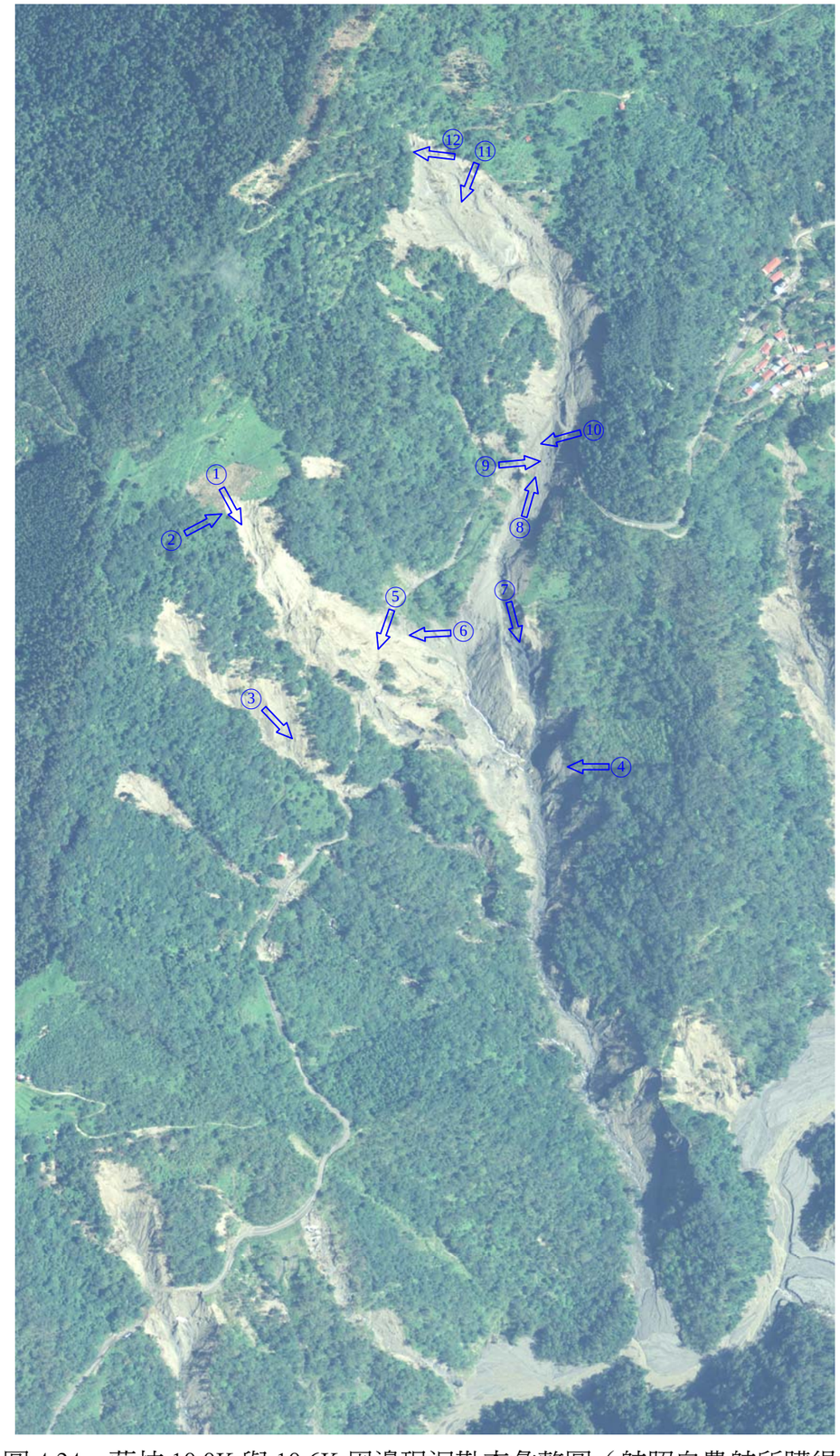


圖 4.24　藤枝 10.0K 與 10.6K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



9. 林道 10.5K 路基現況



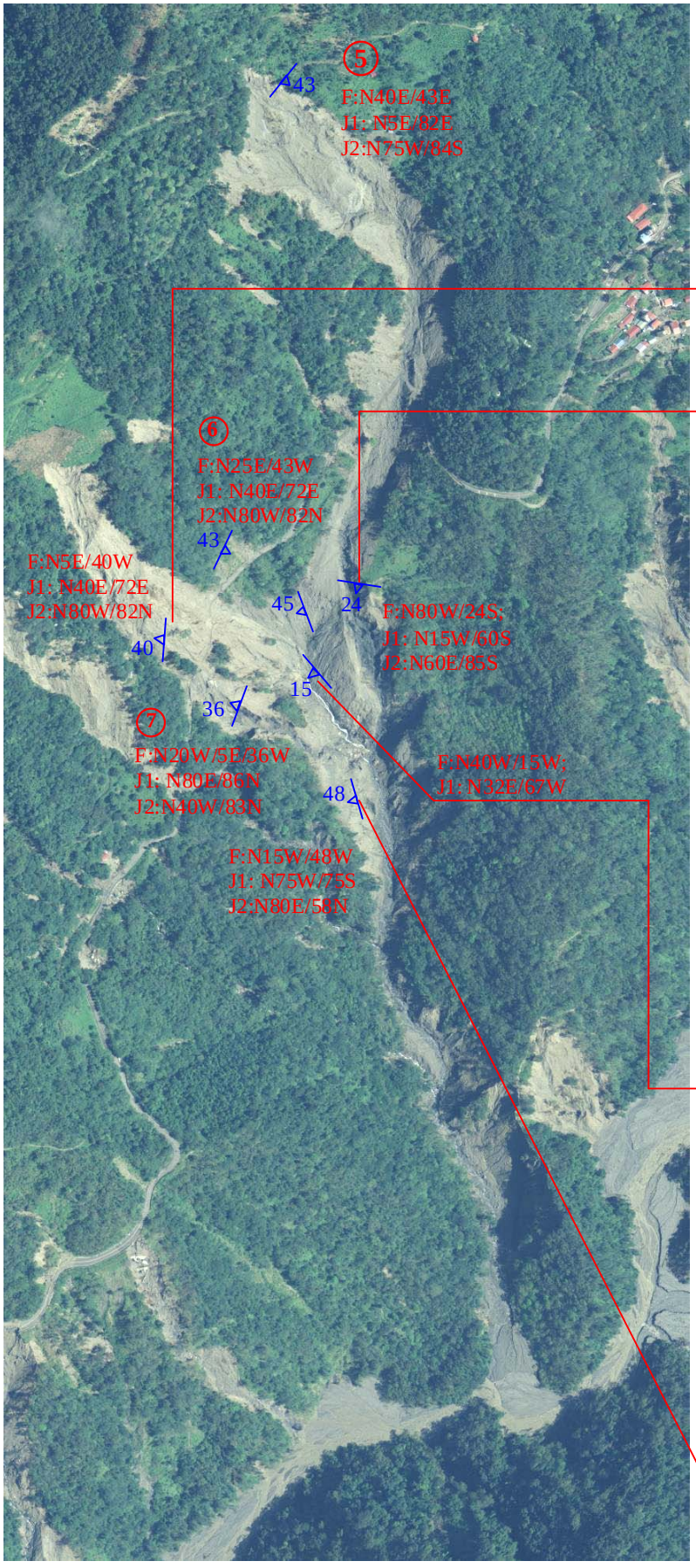
10. 林道 10.5K 路基現況



11. 崩塌地上游現況



12. 農路雨水匯集沖蝕邊坡





1. 具水平葉理之硬頁岩與兩組發達之垂直節理組，是本區常見的岩層特性。易將岩塊切割成平板狀而脫離岩體崩落。



2. 二次堆積黑色硬頁岩碎屑層。材料相當破碎但新鮮，代表崩積時間不久，與上覆更早期的風化土壤成鮮明對比。



3.硬頁岩與南側石灰華交界處，石灰華爲泉水湧出地表所沉澱之物質，具同心圓紋路，延伸長達 100m，顯示此段岩層裂隙發達。



4.硬頁岩層中之發達節理，節理傾角達 75 度，且與坡面均向南傾斜，表層鬆散材料順坡滑落，出露光亮的節理面或崖面。

圖 4.25　藤枝 10.0K 與 10.6K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得）

（四）藤枝 11.1K 與 11.6K 崩塌地

（1）**現地調查：**現況調查彙整圖詳圖 4.30。11.1K 崩塌地位於寶山村下方，坑溝溝底岩盤裸露，地勢陡峭且落差大，主要由硬頁岩所構成，溝底水流侵蝕作用明顯，水中佈滿黑色硬頁岩碎屑。坑溝冠部為農地呈階梯狀開墾，地勢平緩，農路發達。11.4K 至 11.6K 為舊有坑溝，因年代久遠植生茂密，由航照圖依稀可描繪出過去坑溝之樣貌。該路段於 11K+425、11K+482、11K+567 皆設有集水井與過路箱涵，而林道上下邊坡皆為果園開墾，面積廣闊，農路成之字型開設。圖 4.26 為 11.4K 風災前後現況對照圖。構造物依山坡地地形呈階梯狀分佈，並集中於道路下邊坡。



圖 4.26　藤枝 11.4K 風災前後對照圖

（2.1）**藤枝 11.1K 崩塌範圍與崩塌土石量：**藤枝 11.1K 為寶山部落，坑溝位於部落正下方，崩塌地沿坑溝兩側發展，崩塌地總長約 850m，平均坡度 39%，總崩塌面積約 5.94 公頃。崩積層與岩盤界線分明，厚度平均約 2 公尺，崩塌土石量約 118800 立方公尺。

（2.2）**藤枝 11.6K 崩塌範圍與崩塌土石量：**藤枝 11.6K 為舊有坑溝，因大雨沖刷造成範圍擴大，崩塌沿坑溝兩側發展，總長度約 1100 公尺，平均坡度約 34%，總崩塌面積約 14.56 公頃，崩塌土石量約 291295 立方公尺。

（3.1）**藤枝 11.1K 保全對象調查：**寶山部落既有房舍 41 棟、農路約 200 公尺。

（3.2）**藤枝 11.6K 保全對象調查：**房舍 18 棟、農路約 400 公尺、農墾 9 公頃。

（4）**地形地質調查：**本區主要崩塌包含 11.1k 坑溝，為單純由北向南傾滑；11.6k 坑溝，由西北向東南傾滑。崩塌地冠部之傾角大，由褶曲的硬頁岩所組成，岩體破碎，形成典型圈椅狀形態。部份露頭為強烈風化之硬頁

岩層，因褶皺作用而破碎，表層鬆散材料如岩塊與岩屑易沿葉理面向下滑動。葉理面與節理面清晰易辨。硬頁岩葉理與兩組以上之發達之垂直節理組，常將岩塊切割成菱面體而脫離岩體崩落。有些露頭因下方極軟弱的頁岩或硬頁岩被沖刷掉，導致上方岩塊無法支撐的重量而滑落。出露的節理面常受水中鐵離子浸染成磚紅色。另外，11.1k 坑溝爲坡度相當大之溪床，受強烈沖刷侵蝕而出露新鮮呈灰黑色之硬頁岩，寬度 2~4 公尺，延伸 300 公尺，兩側壁爲崩積土石。在航空照片上可清楚地分辨灰黑色的溪床和土黃色的崩積側壁。

（5.1）11.1K 既有構造物調查：藤枝 11.1K 林道周邊構造物詳表 4.2，該坑溝溝底岩盤裸露，向下侵蝕能力有限，寶山部落與藤枝林道因此得以保全。

表 4.2　藤枝 11.1K 既有構造物調查

構造物名稱	里程
下邊坡擋土牆與護欄	10K+913~10K+933
上邊坡擋土牆	11K+058~11K+102
下邊坡擋土牆與護欄	11K+090~11K+112
邊溝與格柵版	11K+180~11K+185
邊溝與箱涵	11K+220~11K+240

（5.2）11.6K 既有構造物調查：藤枝 11.6K 既有構造物調查彙整圖如圖 4.27。該崩塌地主要造成藤枝林道 11K+425、11K+640、11K+760 三路段路基與構造物流失，構造物現況統計表如表 4.3：

表 4.3　藤枝 11.6K 既有構造物調查表

里程	構造物名稱	現況
11K+385~11K+420	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	完全流失
11K+425	集水井、RC 涵管、洩槽	完全流失
11K+610~11K+632	下邊坡擋土牆、鋼管護欄	流失 10m
11K+640	上邊坡擋土矮牆	流失 13m
11K+760	上邊坡擋土牆	流失 40m



▲11K+388 擋土牆流失　▲11K+425 橫向排水設施　▲11K+640 構造物現況　▲11K+760 構造物現況

圖 4.27　藤枝 11.6K 既有構造物調查彙整圖

（6.1）藤枝林道 11.1K 坡面沖蝕與蝕溝調查：蝕溝現況如圖 4.28。此崩塌位於寶山部落北方 11K+240 處，因豪雨促使坡面滑動，崩塌土石阻塞既有排水設施形成雨水漫地流；雨水經道路匯集後於 11K+140 處流出沖蝕坡面，形成長約 130m 蝕溝，影響寶山部落居民之安危。





▲11K+240 崩塌現況　▲11K+140 下邊坡蝕

圖 4.28　藤枝 11.1K 坡面沖蝕與蝕溝現況

（6.2）藤枝林道 11.6K 坡面沖蝕與蝕溝調查：該崩塌地冠部農地大面積開墾，因暴雨造成地表逕流，使林道下邊坡形成數條小型蝕溝，對林道有較大影響之蝕溝有三條，說明如下：

1. 藤枝林道 11K+420 爲既有蝕溝，蝕溝現況如上圖 1 號蝕溝，平均坡度約 58.6%。路面設有 2.5*2.5m 集水井、過路涵管，放流處設置洩槽。
2. 藤枝林道 11K+640 現況如上圖 2 號蝕溝，平均坡度約 65%，其冠部爲果園開墾，匯集坡面雨水造成坡面沖蝕，路基流失。

3. 藤枝林道 11K+760 現況如上圖 3 號蝕溝，平均坡度 65%，冠部爲果園開墾土質鬆軟，暴雨使地下水位快速上升，促使坡面滑動造成圓弧形破壞。該處邊坡陡峭，崩積土層厚且質地鬆散，如再次遭逢豪雨將有擴大之虞。

（7）**災害成因研判**：災害成因研判調查如圖 4.29。11.1K 坑溝爲寶山村周圍附近主要排水路逕，因颱風連續高強度暴雨均匯集於此，造成坑溝刷深，兩側坡面崩坍。因地勢陡峭，崩積土均已伴隨著雨水堆積至邦腹北溪河床。11.4K 至 11.6K 崩塌區域內先前已設有排水設施 3 座，根據過去降雨量堪稱足夠，但莫拉克風災所帶來驚人的雨量，造成雨水溢流至路面，沖刷下邊坡。11K+425 路基淘空，該處爲舊有箱涵位置，因過路箱涵放流設施已損壞，而箱涵排水時沖蝕、淘空擋土牆基礎，造成路基流失。此崩塌區爲坡面凹谷地形，因連續暴雨，坡面凹谷逕流集中，引發兩側坡面大面積崩塌，崩塌土體順水流往下游帶，造成凹谷兩側侵蝕崩塌，崩塌土石堆積於地勢平緩之邦腹北溪河床。**彙整本區主要造成崩塌因素爲：1. 農地墾殖、排水不良。 2. 舊有崩塌地再次崩塌。**



圖 4.29　藤枝 11.6K 災害成因現況調查彙整圖



1. 林道 11.4K 路基現況



2. 寶山部落沖蝕溝冠部現況



3..農路回頭彎雨水匯集沖蝕邊坡



4. 岩盤裸露，地層分界明顯



5. 寶山坑溝現況



6. 寶山坑溝流末現況



7. 排水不良，農路淘空



8. 崩塌地現況

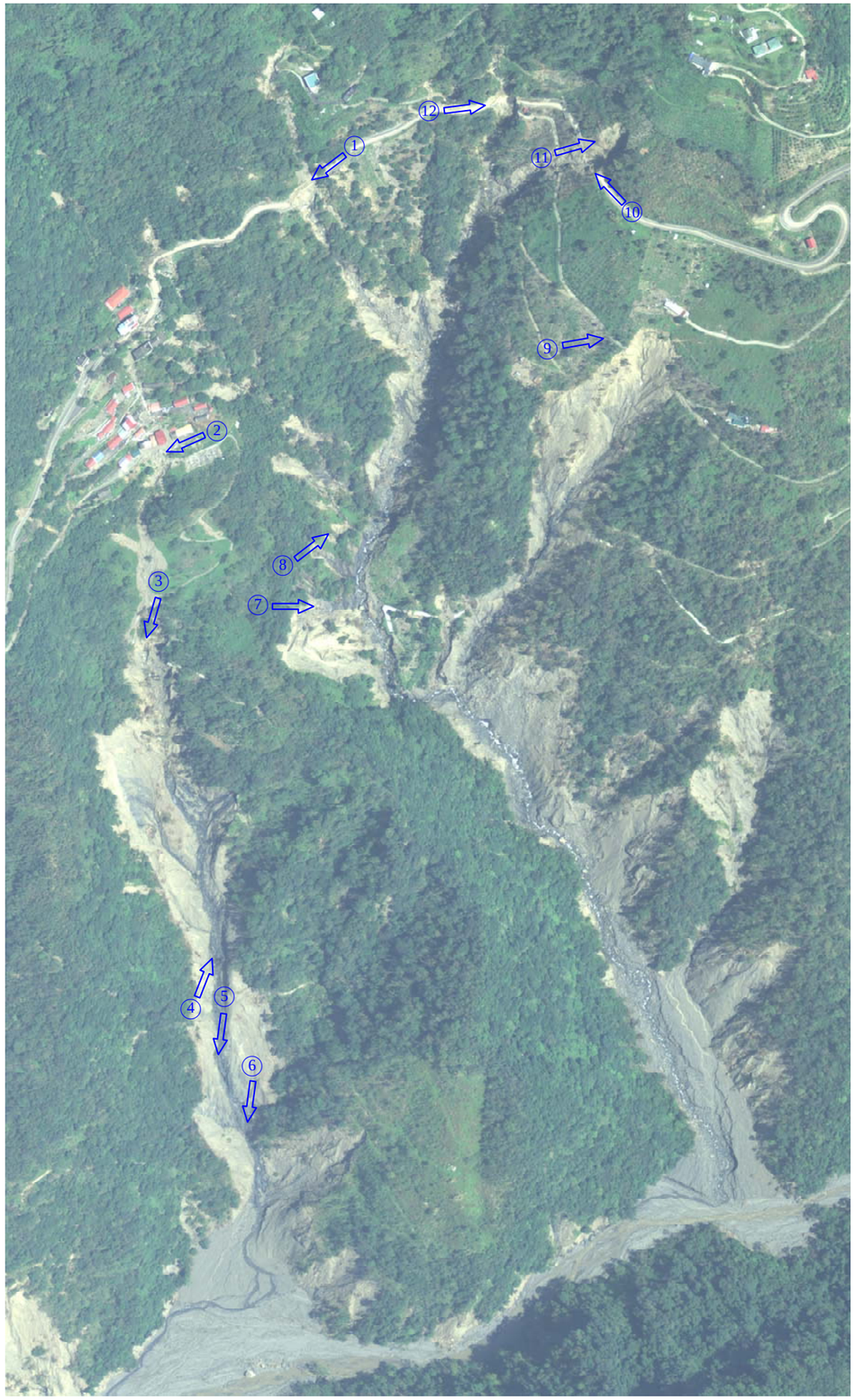


圖 4.30　藤枝 11.1K 與 11.6K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



9. 雨水匯集引致崩塌



10. 林道 11.7K 路基現況



11. 林道 11.7K 路基現況



12. 林道 11.6K 臨時便道現況

（五）藤枝 12.6K 崩塌地

（1）**現地調查**：現況調查彙整圖詳圖 4.35。該坑溝位於藤枝林道 12.6K 處，平日坑溝內無常流水現象，舊有道路經莫拉克風災後路基已完全流失，既有便道構築於舊有擋土牆上方約 4 公尺處，以鋼軌樁及鋼板暫時穩固路基維持交通。道路內側為陡峭岩壁，質地破碎，偶有落石現象。由林道 12.4K 處農路可前至該崩塌地冠部，崩塌地冠部土層多為風化與崩積層，果園開墾；下游坑溝經大雨沖刷，原覆土層已流失，岩盤裸露地勢陡峭。坑溝兩側地勢陡峭，植生狀況良好。圖 4.31 為 12.6K 風災前後現況對照圖，圖中顯示該路段上邊坡風災前植生茂密路況良好，週遭地質情況穩定且無地滑現象。



圖 4.31　藤枝 12.6K 風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量**：由崩塌地冠部至流末總長 970 公尺，平均坡度 54.8%，總崩塌面積約為 57 公頃，崩塌土石量約為 11 萬立方公尺。

（3）**保全對象調查**：崩塌地冠部農舍 3 棟、農路 430 公尺、果園約 5.5 公頃。

（4）**地形地質調查**：藤枝 12.6K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.36。本區岩性以硬頁岩為主，夾少量板岩和薄層變質砂岩。主要滑坡為西北朝東南方向滑動，在相當短距離即可見四道平行黑色剪切帶，每道剪切帶厚約 1~2 公尺垂直相隔約 10 公尺。這些剪切帶可能是造成滑動的主因，出露於滑坡側壁及滑坡中央殘餘的岩體，剪切帶充填泥狀物，結構相當軟弱，常以薄餅狀碎片散落於地面與周圍土黃色岩層呈強烈對比，其上與下方岩層劈理和節理位態常不連續，可能是褶曲作用產生的破碎帶。此外在冠部與中央部位偶出露新鮮灰黑色硬頁岩層，其劈理面之向南傾斜大致與坡道同方向可歸為順向坡。有兩組發達節理也會影響此區邊坡的

穩定性，其中一組橫向節理以 60~70 度高傾角橫切劈理面，另一組密集縱向節理也以 70 度高傾角與劈理面相交，所以發達的劈理和節理也是本區重要促滑因素之一。

（5）**既有構造物調查**：12.6K 既有構造物調查如圖 4.32。莫拉克風災造成 12K+580 至 12K+780 路段 200 公尺的流失，所有構造物無一幸免。其中包含上下邊坡擋土牆、RC 護欄以及過路涵管加集水井。

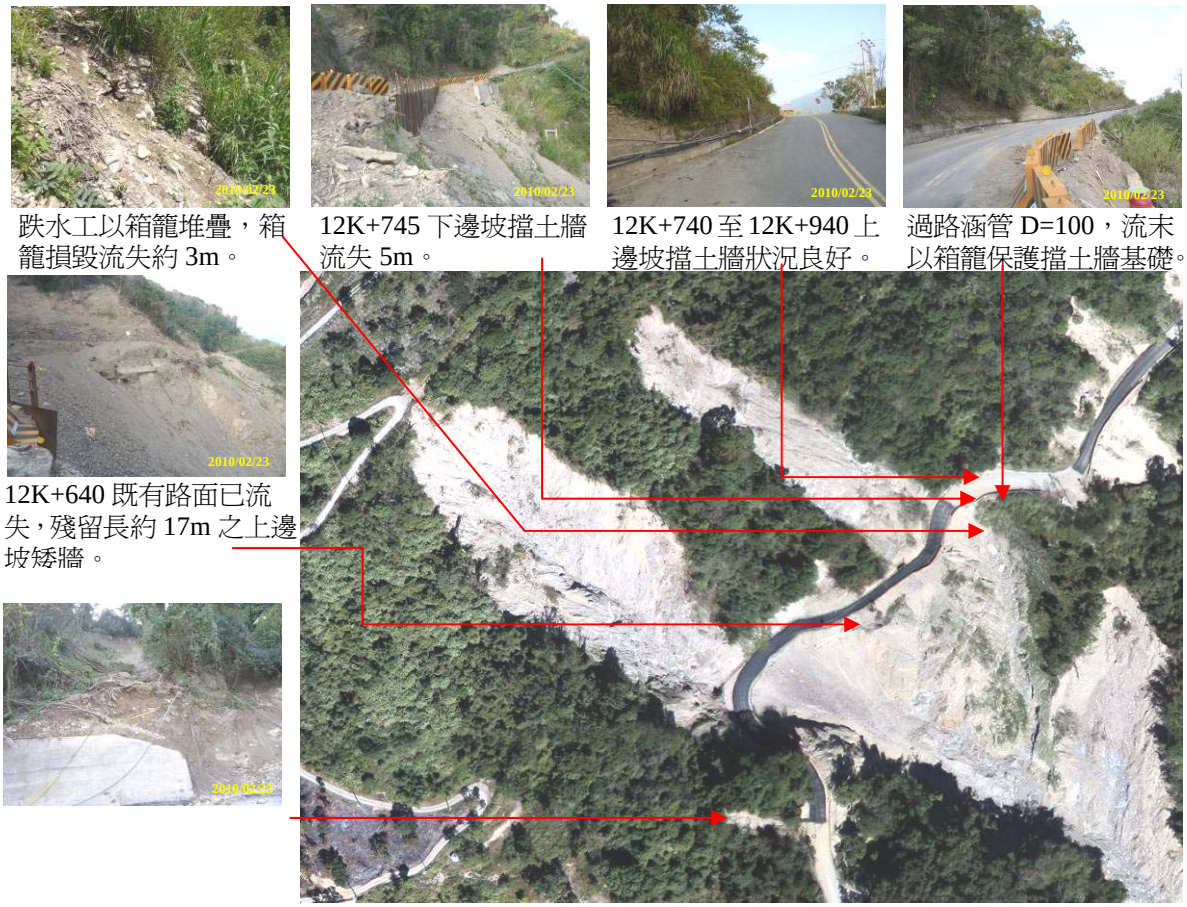


圖 4.32　藤枝 12.6K 既有構造物調查彙整圖

（6）**坡面沖蝕與蝕溝調查**：沖蝕溝現況如圖 4.33 所示。左圖爲 12K+560 上邊坡沖蝕溝，長 30m 高 25m，呈圓弧形破壞且因坡面裸露，有擴大之虞。右圖爲 12K+745 上邊坡小沖蝕溝寬度約 2m。



圖 4.33　藤枝 12+560K 與 12K+740 沖蝕溝現況

（7）**災害成因研判**：災害成因調查研判如圖 4.34。莫拉克風災前該處道路上邊坡由前期航照圖可看出並無坑溝存在，而下邊坡約略看出坑溝線形。既有藤枝林道 12.6K 崩塌地源頭爲農路回頭彎處，莫拉克風災帶來驚人的雨量匯集於農路，自然排水路逕無法處理，則由農路轉彎處宣洩而下。邊坡因雨水刷深，兩側坡面尚失支撐力亦跟隨崩塌；下邊坡爲凹谷地型，表層土石隨雨水淘刷堆積於邦腹北溪河床，凹谷地形持續刷深造成岩盤裸露，兩側坡面陡峭，航照圖上呈現灰色狹長型。剪裂帶也是造成崩塌主因之一，災後經現況調查發現，12.6K 下邊坡有數條厚 1m 間距 10m 之剪裂帶，傾斜方向與坡面平行，剪裂泥遇水軟化促使坡面大面積滑動。**彙整本區主要造成崩塌之因素爲：1. 冠部農地開墾，排水不良。2. 農路雨水匯集，農路彎道處溢流。 3. 岩層剪裂帶發達等不利因素。**

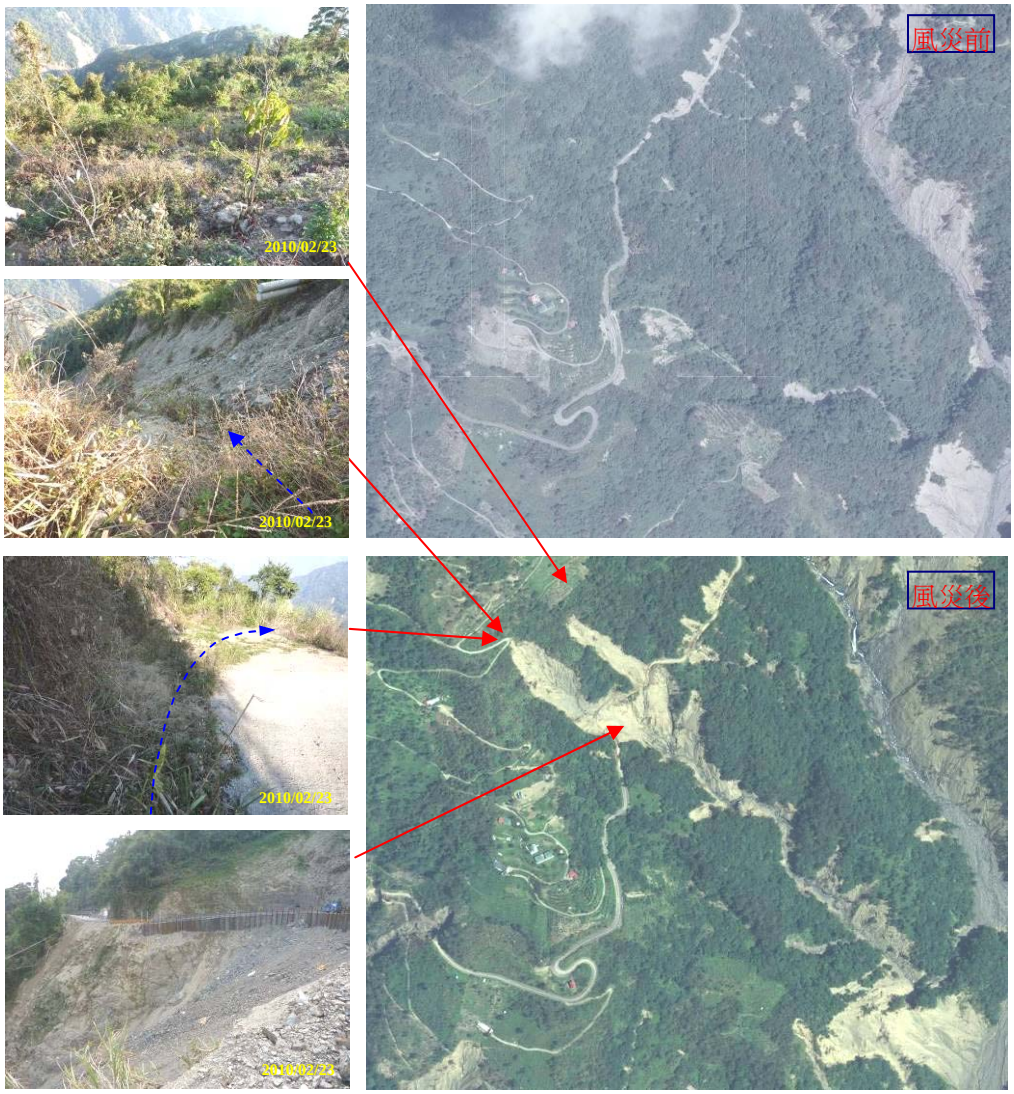


圖 4.34　藤枝 12.6K 災害成因現況調查彙整圖



1. 冠部果園開墾，排水不良



2. 農路雨水匯集沖蝕引致崩塌



3. 農路排水設施缺乏，放流無妥善處理



4. 岩盤裸露，質地破碎



5. 上山側路基現況



6. 冠部果園開墾，排水不良



7. 坑溝流末現況



8.河床土砂堆積、邊坡裸露



9. 趾部土砂堆積



10. 下山側路基現況



11. 雨水沖蝕引至坑溝崩塌，路基流失



圖 4.35　藤枝 12.6K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）





4.第二道黑色剪裂帶，距路基約 30 公尺。與黃褐色風化板岩呈強烈的對比，其上與下方岩層的劈理和節理的位態呈不連續。



5.滑坡上出露的硬頁岩層，其劈理面之向南傾斜，大致與坡道同方向。有兩組發達的高傾角節理影響岩層的穩定性。



3. 滑坡中央的第一道黑色剪裂帶距路基約 10 公尺，與其下方之第二道相隔約 20 公尺。



2.道路西側岩體密集節理，相當破碎並遭受強烈風化，。受流水鐵離子浸染成磚紅色節理面，與道路平行。



1.主滑坡西側出露之陡直岩壁，主要由板岩和薄層砂岩所組成。劈理面傾角近乎水平。

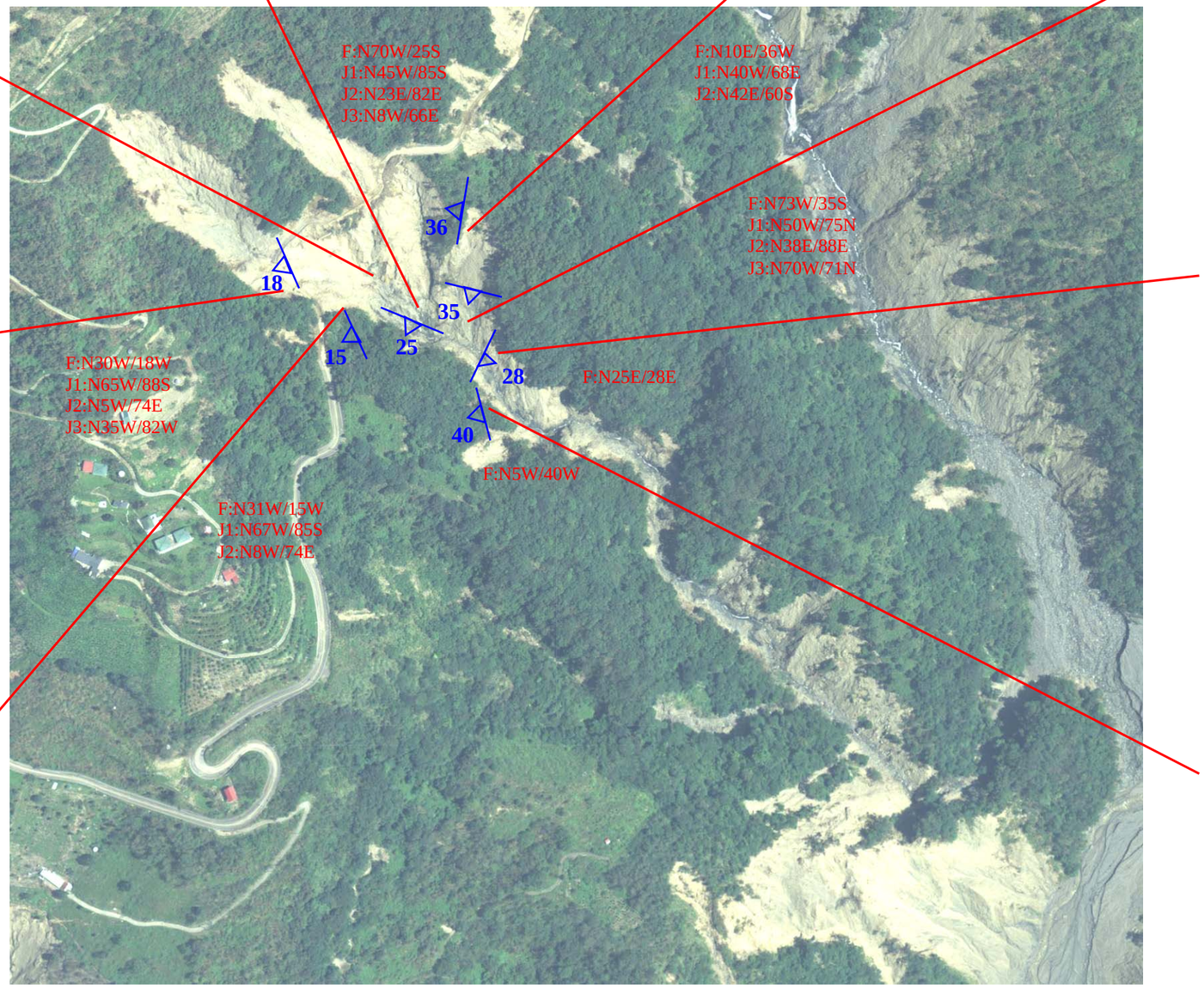


圖 4.36　藤枝 12.6K 露頭調查成果彙整圖〈航照自農航所購得〉

6.出露新鮮灰黑色硬頁岩層，其劈理面向南傾斜，大致與坡道同方向。有兩組發達的節理也會影響此區邊坡的穩定性。



7.第三道剪切帶約 80cm 厚，距路基約 40M。剪切帶充填的泥狀物猶如黑炭，結構相當軟弱，常以薄餅狀碎片，散落於地面與周圍土黃色岩層呈強烈的對比。錯斷位移 40 公分。



8. 第四道剪裂帶，距第三道有 10 公尺，距路基約 50 公尺。剪裂帶充填的泥狀物遭強烈擾動，上下地層亦遭褶曲作用。

（六）藤枝 13.2K 崩塌地

（1）**現地調查**：現況調查彙整圖詳圖 4.41。該坑溝位於藤枝林道 13.1K 至 13.4K 處，其中 13K+130、13K+188、13K+226、13K+301 四處皆設有過路箱涵或涵管。由航照圖可得知，該處為舊有坑溝，平時即有水流現象；經實地勘查，順流右側為陡峭岩壁，崩積層薄植生豐富，而左側崩積層厚，上方農路曲折，果園沿山坡面坡面開墾，崩塌情形嚴重，大量土石堆積於流末。目前路基流失路段暫時以紐澤西護欄塊維持道路單線雙向通行，如遭逢大雨沖刷，路基仍有流失之虞。圖 4.37 為 13.2K 風災前後現況對照圖。



圖 4.37　藤枝 13.2K 風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量**：藤枝林道 13.2K 為舊有崩塌地，由過去航照圖可發現坑溝中、下段過去已有崩塌現象且集中於坑溝順流左側，詳圖 4.41，經莫拉克風災後其崩塌範圍擴大，坑溝延伸至林道路基。目前崩塌地總長約 1100 公尺，平均坡度 44.6%，總崩塌面積約 14.5 公頃，崩塌土石量約 168000 立方公尺。

（3）**保全對象調查**：房舍 4 棟、農地 2.5 公頃、農路約 600 公尺。

（4）**地形地質調查**：藤枝林道 13.2K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.42。崩塌區上段之硬頁岩受剪切作用造成垂直節理，使表層岩塊順坡滑落，出露受水中鐵離子浸染成磚紅色的大片節理面，是促滑的要因。硬頁岩和板岩具兩組以上之發達節理，常剪切出平整的節理面。崩塌區中段出現落差達 70m 之硬頁岩崩崖，似向斜構造的軸部岩體破碎，葉理和兩組節理產生崩硬頁岩中的石英脈，厚 40~100cm，顯示過去的大型剪裂帶。遭斷層切穿之硬頁岩，常有石灰華和石英脈充填裂隙中。崩塌區下段有石

灰華覆蓋於硬頁岩表面，延展 30 公尺，平均厚度 40 公分，顯示豐沛泉水長期在此帶湧出，使水中碳酸鈣沉澱。複雜的褶皺和斷層，使本區岩層更加破碎，更易脫離岩層而向下滑落。

（5）**既有構造物調查**：藤枝 13.2K 既有構造物詳如表 4.4，圖 4.38 為既有構造物現況。藤枝 13K+160 路基為加勁擋土牆，坡面以噴凝土保護，道路採混凝土澆注而成且版內無鋼筋綁紮；風災後加勁擋土牆流失、噴凝土崩落，既有便道行經原上邊坡擋土牆。13K+130、13K+188 橫向排水設施因流末處理不當，淘空基礎造成構造物流失。13K+301 下邊坡箱籠固床工因排水量過大導致基礎淘空，箱籠固床工凹陷。13K+301 集水井與箱涵風災時遭大量土石掩埋，經清理後暫時恢復排水功能。

表 4.4　藤枝 13.2K 既有構造物調查表

里程	構造物名稱	數量	現況
13K+030	下邊坡擋土牆與鋼鈑護欄	85m	鋼鈑護欄殘餘 30m，擋土牆 80m
13K+110	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	16m	完全流失
13K+130	下邊坡擋土牆與鋼鈑護欄	33m	完全流失
13K+130	集水井與箱涵	1 座	完全流失
13K+188	集水井與箱涵	1 座	完全流失
13K+226	集水井與箱涵、洩槽	1 座	集水井與洩槽堪用、箱涵阻塞
13K+301	固床工、集水井與箱涵	1 座	堪用
13K+301	下邊坡箱籠固床工		流失約 10m^2
13K+330	集水井與過路涵管	1 座	暫時恢復功能
13K+340	擋土牆與防落石柵	50m	良好
13K+390	上邊坡擋土牆	40m	完全流失



▲13K+160 構造物現況　▲13K+226 構造物現況　▲13K+430 構造物現況

▲13K+300 構造物現況

▲13K+100 構造物現況

圖 4.38　藤枝 13.2K 既有構造物調查彙整圖

（6）**坡面沖蝕與蝕溝調查**：該崩塌區域內之蝕溝均爲過去既有蝕溝，且與林道銜接處皆設有規模較大之集水井與過路箱涵，但因降雨量過大，造成邊坡土石滑動阻塞排水斷面，形成雨水漫地流，沖蝕下邊坡。圖 4.39 爲 13K+226 蝕溝現況，顯示蝕溝岩盤裸露兩側植生良好，無沖蝕之疑慮。



圖 4.39　藤枝 13K+226 蝕溝現況

（7）**災害成因研判**：災害成因調查研判如圖 4.40。崩塌地冠部果園開墾地勢起伏不大，坡面水流匯集於既有坑溝內，而既有坑溝溝底均爲岩盤，因此無造成大規模崩塌。13K+130 處因過路箱涵排水量過大及放流無妥善處理，沖蝕路基引致基礎淘空，加勁擋土牆土體流失。林道上山側因地勢陡峭，轉彎處路面缺乏截水設施，大量雨水於林道轉彎處宣洩而下沖蝕下邊坡，造成邊坡大面積土石滑落，路基流失。該區域主要受颱風連續高強度暴雨影響，上、下邊坡均爲崩積土所構成，地勢陡峭，當含水量達飽和時土體將尚失支撐力而造成土石流或崩塌，既有排水設施阻塞無法有效發揮其功能形成地表逕流，沖蝕下邊坡導致邊坡大規模滑落。**彙整本區主要造成崩塌之因素爲： 1. 舊有崩塌地再次崩塌。 2. 排水設施流末無妥善處理，淘空基腳、坡面沖蝕。 次要原因：農地墾殖。**

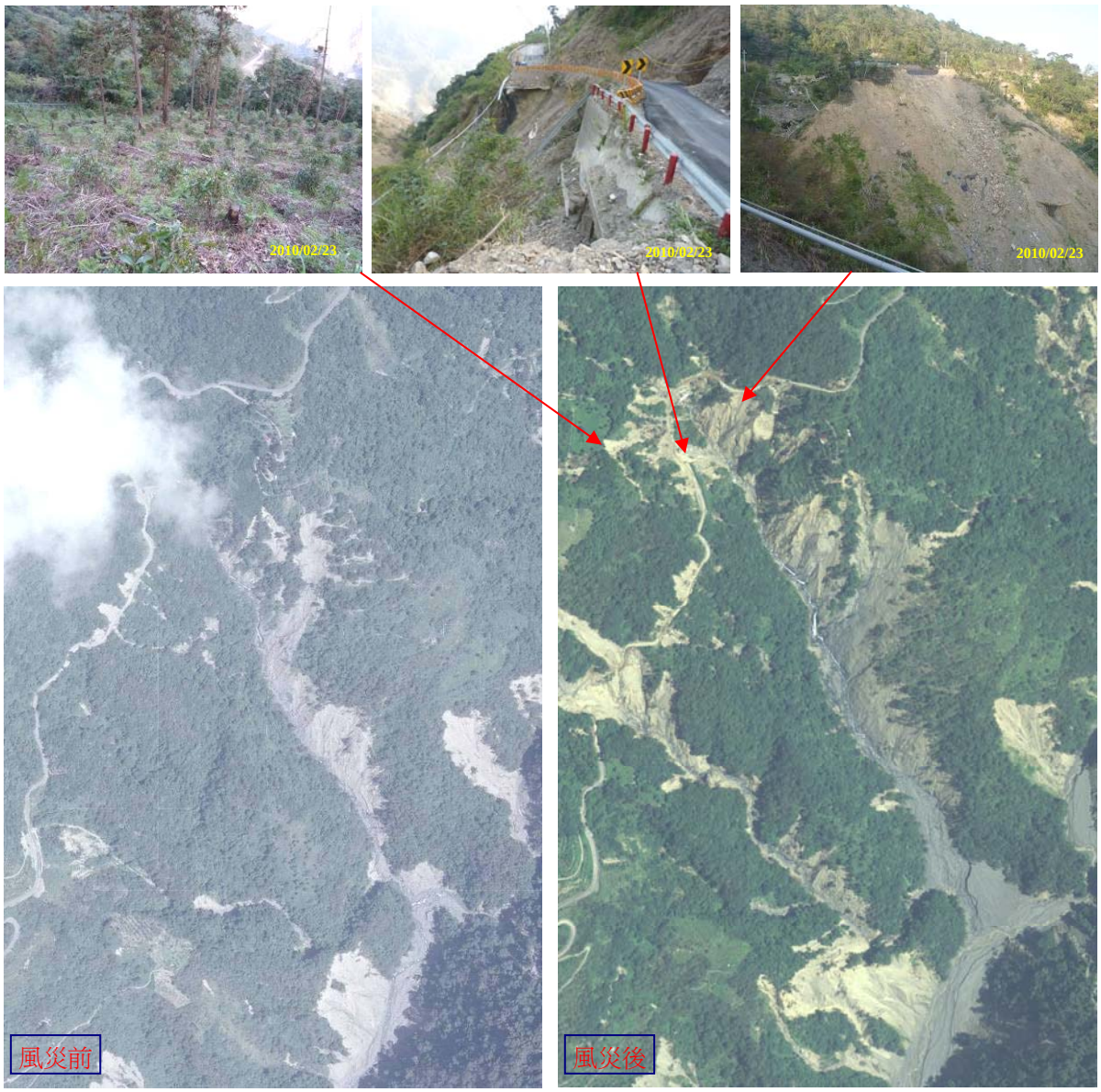


圖 4.40　藤枝 13.2K 災害成因現況調查彙整圖



1. 冠部農業開墾，排水設施缺乏



2. 坑溝現況



3. 加勁擋土牆損毀，路基淘空



4. 路基現況



5. 藤枝林道 13.3K 路基全貌



6. 冠部農業開墾，排水設施缺乏



7. 農路開闢，轉彎處與水匯集



8. 崖面現況

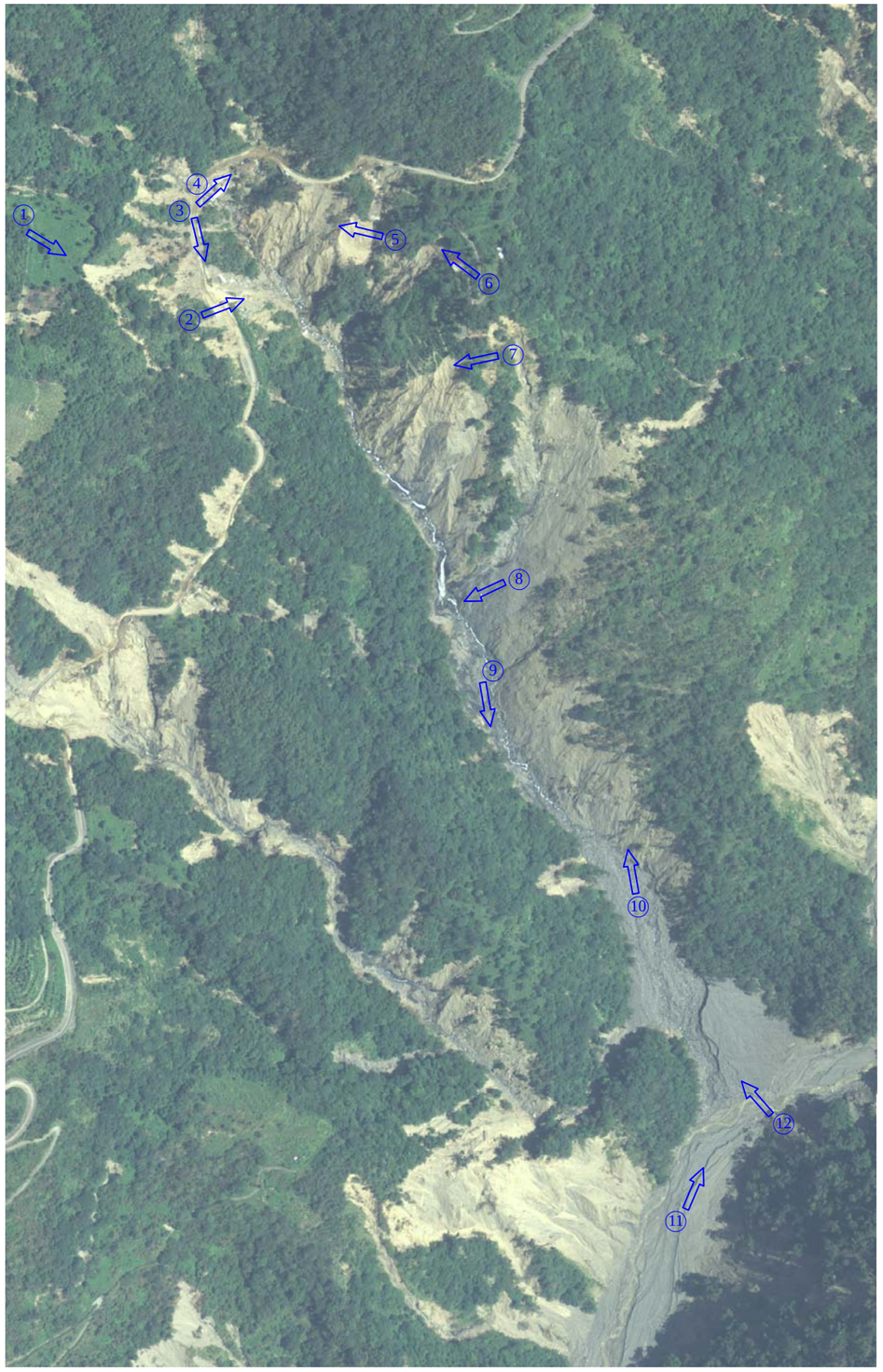


圖 4.41　藤枝 13.2K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



9. 順流右岸岩盤裸露、地勢陡峭



10. 順流左岸坡面裸露



11. 河道現況。



12. 坑溝流末現況。



1.硬頁岩受剪切作用造成垂直之節理，表層順坡滑落，出露受水中鐵離子浸染成磚紅色的大片節理面，是促滑的要因。



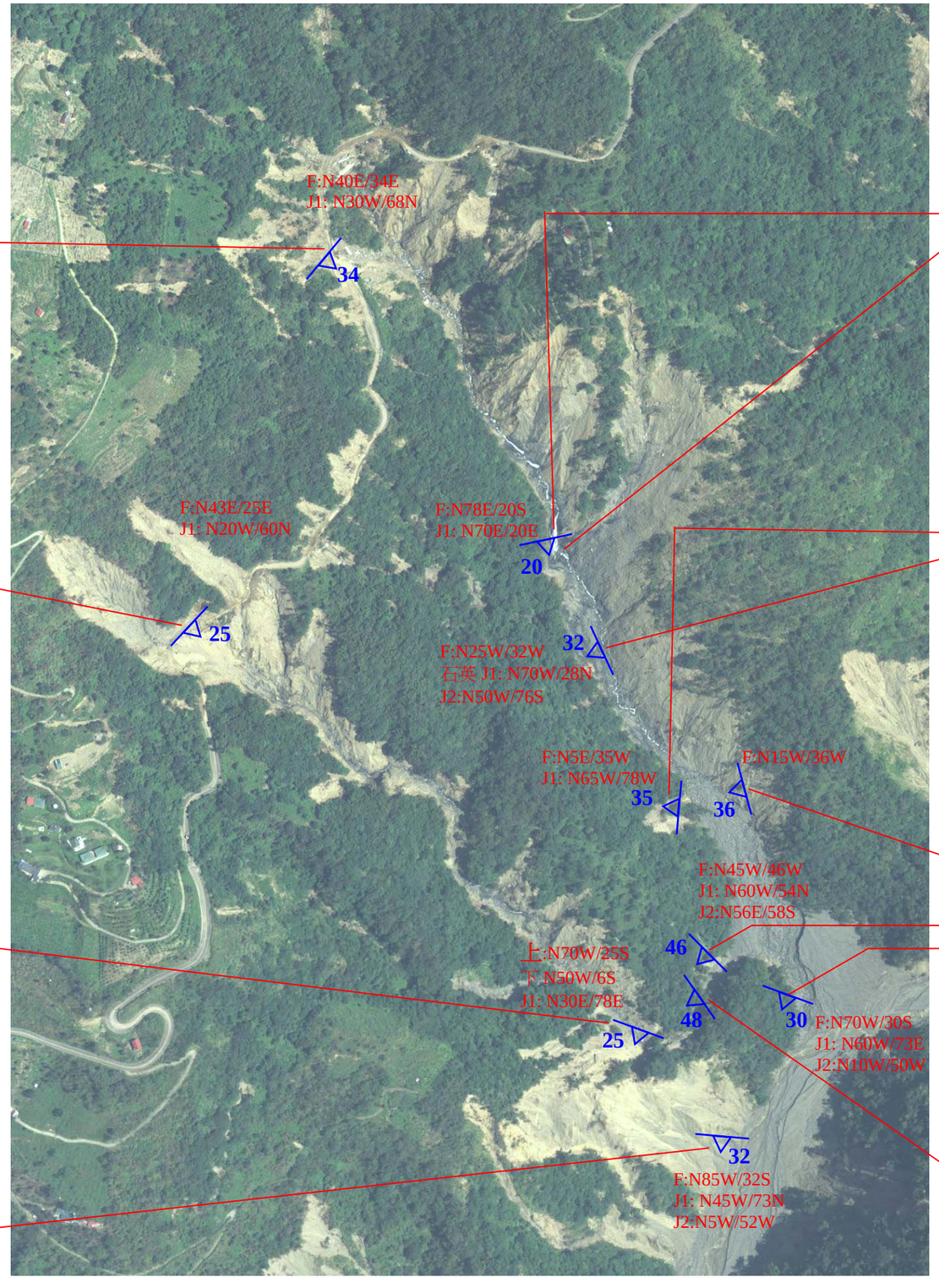
2. 具水平葉理之硬頁岩與兩組發達之垂直節理組，造成陡壁。岩壁表面有鐵質包覆。



3.斷層通過褶皺硬頁岩，左上和右下之葉理位態不同，石灰華和石英脈充填裂隙中.



4.褶皺和節理發達，石英脈充填裂隙中。.





5.落差達 70m 之硬頁岩崩崖，似向斜構造的軸部岩體破碎，左上方葉理和兩組節理產生崩。斷層由右下角斜向右上方。



6.崩崖下方，向斜構造的軸部岩體破碎，右側岩體遭受強烈風化。



7.硬頁岩中的石英脈,厚 40~100cm, 顯示過去的大型剪裂帶。



8.右側白色石灰華覆蓋於硬頁岩表面，延展 30 公尺，平均厚度 40 公分。豐沛泉水長期在此帶湧出，使水中碳酸鈣沉



9.順向坡，葉理與坡面同向 N15W/36W



10.板岩具兩組以上之發達節理，剪切出平整的節理面。右側爲硬頁岩褶皺。



11.硬頁岩受斷層切穿，使上下岩層之葉理傾向不一致。



12.硬頁岩葉理和節理清晰易辨，形成薄頁狀破裂。

圖 4.42　藤枝 13.2K 露頭調查成果彙整圖〈航照自農航所購得〉

（七）藤枝 14.1K 與 15.3K 崩塌地

（1）**現地調查**：崩塌地 14.1K 與 15.3K 爲凹谷地形兩側，隨之匯流至同一坑溝，現況調查彙整詳圖 4.47。崩塌地 14.1K 邊坡地勢陡峭，下邊坡崩積土流失，岩盤裸露；崩塌地冠部爲果園開墾，由藤枝林道 14K+920 處之農路可抵達崩塌地冠部，冠部爲果園大面積開墾。15.3K 因邊坡大面積崩塌，舊有構造物已完全流失，道路下邊坡爲崩積土所覆蓋，穩定性差，暫時以鋼軌樁及鋼鈑穩固維持雙向通車；上邊坡岩盤裸露，主要以板岩構造居多，風化情形嚴重且質地破碎，常有落石情形發生。下邊坡根據過去航照圖顯示，該區域爲舊有坑溝，坑溝冠部爲果園開墾，農路開闢，風災後已完全流失。沿坑溝下游前進，溝底岩盤裸露，地勢起伏大，順流左側崩積層厚且坡面較緩。該坑溝與 14.1K 崩塌地交會處爲陡峭落差大之崖面，而崩積土石大量堆積於坑溝與邦腹北溪交會處。圖 4.43 爲 15.3K 風災前後現況對照圖。



圖 4.43　藤枝 15.3K 風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量**：藤枝林道 14.1K 崩塌地全長 450 公尺，平均坡度約 88.2%，崩塌面積約 2.32 公頃，崩塌土石量約 34800 立方公尺。15.3K 崩塌地全長 1900 公尺，平均坡度 42.3%，崩塌總面積約 17.64 公頃，崩塌土石量約 270000 立方公尺。

（3）**保全對象調查**：房舍 10 棟，農地約 12 公頃。兩崩塌地中間有二集團部落與寶山國小。

（4）**地形地質調查**：藤枝林道 14.1K 及 15.3K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.48。崩塌地冠部傾角大，由褶曲的硬頁岩所組成，岩體破碎，形成典型圈椅狀形態。部份露頭爲強烈風化之硬頁岩層，因褶皺作用而破碎，

表層鬆散材料如岩塊、岩屑易沿葉理面向下滑動。相當規模的剪切作用或斷層通過硬頁岩層，有 20~30 公分厚之石英脈填充。葉理面與節理面清晰易辨，硬頁岩葉理與兩組以上之發達垂直節理面，常將岩塊切割成菱面體而脫離岩體崩落。有些露頭因下方極軟弱的頁岩或硬頁岩被沖刷掉，導致上方岩塊無法支撐的重量而滑落。

（5）**既有構造物調查**：藤枝林道 14.1K 既有構造物現況如圖 4.44，14K+110~14K+200 受淺層地滑影響，該區段構造物均滑落於坑溝內。





圖 4.44　藤枝 14.1K 既有構造物現況

15K+260~15K+380 受淺層地滑影響，該區段構造物均滑落於坑溝內，其中包含 15K+300 集水井與箱涵橫向排水構造、15K+280 下邊坡擋土牆與橋面版 70m。15K+380 露出 5 公尺長之既有上邊坡擋土牆，顯示目前便道墊高約 2 公尺。圖 4.45 爲 15.3K 既有構造物現況。





圖 4.45　藤枝 15.3K 既有構造物現況

（6）**坡面沖蝕與蝕溝調查**：藤枝林道 14.1K 崩塌地爲冠部農地開墾，加上邊坡地勢陡峭，大量降雨使坡面崩積土石有效摩擦角降低，造成坡面淺層滑動。目前此區域水土保持設施缺乏，加上農地大面積開墾，崩塌地冠部周圍地表因滑動而開裂，如遭逢大雨，雨水侵蝕裸露坡面以及流入地表裂縫，崩塌範圍有擴大之虞。15.3K 崩塌地冠部爲農路回頭彎處，雨水經由農路匯集並於轉彎處溢流，形成沖蝕溝(詳圖 4.47 第 14 號位置)；當沖蝕溝持續向下侵蝕，使兩側坡面失去支撐造成大面積滑落。

（7）**災害成因研判**：災害成因調查研判如圖 4.46。14.1K 之崩塌地主要成因爲

地形陡峭；過去該路段之上邊坡均為崩積土石，坡面植被稀疏加上地勢陡峭，又冠部為果園開墾，雨水匯集沖刷，因此造成邊坡土石大面積滑落，連帶影響下邊坡坡面滑動。15.3K 為舊崩塌地，由過去風災前航照圖清楚描繪出凹谷線型與方向，大量崩積土石堆積於路基下邊坡一帶，經整地即成為風災前果園開墾、農路開闢之樣貌；莫拉克帶來罕見之高強度連續降雨，匯集於舊有坑溝與農路，沖刷坡面造成大面積崩積成滑動。該崩塌地源頭為農路回頭彎處，匯集大量雨水沖蝕邊坡，以及目前坡面上殘留的岩層滑動面相對於目前坡面呈順向坡型態，均對該崩塌地造成嚴重影響。**彙整本區主要造成崩塌之因素為：1. 舊有崩塌地。 2. 冠部農地開墾，排水不良。 次要原因：1. 農路雨水匯集，農路彎道處溢流、坡面沖蝕。 2. 局部順向坡地形等地質不利因素。**

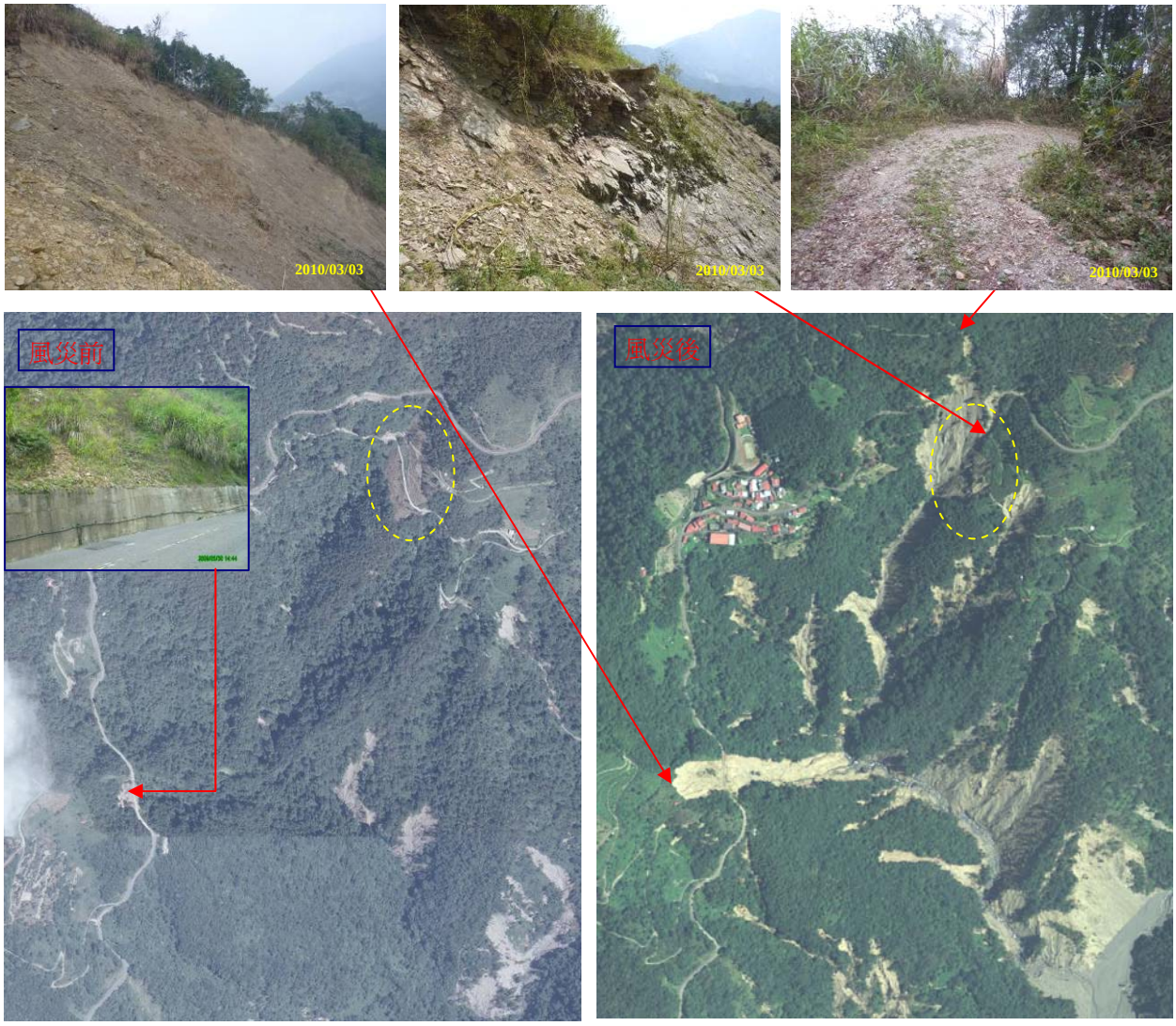


圖 4.46　藤枝 14.1K 與 15.3K 災害成因現況調查彙整圖



1. 雨水沖蝕，坡面陡峭



2. 林道 14.1K 坡面現況



3. 林道 14.1K 路基現況



4. 流末土砂堆積



5. 河床現況、土砂堆積



6. 坑溝現況，岩盤裸露



7. 坑溝現況



8. 崩塌地現況



9. 坡面雨水匯集引致崩塌



10. 林道 15.3K 路基現況

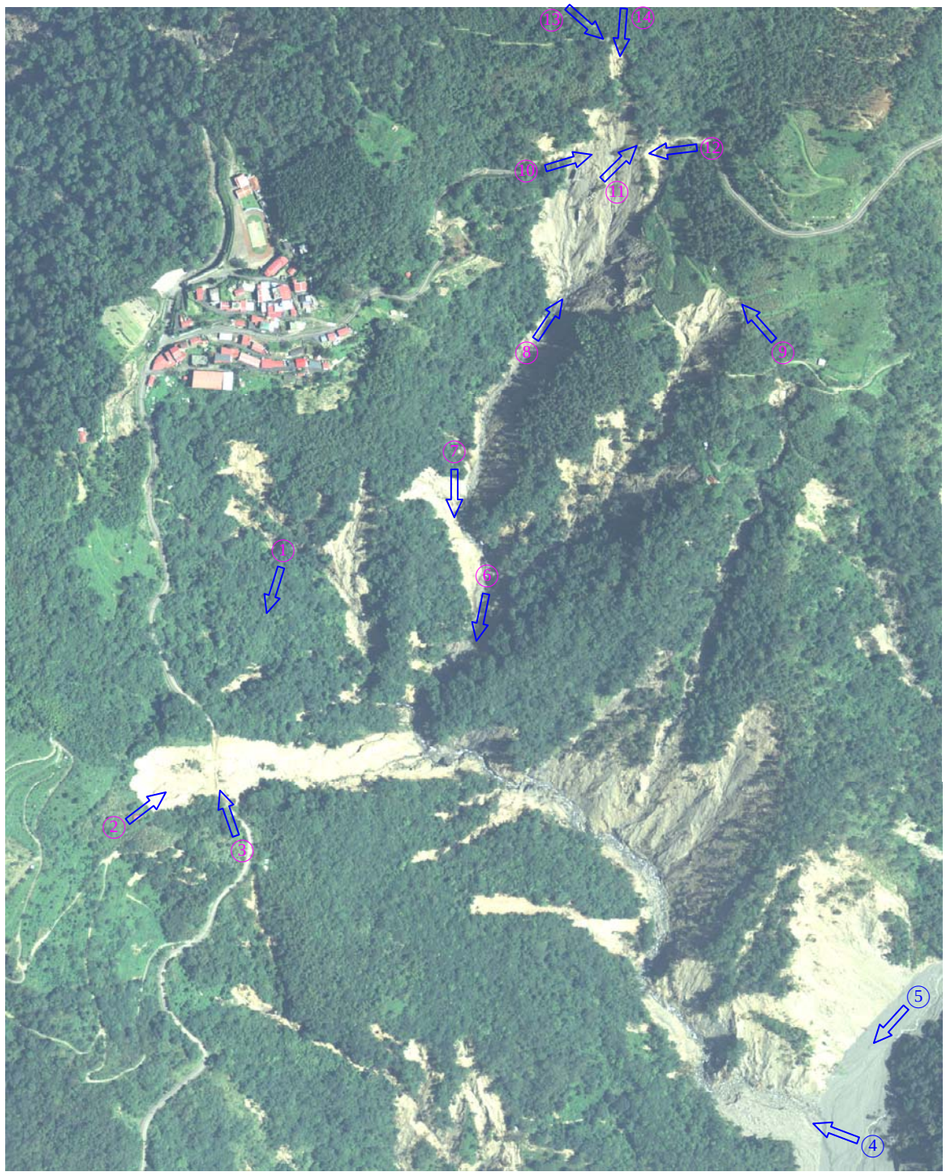


圖 4.47　藤枝 14.1K 與 15.3K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



11. 岩盤裸露，風化且破碎



12. 路基現況



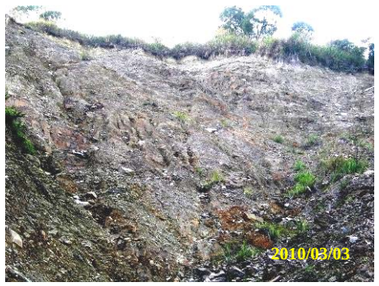
13. 雨水匯集於農路沖蝕邊坡



14. 邊坡沖蝕現況



1.地層遭強烈擠壓而破碎，表面覆蓋崩落岩塊。



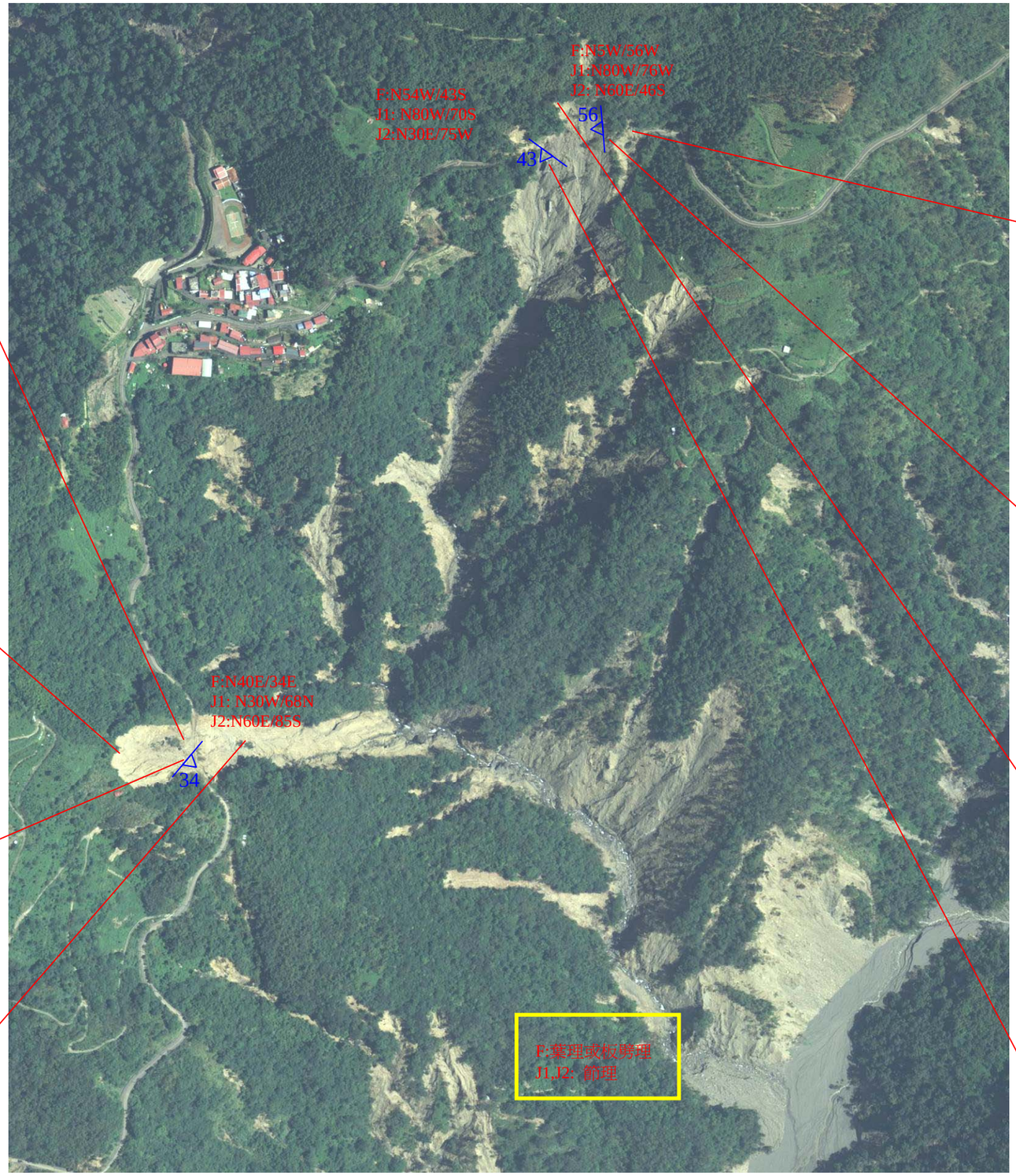
2.滑坡冠部之傾角很大，由褶曲的硬頁岩所組成，岩體破碎,形成典型圈椅狀形態。



3.硬頁岩具水平葉理，受剪切作用造成垂直之節理，表層順坡滑落，出露受水中鐵離子浸染成磚紅色的節理面。



4.高角度傾斜之坡面是造成滑坡的主因。





5.硬頁岩葉理與兩組以上之發達之垂直節理組，將岩塊切割成菱面體而脫離岩體崩落。下方極軟弱的頁岩或硬頁岩被沖刷掉，上方岩塊無法支撐的重量而滑



6.強烈風化之硬頁岩層，因褶皺作用而破碎，表層鬆散材料如岩塊與岩屑沿葉理面向下滑動，出露光亮的葉理面。



7.滑坡冠部之傾角很大，岩體破碎,由褶曲的硬頁岩所組成，部份岩層已風化成土黃色。



8.相當規模的的剪切作用或斷層通過硬頁岩層，有 2-0~30 公分厚之石英脈充填其間。葉理面與節理面清晰易辨。

圖 4.48　藤枝 14.1K 與 15.3K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得）

（八）藤枝 18.0K 與 18.4K 崩塌地

（1）**現地調查**：現況調查彙整圖詳圖 4.53。該崩塌地位於藤枝林道 18.0K 處，藤枝新部落下方。藤枝新部落於莫拉克風災前已有地滑跡象，風災後狀況更是嚴重，擋土牆傾倒、路面開裂。舊有道路構築於崩積層部分均已流失，長約 100 公尺，路基暫時以鋼軌樁及鋼板穩固維持通行。沿著河床往崩塌地冠部前進，河床堆積土石高數公尺，出水量小，崩塌地範圍內覆蓋著大量崩積土且坡面陡峭，坑溝內因遭大水沖蝕，岩盤裸露。圖 4.49 爲 18.4K 風災前後現況對照圖。



圖 4.49　藤枝部落與 18.4K 風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量**：藤枝林道 18.0K 崩塌地由三個崩塌區所組成，總長約 800 公尺，平均坡度 75.1%，總崩塌面積 19.2 公頃，淺層崩積土厚，崩塌土石量約 290000 立方公尺。18.4K 崩塌地總長約 500 公尺，平均坡度約 72.5%，總崩塌面積 3.78 公頃，崩塌土石量約 75500 立方公尺。

（3）**保全對象調查**：藤枝林道 18.0K 與 18.4K 崩塌地冠部爲藤枝新部落，計有房舍 34 棟，農地 2 公頃。

（4）**地形地質調查**：藤枝林道 18.0K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.54。本

區由三個崩塌區所組成，呈樹枝狀分叉。崩塌地上中段西壁以硬頁岩和緊密褶皺及凌亂節理爲主，造成大量薄頁狀岩屑散佈於坡道上。褶皺軸部的岩塊較一般爲破碎。其中某褶翼會使岩屑順著葉理下滑。西側分支崩塌地之下段，由於硬頁岩較爲緻密，造成的板狀碎塊較粗大，異於上中段之薄頁狀岩屑。此段岩層受風化程度也較大。

（5）既有構造物調查：表 4.5 爲藤枝 18K+000K~18K+460 既有構造物統計表，圖 4.50 爲 18.0K 構造物現況調查彙整圖。該處爲大面積地滑，主要滑動面沿舊有道路內側向下滑動，因此該路段大部分構造物均已破壞。圖 4.51 爲 18.4K 構造物現況；18.4K 過去路面以擋土牆與 RC 路面版的方式施作，但該處崩塌屬深層地滑區，滑動面超過道路路基範圍繼續往上邊坡延伸，造成構造物傾倒、流失。

表 4.5　藤枝 18K+000 至 18K+460 既有構造物統計表

里程	構造物名稱	數量	現況
17K+922	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	10m	良好
17K+938	擋土牆與 L 型溝	132m	流失 130m
18K+068	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	6m	構造物良好
18K+072	集水井與過路涵管	1 座	集水井損毀
18K+085	擋土牆與 L 型溝	125m	流失 90m
18K+182	擋土牆與 RC 護欄	25m	外傾，已損毀
18K+295	擋土牆與鋼管護欄	95m	完全流失
18K+358	擋土牆與 L 型溝	230m	流失 90m
18K+385	擋土牆與 RC 護欄	36m	外傾，已損毀
18K+430	擋土牆與 RC 護欄	34m	損壞 10m



▲18K+000 構造物現況　▲18K+072 集水井現況　▲18K+068 護欄現況

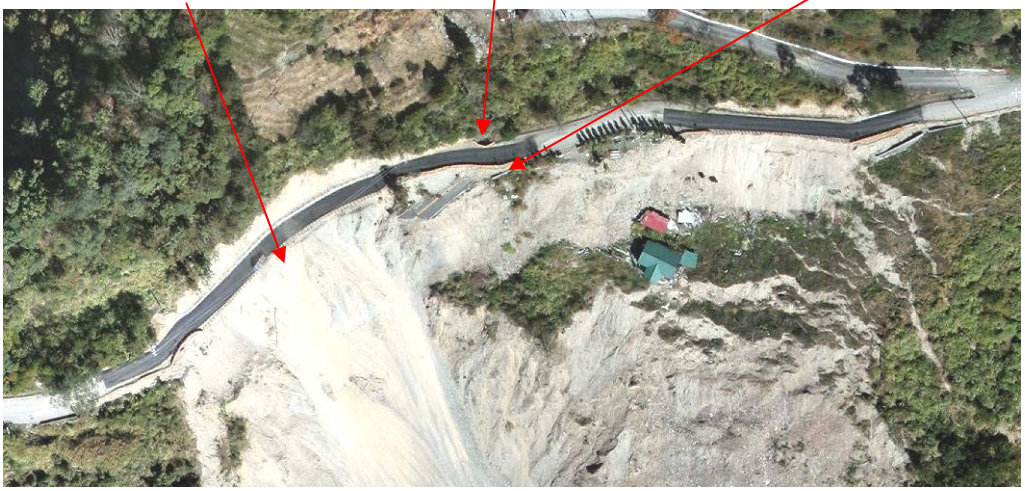


圖 4.50　藤枝 18.0K 構造物現況調查彙整圖

(6)**坡面沖蝕與蝕溝調查**：該處崩塌地位於邦腹北溪源頭，向源侵蝕作用明顯，且周遭種種跡象均顯示為深層地滑潛勢區，因此在莫拉克侵襲下造成坡面大規模滑動。目前坡面裸露嚴重缺乏植被保護，崩塌地冠部地表裂縫發達，水土保持完全依靠大自然自我平衡，如遭逢大雨容易再次發生具規模之崩塌。

(7) 災害成因研判：災害成因調查研判如圖 4.52。由前期航照圖得知，該處為舊有崩塌地，崩塌地冠部為藤枝新部落，由周遭地貌、地表裂痕可看出地滑跡象。莫拉克風災帶來驚人的雨量沖蝕既有崩塌地造成崩塌範圍擴大，雨水灌入裂縫促使地滑。該崩塌地位於邦腹北溪轉彎攻擊岸，風災期間河水暴漲淘刷坡腳，形成崩塌地向源侵蝕。藤枝林道 18.4K 處往藤枝新部落聯外道路，暴雨期間成新部落主要排水路逕之一，既有坑溝持續刷深、沖蝕，引至兩側坡面失去支撐造成崩塌、路基淘空。踏勘過程於下邊坡與崩塌地冠部發現數條大型裂縫，如再次遭逢大雨侵襲，該崩塌地將持續擴大。**彙整本區主要造成崩塌因素為：1. 舊有崩塌地再次崩塌。 2. 位處深層地滑潛勢區。 3. 農地墾殖。 4. 向源侵蝕。 次要原因：坡面沖蝕及局部順向坡之地質構造。**



圖 4.51　藤枝 18.4K 構造物現況調查彙整圖



圖 4.52　藤枝 18.0K 與 18.4K 災害成因現況調查彙整圖



1. 藤枝新部落現況



2. 路基構築於崩積層，底部雨水淘刷



3. 路基下邊坡現況



4. 岩盤裸露



5. 崩塌地流末現況



6. 河床現況



7. 崩塌地溝內無常流水



8. 崩積層覆蓋，植披流失



9. 崩塌地邊緣現況



10. 路基現況



11. 崩塌地俯視現況



12. 邊坡滑動，冠部地表開裂



13. 路基流失，坡面裸露



14. 崩塌地現況

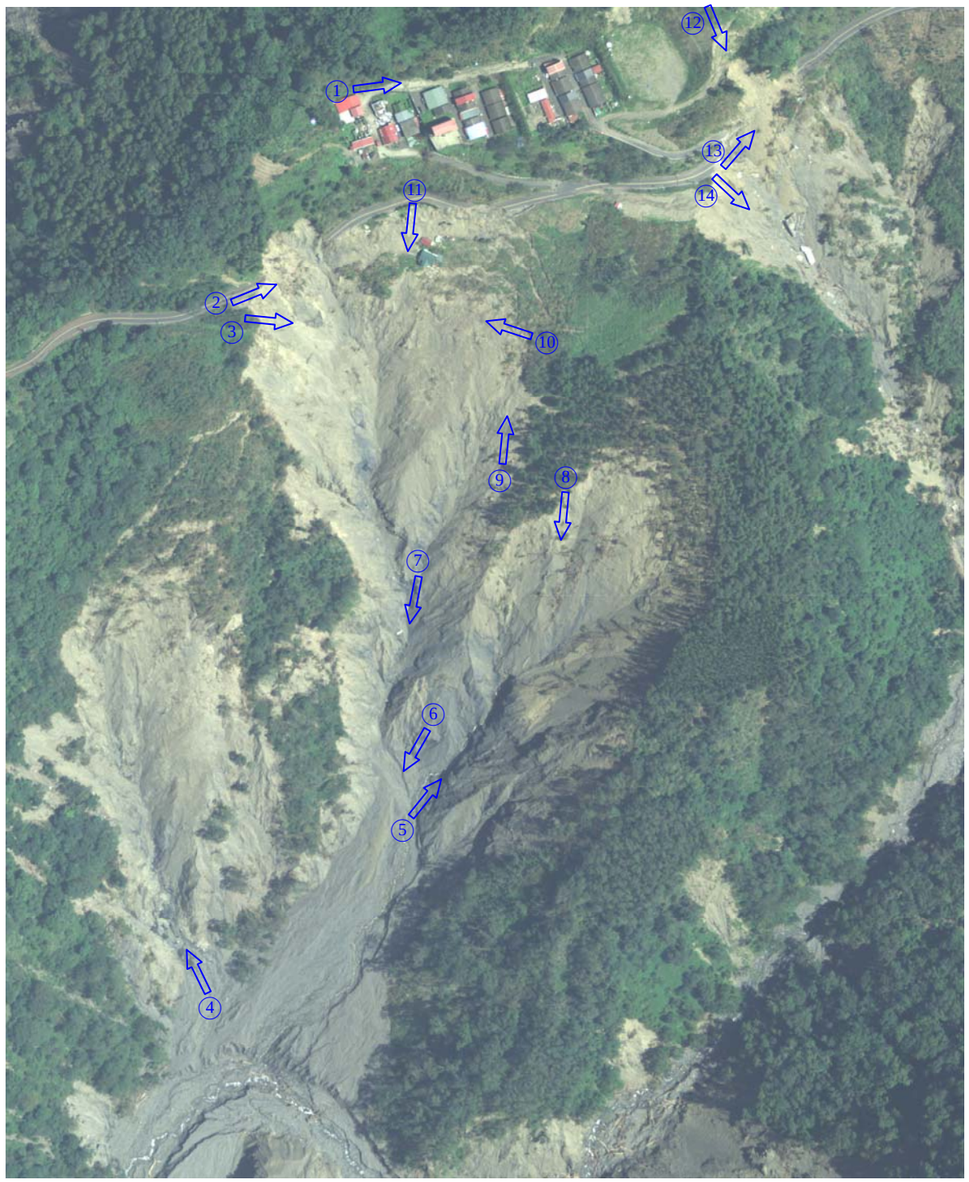
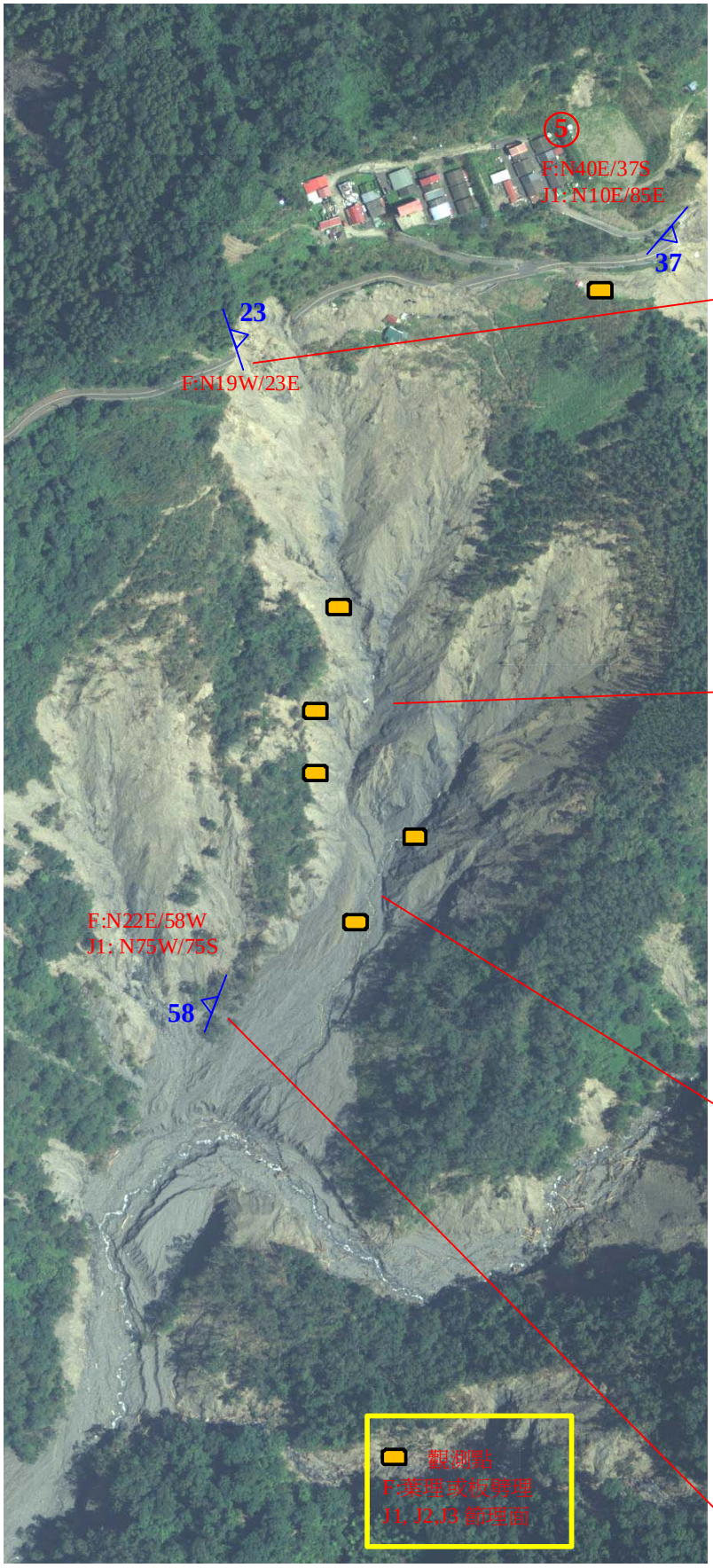


圖 4.53　藤枝 18.0K 與 18.4K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）





1. 遭擠壓破碎的硬頁岩，類似褶皺軸部，其表面極易剝落，出露嚴重受氧化鐵浸染的風化物質。



2. 硬頁岩中的緊密褶皺和節理，造成薄頁狀岩屑，褶皺軸部的岩塊相當破碎。其中褶翼使岩屑順著葉理下滑。



3. 滑坡西壁以硬頁岩和緊密褶皺及凌亂節理爲主，造成大量薄頁狀岩屑散佈於坡道上。部份褶翼使岩屑順著葉理下滑。



4. 西側分支滑坡之下段，由於硬頁岩較爲緻密，造成板狀碎塊，異於上中段之薄頁狀岩屑。此段岩層受風化程度較大。

圖 4.54　藤枝 18.0K 露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得）

（九）藤枝 18.6K 與 19.0K 崩塌地

（1）**現地調查**：現況調查彙整圖詳圖 4.58。該崩塌地位於藤枝林道 18.6K 及森林遊樂區門口攤販之下邊坡，崩塌範圍面積廣大。其中 18.6K 路基流失，下邊坡大面積滑落；18.7K 既有裸露面範圍擴大，崩積土石堆積路面；19.0K 路基流失，擋土牆基礎淘空，構造物滑落至坑溝，冠部土壤結構不穩，路面開裂下陷情形嚴重。目前路面崩積土石已完全清除，路基流失部分已採用內外鋼軌樁、鋼板暫時穩固維持交通單線雙向通行。圖 4.55 爲 18.6K 風災前後現況對照圖。

由邦腹北溪河床往崩塌地冠部前進，因坡面大面積滑落崩塌，河床堆積大量崩積土石；崩塌面土質鬆軟且風化嚴重，坑溝溝底偶有露頭出現但質地破碎，平日無常流水現象。道路下邊坡植生以草本類爲主，地勢較平坦處多爲果園開墾，林道上邊坡則以林班爲主，植生茂密，無明顯崩塌或地滑現象。



圖 4.55　藤枝 18.6K 風災前後對照圖

（2）**崩塌地範圍與崩塌土石量**：藤枝林道 18.6K 與 19.0K 均爲舊崩塌地；18.6K 崩塌地全長 420 公尺，平均坡度 76.8%，崩塌面積 3.46 公頃，崩塌土石量約 51900 立方公尺。19.0K 崩塌地全長 530 公尺，平均坡度 57.7%，崩塌面積 3.26 公頃，崩塌土石量約 37500 立方公尺。

（3）**保全對象調查**：藤枝林道 18.6K 保全對象農舍 1 棟，造成藤枝林道 60 公尺流失。19.0K 保全對象爲藤枝森林遊樂區遊客中心、餐飲民宿業者所興建之房舍 29 戶以及 68 林班聯外道路 100m 損毀。

（4）**地形地質調查**：藤枝林道 18.6K 至 19.4K 周邊露頭調查成果彙整圖詳圖 4.59。本區以斷層和密集褶皺作用強烈爲特色，岩層普遍遭擠壓破碎，

岩性以硬頁岩爲主，夾少量板岩和變質砂岩；數道滑坡方向爲東北向西南傾滑，與葉理面傾斜方向大致相同，傾角爲 50~60 度可歸爲順向坡，所以發達的葉理是本區重要促滑因素。部份節理面常造成滑動面，破碎的硬頁岩遭嚴重風化後呈現黃褐色，密集褶皺並有石英脈充填裂隙中。

（5）**既有構造物調查**：表 4.6 爲 18.6K、19.0K 既有構造物統計表，圖 4.56 爲構造物現況。該路段除了 18K+640 至 18K+680 構造物完全流失外，其餘因受地滑影響，構造物雖然狀況良好，但位置、高程均已位移，其穩定性需進一步評估。

表 4.6　藤枝 18.6K、19.0K 既有構造物統計表

里程	構造物名稱	數量	現況
18K+540	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	50m	構造物良好
18K+600	擋土牆與 L 型溝	200m	18K+640~18K+680 流失
18K+670	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	20m	完全流失
18K+690	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	60m	構造物良好
18K+983	擋土牆與 L 型溝	65m	差異沉陷造成大型裂縫數條



▲18K+540 構造物現況　▲18K+600 構造物現況　▲18K+700 構造物現況

圖 4.56　藤枝 18.6K 構造物現況調查彙整圖

（6）**坡面沖蝕與蝕溝調查**：藤枝 18.6K、19.0K 蝕溝主要成因來自向源侵蝕，又既有崩塌裸露面坡度陡且範圍廣大，水土保持設施缺乏，因此每當降雨時雨水沖刷坡面，均造成規模大小不一之崩塌，使崩塌規模日益嚴重而難以控制。

（7）**災害成因研判**：災害成因調查研判如圖 4.57。由前期航照圖得知，該處爲舊有崩塌地，坡面植生缺乏，坡面裸露且地質鬆散風化情形嚴重；受連續豪大雨沖刷，造成既有崩塌地擴大爲主要因素。過去該區崩塌地之坑溝經大雨沖蝕均已刷深至岩盤，但出露之岩盤節理發達、破碎，加上風化層厚且鬆散，崩塌面坡度陡峭，往往造成坡面大面積土石崩塌，崩塌範圍迅速擴大。**彙整本區主要造成崩塌因素爲：1. 河流向源侵蝕，2. 農地墾殖，排水不良，3. 大面積裸露，坡面沖蝕。 次要原因：1. 局部順向坡地形等地質不利因素， 2. 舊崩塌地再次崩塌。**



圖 4.57　藤枝 18.6K 與 19.0K 災害成因現況調查彙整圖



1. 既有建物現況



5. 既有便道路基現況



9. 坑溝無常流水



10. 坑溝流末現況



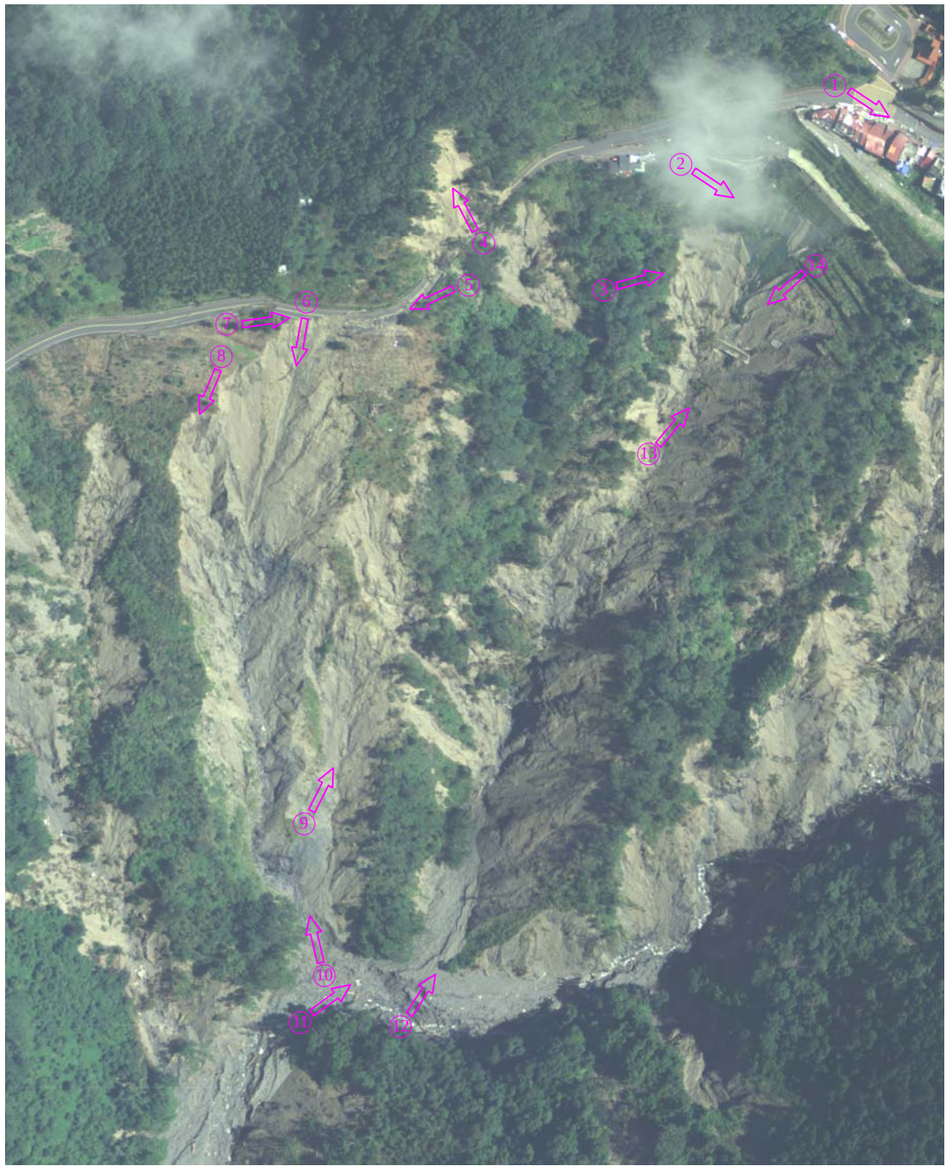
11.河道現況



2. 68 林班聯外道路路基下陷



6. 坑溝俯視現況





12. 坑溝流末現況



3.崩塌地冠部現況



7. 既有便道路基現況



13. 基礎淘空，擋土牆翻覆



4. 舊有裸露面擴大



8. 崩塌地邊緣線，植被稀疏



14. 坑溝俯視現況

圖 4.58　藤枝 18.6K 與 19.0K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



1.遭強烈風化之硬頁岩，葉理面即是滑動面，剝落成細堆積於下方。



5.滑坡中段出露的板岩及變質砂岩，黃色部份爲表面石灰華覆蓋。



4.遭強烈風化之硬頁岩,發達的節理面造成滑動面。



6.因斷層和密集褶皺的作用，岩層受強烈擠壓破碎，及強烈風化之硬頁岩，葉理面即是滑動面。



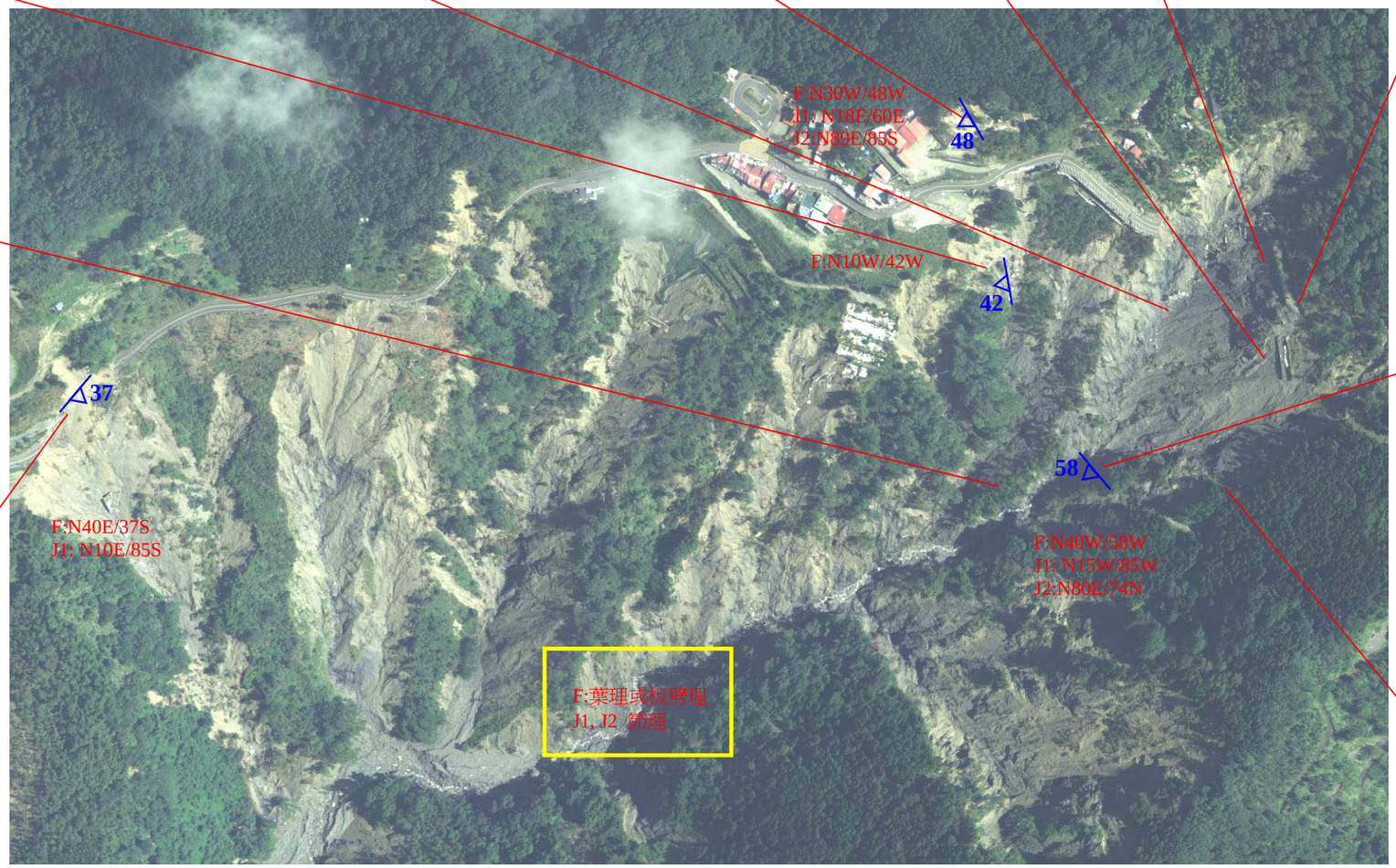
7.遭強烈擠壓破碎，緊密褶皺，嚴重風化之硬頁岩。



8.遭強烈擠壓破碎，中間爲斷層和密集褶皺，上方爲黃褐色遭嚴重風化之硬頁岩。



2. 緊密褶皺硬頁岩中夾薄層砂岩，下方出現密集之石英脈。





9.斷層通過硬頁岩，左下爲密集褶皺並有石英脈充填裂隙中,右上爲板岩,質地堅硬，節理發達。.



3.緊密褶皺之硬頁岩經強烈風化成黃褐色。下方新鮮硬頁岩呈灰黑色。

10.斷層由右上斜向左下通過硬頁岩，左下爲密集褶皺並有石英脈充填裂隙中，右上爲板岩,質地堅硬，節理發達。.

圖 4.59　藤枝 18.6K 與 19.4K 沿線周邊露頭調查成果彙整圖（航照自農航所購得）

（十）藤枝 19.4K 周邊崩塌地

（1）**現地調查**：現況調查彙整圖詳圖 4.63。該崩塌地位於藤枝林道 19.4K 周邊，其中 19.3K~19.4K 路基流失，19.4K~19.6K 道路完全中斷，既有臨時便道構築於舊有道路上邊坡崩積土上方，隨時有中斷之虞。由藤枝森林遊樂區至出雲山管制站，該路段林道下邊坡為荖濃溪事業區 68 林班聯外道路，林道周邊腹地假日多為停車場使用，森林遊樂區門口為餐飲或民宿業者所興建之房舍；風災後地滑情形嚴重，大部分建物坐落於崩塌地冠部，因此受損嚴重，圖 4.60 為 19.4K 風災前後現況對照圖。

此區域為邦腹北溪源頭，地勢陡峭，周遭地質破碎，風化情形相當嚴重。19.4K 下邊坡因颱風高強度連續降雨造成下邊坡數條沖蝕溝及崩坍地，地表也因地滑影響而開裂。沿 19.4K 崩塌地往坑溝前進，地表遍佈崩積土石，只有少數露頭且質地破碎，兩側坡面大面積滑落坍塌。崩塌地趾部兩側岩盤聳立，溝底有常流水，現階段長時間無明顯降雨因此出水量有限。



圖 4.60　藤枝 19.4K 周邊風災前後對照圖

（2）**崩塌範圍與崩塌土石量**：藤枝林道 19.4K 崩塌地位於邦腹北西源頭，向源

侵蝕現象嚴重，平均坡度 60%，崩塌面積約 18.12 公頃，崩塌土石量 271800 立方公尺。

（3）**保全對象調查**：保全對象為藤枝森林遊樂區遊客中心、餐飲民宿業者所興建之房舍 29 戶、出雲山管制站以及 68 林班聯外道路 500 公尺流失。

（4）**地形地質調查**：與 18.6K 崩塌地一併說明〈詳 P139〉。

（5）**既有構造物調查**：藤枝 19.4K 既有構造物統計如表 4.7，現況詳圖 4.61

表 4.7　藤枝 19.4K 既有構造物統計表

里程	構造物名稱	數量	現況
19K+112	擋土牆與 L 型溝	65m	差異沉陷造成擋土牆斷裂
19K+118	下邊坡擋土牆與 RC 護欄	105m	路基淘空、流失，殘餘 30m
19K+173	集水井與橫向截水溝	1 座	差異沉陷造成橫節溝斷裂
19K+192	擋土牆與 L 型溝	13m	構造物完整
19K+220	擋土牆、護欄、路面版	430m	完全流失
19K+310	集水井與箱涵	1 座	損壞
19K+410	集水井與涵管	1 座	流失
19K+413	擋土牆與 L 型溝	225m	流失
19K+496	集水井與箱涵	1 座	流失
19K+584	集水井與箱涵	1 座	流失
19K+640	集水井與箱涵	1 座	構造物完整

（6）**坡面沖蝕與蝕溝調查**：藤枝 19.4K 過去土地利用為闊葉林，因位處於邦腹北溪源頭，向源侵蝕現象加速坡面沖蝕，在高強度連續降雨情況下形成大面積崩塌。既有蝕溝成因來自於路面排水設施長期放流所造成，引致基礎淘空，蝕溝兩側沖刷流失。

（7）**災害成因研判**：災害成因調查研判如圖 4.62。19.4K 為舊崩塌地，受暴雨影響，坡面凹谷逕流集中刷深，造成兩側坡面失去支撐而崩塌，呈現大面積沖蝕及土石崩落情形。此區為邦腹北溪源頭，豪雨使土層鬆動、滑落，造成河谷向上延展向源侵蝕現象，而林道緊鄰溪流源頭，向源侵蝕現象延伸至道路上邊坡，導致林道路基塌陷流失。既有排水設施放流無

妥善處理爲崩塌主因之一；19K+173 橫截溝、19K+310 過路暗管、19K+410 過路箱涵因大量雨水放流，導致路基淘空並持續沖蝕坡面，引發坑溝兩側坡面崩塌。**彙整主要造成崩塌因素：1. 舊崩塌地。 2. 河流向源侵蝕**

次要原因：既有排水設施流未無妥善處理，沖蝕坡面。

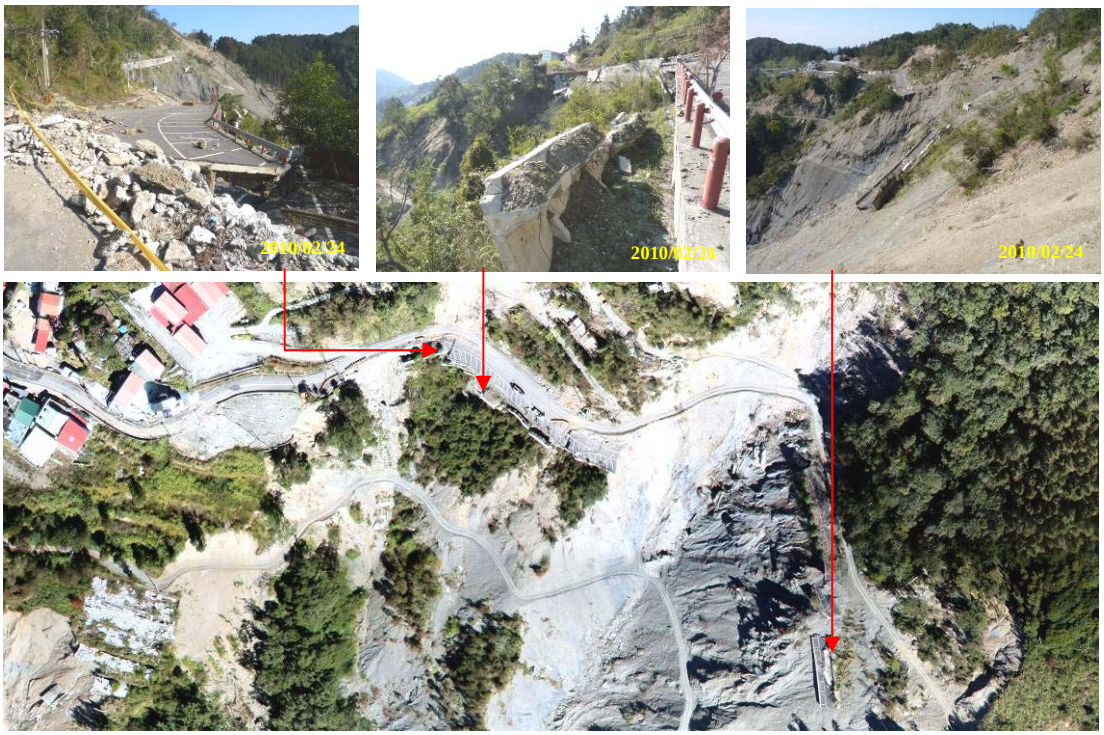


圖 4.61　藤枝 19.4K 構造物現況調查彙整圖



圖 4.62　藤枝 19.4K 災害成因現況調查彙整圖



1. 崩塌地下邊波現況



5. 崩塌地現況



6. 林道現況



7. 崩塌地現況



8.林道路基現況



2. 崩塌地現況

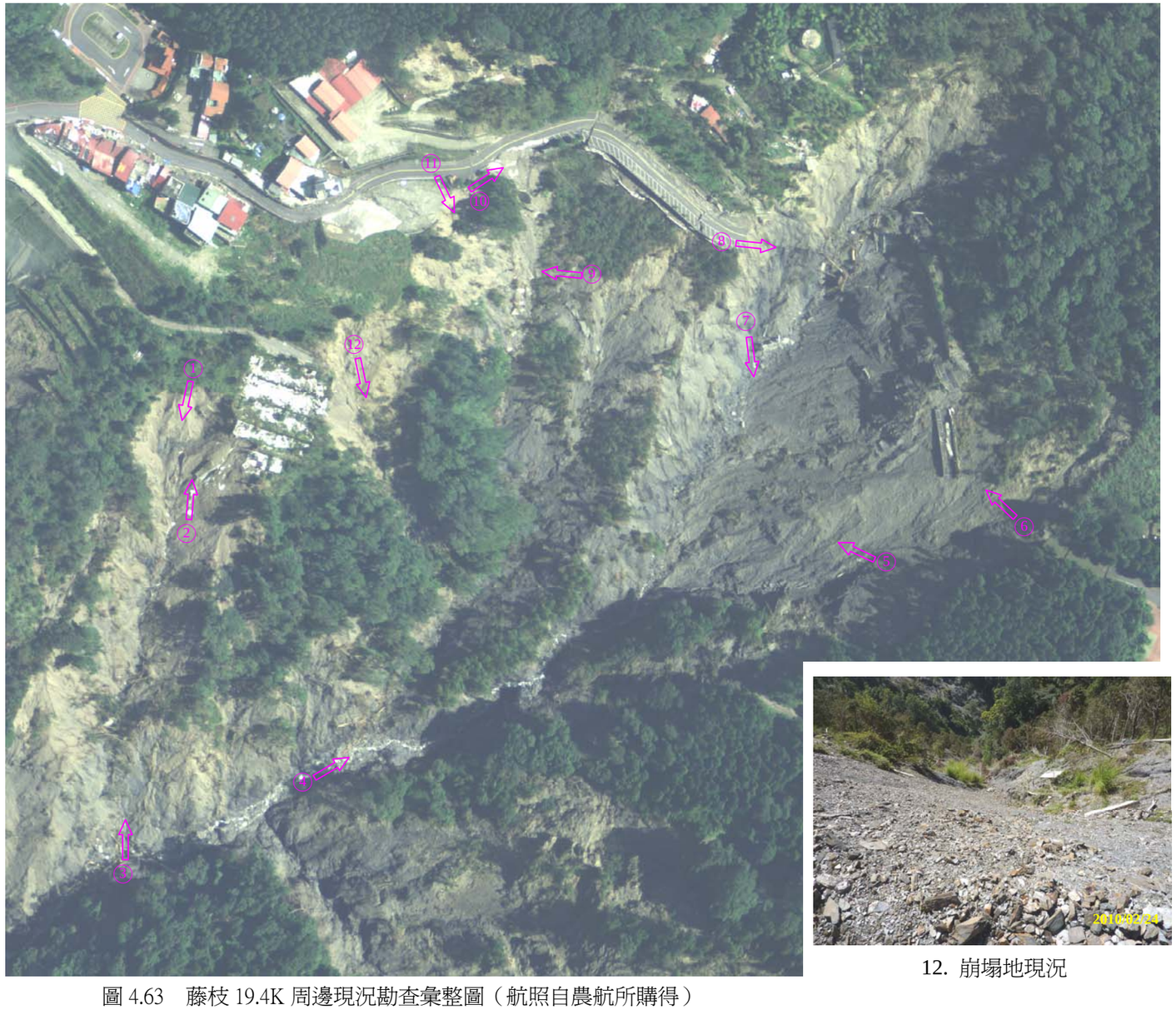


圖 4.63　藤枝 19.4K 周邊現況勘查彙整圖（航照自農航所購得）



9. 荖濃溪 68 林班聯外道路現況



3. 覆土流失，岩盤裸露



10. 排水涵管沖蝕坡腳引致崩塌



4.邦腹北溪源頭現況

12. 崩塌地現況



11. 橫截溝排水無妥善處理，沖蝕坡腳造成崩塌

4.3 災害成因彙整與統計分析

藤枝林道 16 處列管之大型崩塌地工區，經詳細現地踏勘、地質測繪、無人載具空拍、保全對象調查、既有構造物調查、坡面沖蝕與蝕溝調查、崩塌地範圍與崩塌土石量調查等工作彙整成果，得以下災害原因結論（詳表 4.8）：

（1）莫拉克風災所帶來之長延時與高強度豪雨爲帶來本次災害的共同主因，因此不列入災害統計表內，降雨分析詳本報告第 2.3 節。

（2）地滑：藤枝林道沿線有幾處路段構築在地滑滑動岩體上，除了已做地質鑽探調查的 5.4K 正在整建外，尚有明顯地滑現象的 18.0K 處藤枝新部落周遭與 19.0K 潛在地滑區。地滑可能因滑動弱面位在地表下砂頁岩互層地帶或地下水位之間，在土壤超過飽和水量時，致使整塊岩體滑落因而造成地表林道或構造物損害。

（3）農地墾殖：藤枝林道 16 處列管之大型崩塌地，有一半以上因爲林道上坡處開闢成農地，未做好水土保持等設施，遇到坡面無法承受像莫拉克風災之降雨強度而造成坡面崩塌。

（4）坑溝崩塌：因坡面沖蝕造成淺根植被裸露，林道 15.0K 以下屬於此類崩塌，或向源侵蝕作用致坑溝向上發展所形成新的坑溝崩塌地，以藤枝林道 18.0K 之後邦腹溪向源侵蝕現象最嚴重，尤其以林道 19.4K 最爲明顯。這部分崩塌地坡面伴隨風化作用與岩體性質，平時容易對林道產生落石等災害，暴雨時容易因表面較爲鬆散，產生淘刷而形成更大災害或擴大崩塌範圍。

（5）舊有崩塌地再次崩塌，與大雨沖刷造成坑溝兩側邊坡大面積滑落爲另一主因；舊有崩塌地之土層自重壓密時間短，質地鬆散雨水容易入滲，加上崩塌後自然形成的凹谷地形容易匯集雨水等不利因素，如水土保持措施不完善易釀成重大災情。

（6）本案規劃崩塌地之災害原因與整治對策初議彙整，詳表 4.8 所示。

表 4.8　本案規劃崩塌地之災害原因與整治對策初議彙整表

工區	災害原因						整治對策初議
	局部順向坡	舊崩塌地	地滑潛勢	坡面沖蝕	農地墾殖	向源侵蝕	
4.5K	○	★	×	★	×	×	基樁、地錨、路面排水、坡面排水、護坡工
5.4K	×	★	★	○	×	×	基樁、地錨、路面排水、坡面排水、水平集水管
9.0K	○	○	×	○	★	×	擋土牆、PC 樁、路面排水、坡面排水、護坡工、冠部保護
10.0K	○	×	×	○	★	×	擋土牆、PC 樁、路面排水、坡面排水、護坡工、冠部保護
10.6K	○	★	×	○	★	○	擋土牆、PC 樁、坡面排水、護坡工、冠部保護（或橋樑）
11.1K	×	○	×	○	★	×	路面排水、坡面排水、蝕溝控制工
11.6K	×	○	×	★	★	×	擋土牆、PC 樁、路面排水、坡面排水、護坡工、冠部保護
12.6K	×	×	×	○	★	×	擋土牆、PC 樁、坡面排水、護坡工、冠部保護（或橋樑）
13.2K	×	★	×	★	○	○	高架路面版、擋土牆、PC 樁、坡面排水、護坡工、冠部保護
14.1K	○	○	×	★	★	×	擋土牆、PC 樁、路面排水、坡面排水、護坡工、冠部保護
15.3K	○	○	×	★	★	○	擋土牆、PC 樁、路面排水、坡面排水、護坡工、冠部保護
18.0K	×	★	★	○	○	★	基樁、地錨、路面排水、坡面排水、水平集水管、冠部保護
18.4K	○	★	○	○	★	○	基樁、地錨、路面排水、坡面排水、水平集水管、冠部保護
18.6K	○	○	×	○	★	★	擋土牆、PC 樁、路面排水、坡面排水、護坡工、冠部保護
19.0K	○	○	○	★	★	★	基樁、地錨、路面排水、坡面排水、水平集水管、冠部保護
19.4K	×	★	×	○	×	★	擋土牆、PC 樁、路面排水、坡面排水、護坡工、冠部保護

圖例：　★：主要原因　○：次要原因　x：不足以致災

4.4 地滑治理對策與工法

考量地滑致災原因屬於岩層滑動帶動上部結構物之成因，整治前應先規劃區域地質鑽探以探究滑動弱面深度與岩體抗壓與抗剪等之物理性質，以作爲後續規劃設計時之參數。目前以施做基樁貫入穩定岩盤爲較有效整治工法，在滑動層上所需保護之路面，施做群樁當作抗滑樁來連結底下岩盤，來達到增加抗剪安全係數穩定路面之功能，以林道 4.0K 爲例，施做抗滑基樁後，這次經歷莫拉克風災考驗並無造成損壞，可作爲林道 18.0K 周遭與 19.0K 整治參考依據。

（一）地質鑽探

鑽探及取樣：鑽探依照 ASTM D1586-74、D1587-83 之規定進行。因評估現地以岩層爲主，爲使鑽探工作更能順利進行，本公司使用旋轉式油壓推進型鑽機施鑽，鑽孔時可以套管、導管或皂土液保護孔壁使不致坍塌。若遇堅硬土層(含塊石層及礫石層)，可使用旋鑽法或其它可將孔內土壤擾鬆及移出孔外之方法施鑽，若遇岩層，則採用傳統鑽探施作取樣，一般土層在地下水位以上者應以乾鑽法爲原則。現場記錄包括以下資料：

A. 套管之直徑及說明(使用套管時)。
B. 土層變化處之高程，並附簡要說明。
C. 原狀及擾動土樣之頂部及底部深度或高程。土樣如有漏失應予註明。
D. 夯錘重量及落距，劈管取樣器每貫入土層 150mm 之打擊次數。
E. 樣本所代表土層之描述。
F. 施工延誤及其他影響工進原因之詳細說明。
G. 套管深度及口徑。
H. 鑽進速率。

於土層中每隔約 1.5m 至岩層每隔約 4.0m，或地層變化處，以標準劈管取樣器施行標準貫入試驗，同時採取銅圈樣品，以進行土壤一般物理性質試驗，瞭解土層之性質及分佈情形。

以標準劈管取樣器施行標準貫入試驗，其主要目的在求得擊數(N 值)，所使用之劈管取樣器及試驗步驟均符合 ASTM D1586 之規定。其操作方式是將鑽孔鑽至預定深度，將安裝於鑽桿上之取樣器放置於孔底，於鑽桿上端連接

附裝有鐵砧之滑桿，再將 63.5 公斤(140 磅)之夯錘套入滑桿內，使夯錘能自由落下，打擊鐵砧，使取樣器能貫入土中。夯錘用麻繩吊取，落錘之高度 76.2 公分(30 英吋)夯擊取樣器入土 30 公分(12 英吋)時所需之錘數，即爲標準貫入試驗之打擊數 N 值。開始夯擊取樣之前，首先擊入 15 公分(6 英吋)後再開始計數，每 15 公分計數一次，分別記錄，直到擊入土中 30 公分(12 英吋)或擊數達到 100 爲止，計算其擊數。

現場鑽探取得之岩心，均保持整潔放置於岩心箱（每 4 公尺岩心放置一箱），爲保護岩心之完整，並以半圓形塑膠管墊襯之，且以保麗龍標明每段岩心之確實起迄深度。樣品及岩心裝置於岩心箱後，書明工程名稱、孔號、箱號、鑽探日期及取樣深度後，每箱拍攝彩色照片一張，並挑選適當岩心試體做岩心試驗，並記錄岩心箱岩石品質指標（RQD）。

圖 4.64 爲地滑整治斷面圖，圖中顯示：爲取得工區內之地質狀況以研判地滑整治深度，地質鑽探爲必要之工作；地質鑽探可明確得知承載層深度、剪裂帶等地質狀況，且鑽探孔位可加設傾斜管、水位觀測井等監測設施（下節介紹），作爲地滑機制研判及基樁設計最重要之依據。

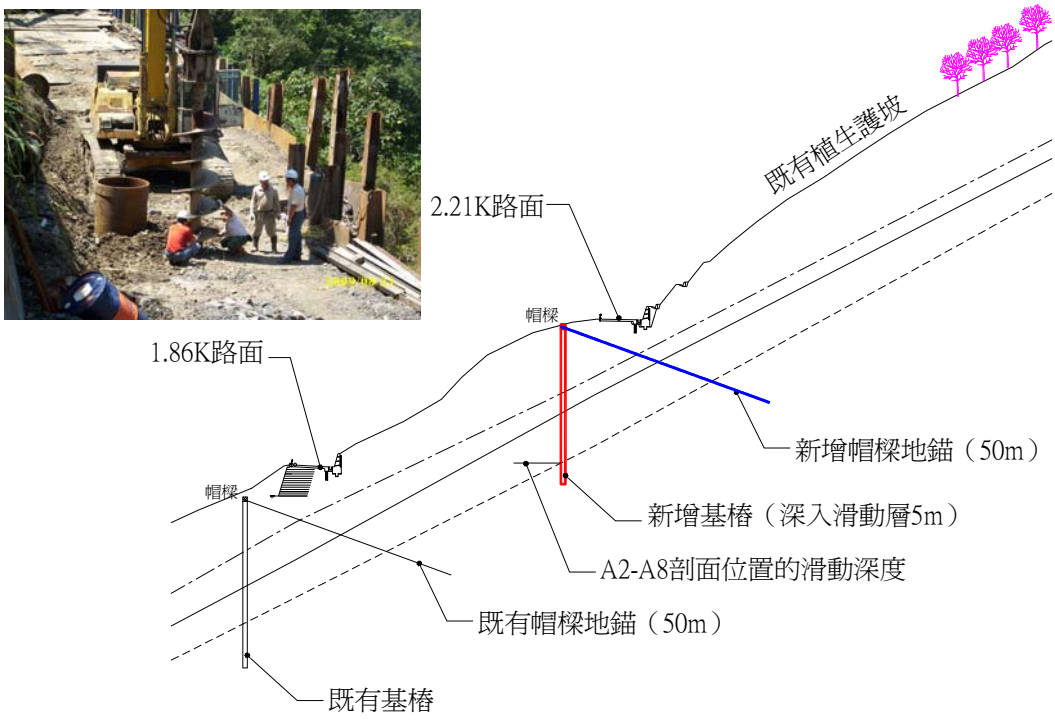


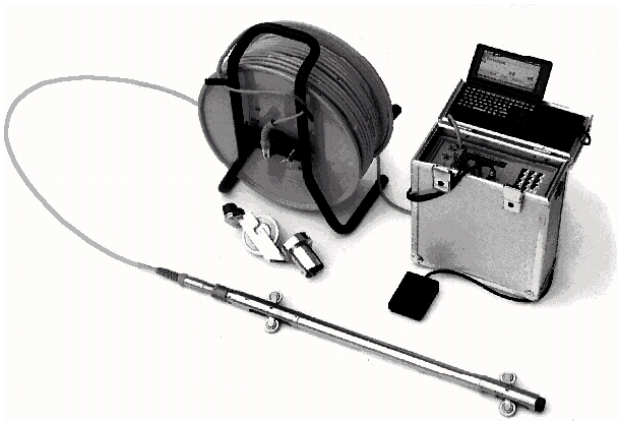
圖 4.64　地滑整治斷面圖

（二）監測系統

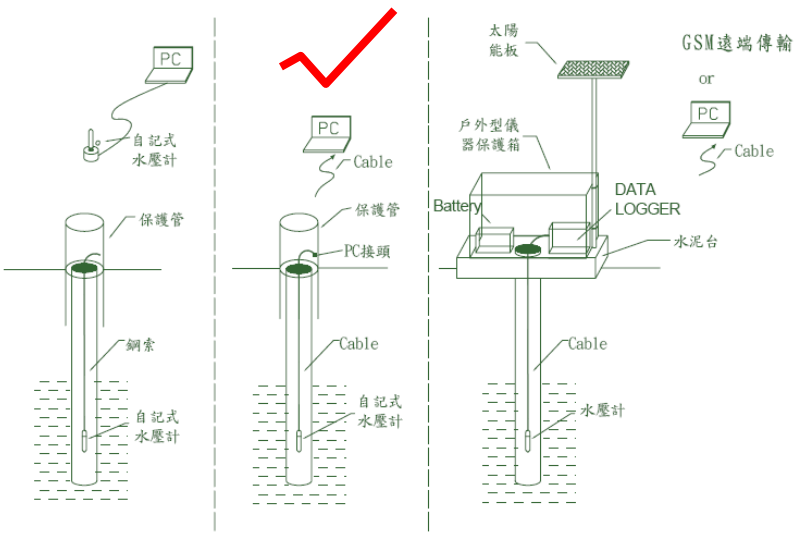
藤枝林道沿線有多處地滑潛勢區域，如 5.4K、18.0K、18.4K、19.0K，爲掌握地滑區之滑動深度、速率與規模，以及地下水變化、既有結構物潛變與路基下陷速率等資料，作爲研判地滑區滑動機制與整治工法評估之重要依據。各設施功能說明如下：

（1）傾斜管：利用鑽探完成鑽孔裝設傾斜管，佈設於地滑區主要剖面上，藉雙軸傾斜感測器量測地層之水平位移量，以研判滑動塊體之滑動深度、滑動速率等資料，本計畫裝設之傾斜管深度以超出可能最深滑動面爲最主要考量，並將傾斜管加以開孔並包覆不織布，兼具水位觀測井功能以獲得更多地下水位訊息。





（2）自記式水位觀測井：由先前監測成果顯示降雨量（即地下水升降）爲邊坡穩定重要因素，但往往颱風豪雨、地下水位上升時無法到場觀測，天氣放晴、水位下降後又量不到正確地下水位，故本團隊另規劃水位觀測井內設置自記式水壓計，於惡劣氣候下連續自動記錄水位升降。



（3）傾度盤：主要功用爲結構物傾斜量之量測，規劃安裝於既有擋土牆或各項結構物上，以了解各段擋土牆實際傾斜量變化之情形。

（4）沈陷觀測點：於林道路面與 RC 構造物頂面上，交錯設置沈陷觀測點，以了解此區域各處之沈陷分佈情形，並得知邊坡下陷之速率以及滑動之方向，做爲後續設計之參考。

（5）裂縫計：結構物裂縫變化之量測，主要爲量測既有擋土牆面既有裂縫之開裂速率與變化情形。







（6）施工成效監測：藤枝林道經中、長期復建後，雖然已整治完成，但仍無法保證地滑潛勢區已徹底穩定安全無虞，因此施工後需規劃施工成效監測。選擇尚存且功能正常之監測設施需持續監測，如監測設施均因施工而毀損，則新增傾斜管、沉陷點或傾度盤，持續監測地滑潛勢之速率是否持續增加或者減緩，並檢討整治成效。如有設置地錨，爲驗證地錨是否發揮成效，以及施工後預力損失情況，除施工過程之適用性試驗、例行驗收試驗以及追加驗收試驗外，選擇 1~2 支地錨安裝荷重計，定期量測地錨受力情形，驗證施作成效。圖 4.65 爲地錨設置荷重計示意圖。



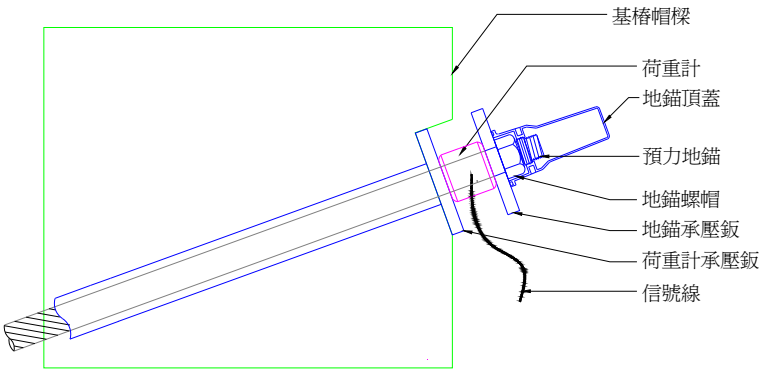


圖 4.65　地錨增設荷重計示意圖

（三）抗滑樁工法

（1）採主動防護對策，依地質鑽探成果分析，以鑽掘式基樁深入承載層作爲抗滑樁，基樁連結帽樑並於內側以濾水性良好土石籠袋作爲林道下邊坡處擋土支撐（詳圖 4.66）。鑽掘式基樁與帽樑完成後，將便道改至外側，後續施做上邊坡擋土牆與防落石柵以防止上邊坡崩坍落石，配合施做 U 型邊溝排水導入下方邊坡，搭配噴漿縱橫溝引導匯流水至下方坑溝。下方邊坡並施做帶狀型框植生護坡與階狀整坡以達到穩定坡面效果。

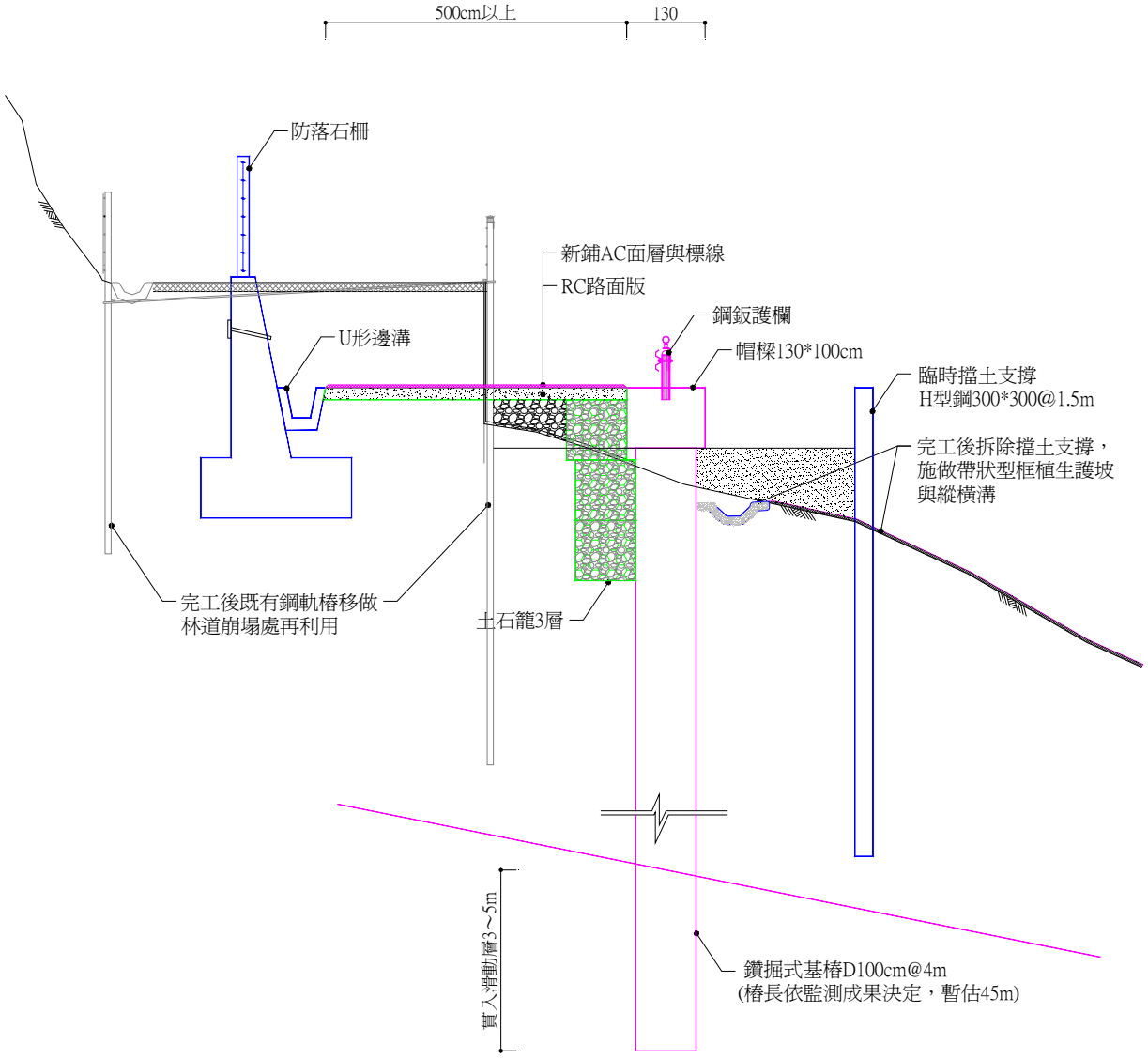


圖 4.66　抗滑樁整治斷面詳圖

（2）鑽掘式基樁施工實例：以基地另案鑽探地調與監測數值推算滑動層深度，據以估算每支樁長度。鑽掘式基樁工區需構築寬闊施工平台，鑽掘時淺層以全套管鑽掘防止坍孔，鑽掘至深層輕度風化岩層區，因岩盤自立性良好故不作套管以精簡施工費用，相鄰排樁頂部以帽樑連結，帽樑增做 130T 預力地錨提高基樁穩定性，圖 4.67 爲鑽掘式基樁施工照片。



圖 4.67　鑽掘式基樁施工步驟彙整圖

（四）預力地錨

以鑽掘式基樁作爲抗滑樁，如地質鑽探分析結果所設計鑽掘式基樁長度細長比過大，因避免部分之基樁安全係數不足，規劃以基樁帽樑搭配預力地錨 130T*50 或 60m（詳圖 4.68）增加改善側向壓力安全係數。規劃時藉著預力地錨 130T 錨錠端錨錠後方岩盤，錨頭鎖住基樁帽樑來增加基樁整體抗滑安全係數。預力地錨 130T 施做時，應先進行地錨適用性試驗，以確認是否達到設計強度要求。如地質條件不符時應先進行地盤改良來達到預力地錨 130T 設計強度，致使基樁帽樑達到最大功效，來達到維護藤枝林道用路與藤枝新部落居民安全。

地錨的採用如設計爲永久性構造時，該地錨必須通過永久性預應力地錨認證，錨頭構造爲可調整預力形式，施工過程須依據規範要求施作適用性試驗、例行驗收試驗、追加驗收試驗，確保每一枝地錨之施工品質達設計要求。



圖 4.68　基樁帽樑結合預力地錨 130T 示意圖

（五）排水工法

採被動防護對策，降低地下水位達到邊坡穩定之成效。

（1）地表排水系統改善：改善邊溝排水，擴大既有排水設施之通水斷面如既有 L 溝改建爲 U 型溝，並於適當位置施作橫向截水溝以截除路面逕流。現地地形以及風災後坡面沖蝕情形，雨水路面逕流並在轉彎處溢流，造成下邊坡坡面沖蝕溝形成，影響路基之穩定性。可規劃於上山側增建橫向截水溝，於水路上游側截除路面逕流，路旁增建邊溝銜接至適當安全位置排放，截水溝成效如圖 4.69。裸露坡面設置噴漿縱橫溝、邊緣保護工截除坡面水以減少雨水入滲之可能，一方面減少地表逕流沖刷坡面。

（2）中、淺層地下排水(以橫向集水管爲主)：對於淺層深度地下水之導排，以橫向集水管排水爲主，導排中、淺層之地下水，成效如圖 4.70。

（3）中、深層地下排水(以集水井爲主)：對於中層深度地下水之導排，以集水井及集水管排水爲主。將於地下水來源流徑上，設置集水井，以攔截中深層地下水，並在集水井內打設扇形橫向集水管，使地下水能有效導排，示意圖詳圖 4.71。



圖 4.69　橫向截水溝設置位置與功能示意圖（藤枝林道實例）



圖 4.70　橫向集水管功能示意圖（藤枝林道實例）

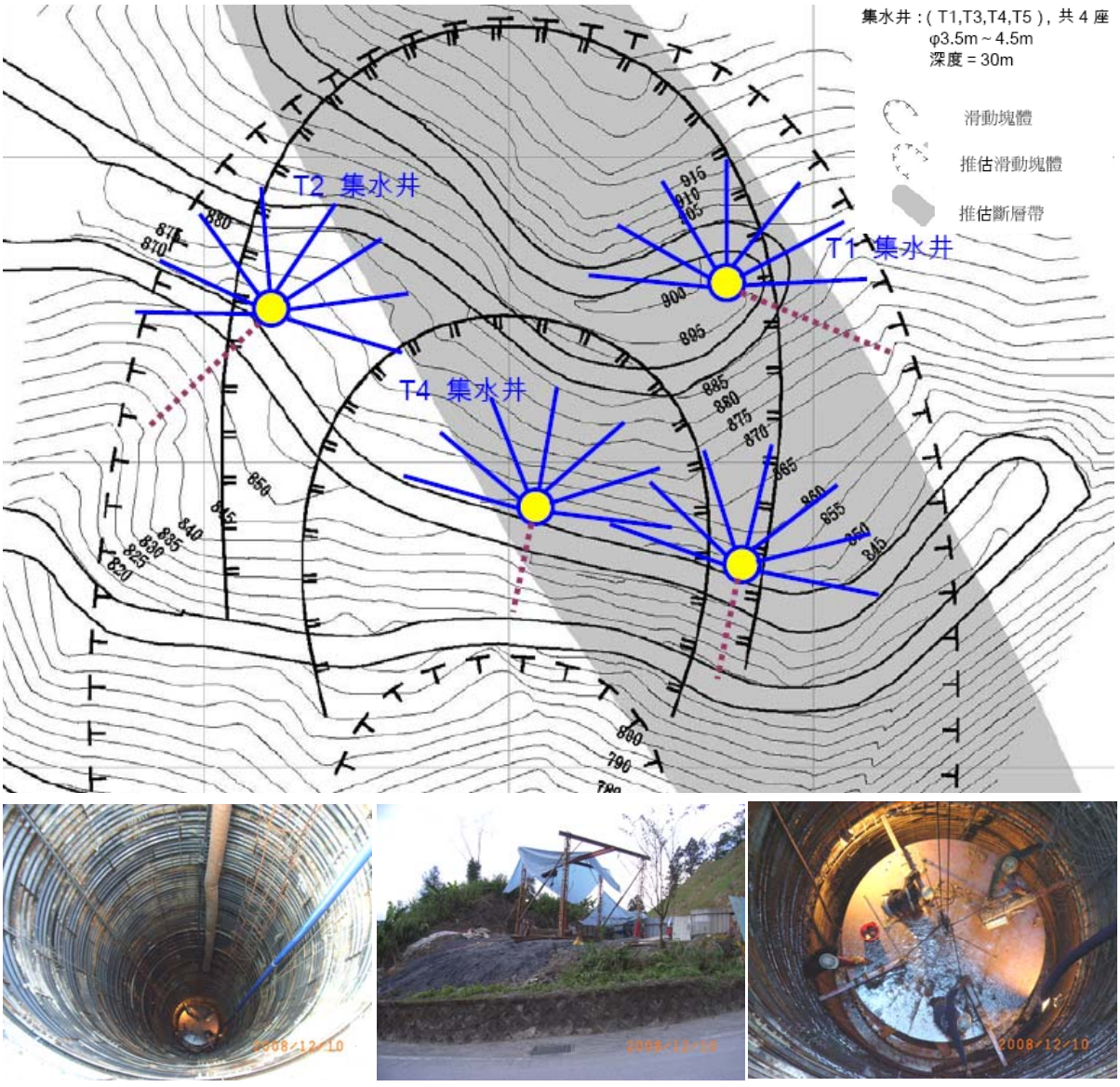


圖 4.71　深井排水示意圖

（4）藤枝林道常見通水斷面小於 0.5 ㎡過路暗溝與集水井，遇到大雨時常因雨水夾雜泥砂造成阻塞，類似圖 4.72 之集水井阻塞。規劃改善施做集水井 L250*W250cm 與箱涵 W200*H200cm，可達到通水管道不易阻塞且容易搭配小型挖土機清理，下坡處末端集水井 L250*W250cm 並連接噴漿縱溝，將匯流水引導至下方處，並搭配下坡帶狀護坡以降低林道路基被掏刷之風險，圖 4.72 爲集水井與箱涵改善示意圖。

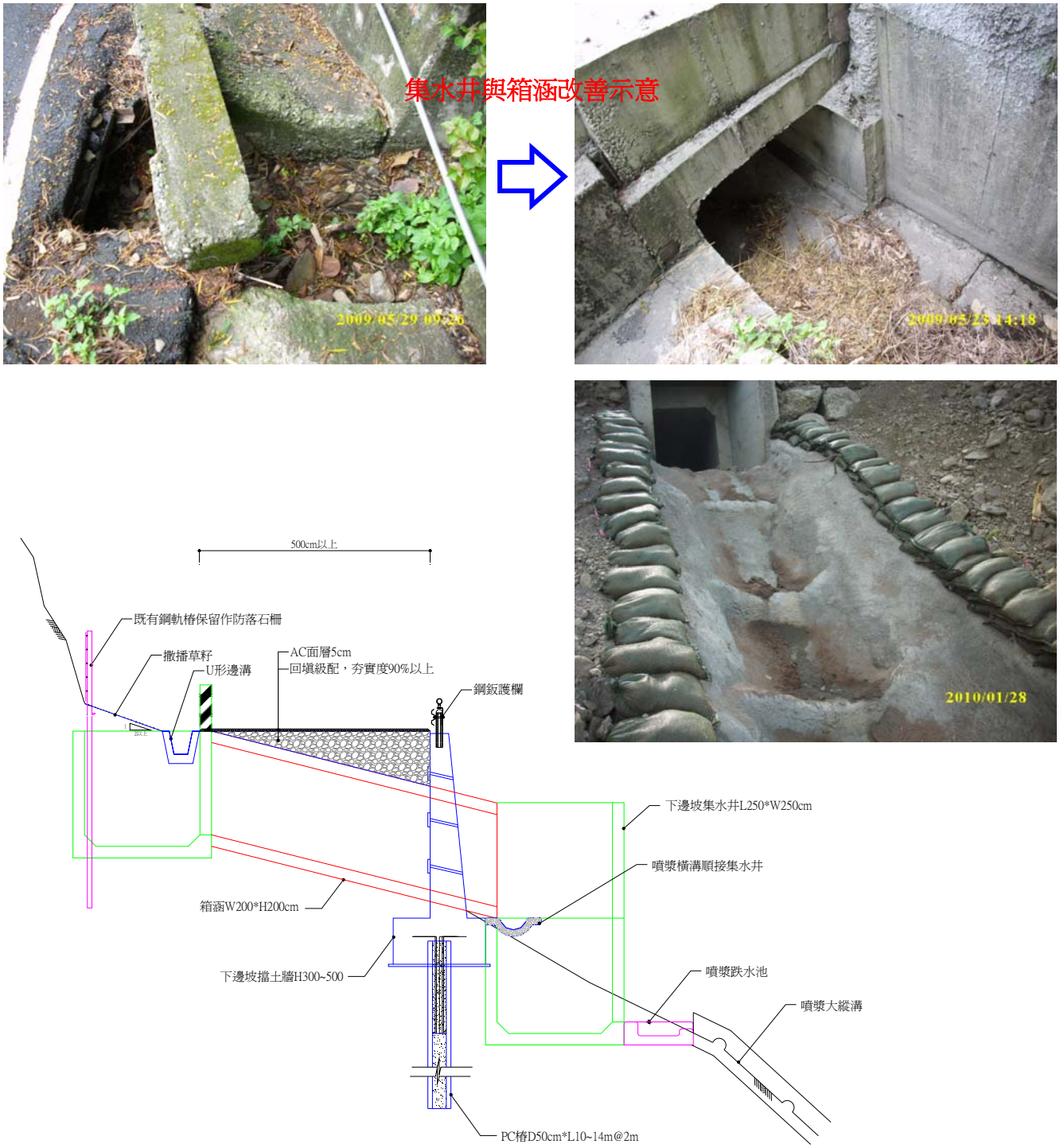


圖 4.72　集水井與箱涵改善示意圖

4.5　坡面沖蝕治理對策與工法

治理對策方面短期內以裸露坡面保護與坡面截水與排放爲主，搭配間接防護措施如防落石柵工等來對路面進行搶險，中長期整治宜針對各崩塌地性質，以邊坡穩定工法直接處理邊坡並搭配冠部截導水穩定坡面。

（一）團粒噴植護坡工

圖 4.73 爲團粒植生示意圖，該噴植工法約 45 天種籽即可形成草坪，坡面如同下雨穿雨衣般，可將雨水 70%～80%直接排掉，藉以保護坡面之穩定。施工材料主體爲輕質有機介質，加上高分子黏著劑、高分子聚合物，用高壓一層一層的噴植，能夠與鍍鋅鐵絲網形成固格作用，在坡度較陡之坡面能耐得住大雨沖刷及腐蝕。因完全無構造物，對環境衝擊相對較小，但須注意草種、木種的選擇，避免植物生長特性危及當地特有植物。適用於：1.大面積裸露，急需植被保護者 2.崩積土層或透水性良好之坡面。

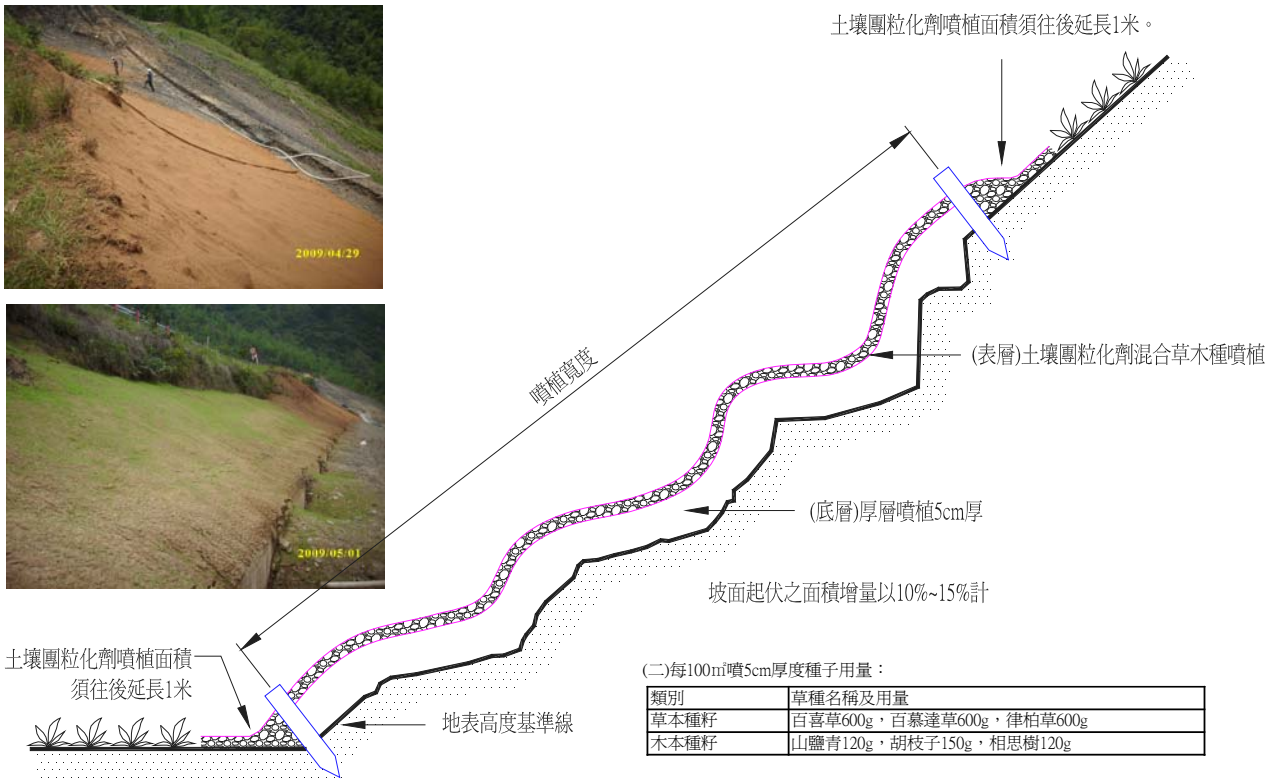


圖 4.73　團粒噴植示意圖

（二）型框植生護坡工

圖 4.74 爲型框植生護坡工示意圖，以主動防護策略，直接採工法方式穩定邊坡。針對原始坡面爲高陡岩裂及挾石斜坡，輔以具結構性之型框加強坡面，且因土質不佳或缺乏壤土，無法直接植生綠化，另必須利用外來客土，噴植平均 5 公分厚，以作爲植床效果用；本施工建議方法，係利用鍍鋅鐵絲網與錨釘先固定於坡面上，然後鋪設型框縱橫鋼筋噴漿後，最後以高壓噴植法將有機輕質基材、高分子聚合物等同時一併噴植，由於基材一層一層噴植，很容易與鍍鋅鐵絲網形成固格作用，加上高分子聚合物及植生基材的交互作用，即快速形成高濃度高分子保水劑，形成一連續糾結之大毯，遇水形成飽和不流失層，有效預防多餘水份滲入，形成泥流，可有效防止植生基材流失，促進草及樹木種子發芽、成長及茁壯。

每100㎡噴5cm厚度種子用量：

類別	草種名稱及用量
草本種籽	百喜草600g，百慕達草600g，律柏草600g
木本種籽	山鹽青120g，胡枝子150g，相思樹120g

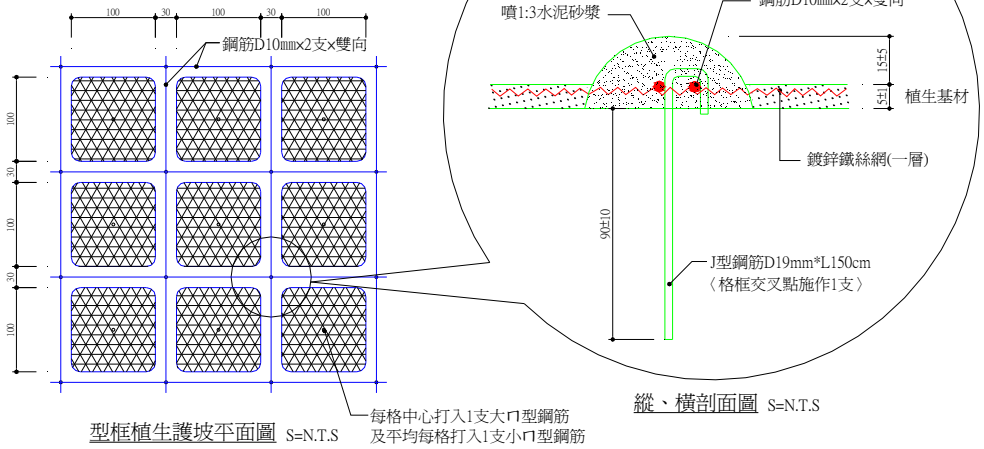




圖 4.74　型框植生功能示意圖

（三）格框植生護坡工

圖 4.75 爲型框植生護坡工示意圖，以主動防護策略，直接採工法方式穩定邊坡。針對原始坡面爲高度風化、破碎之陡峭邊坡，輔以具結構性之格框加強坡面，且因土質不佳或缺乏壤土，無法直接植生綠化，另必須利用外來客土，噴植平均 5 公分厚，以作爲植床效果用；本施工建議方法：於裸露坡面進行刷坡使坡面穩定，係利用鍍鋅鐵絲網與錨釘先固定於坡面上，格框交會處植入岩釘錨碇，然後鋪設型框縱橫鋼筋噴漿後，最後以高壓噴植法將有機輕質基材、高分子聚合物等同時一併噴植，由於基材一層一層噴植，很容易與鍍鋅鐵絲網形成固格作用，加上高分子聚合物及植生基材的交互作用，即快速形成高濃度高分子保水劑，形成一連續糾結之大毯，遇水形成飽和不流失層，有效預防多餘水份滲入，形成泥流，可有效防止植生基材流失，促進草及樹木種子發芽、成長及茁壯。

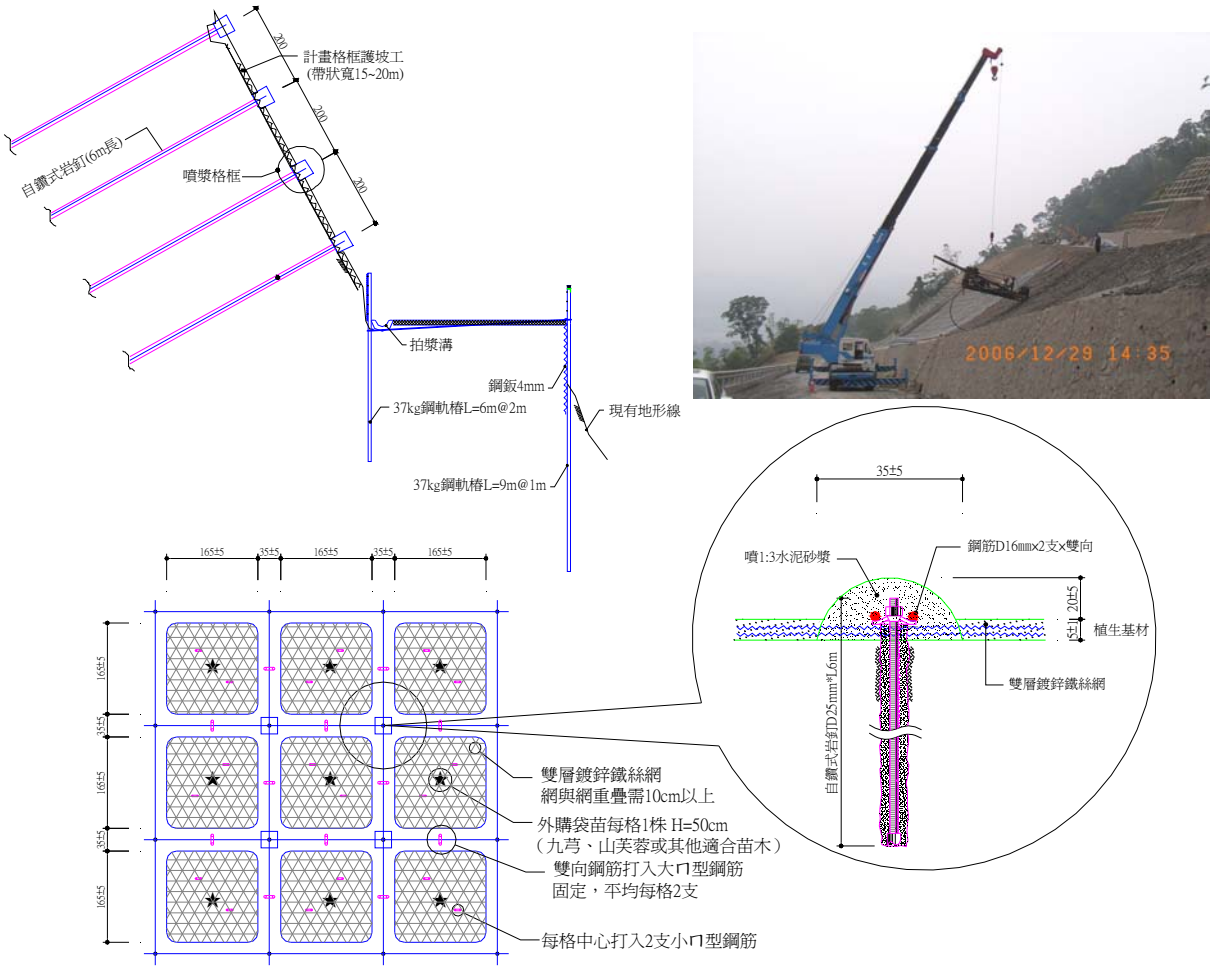


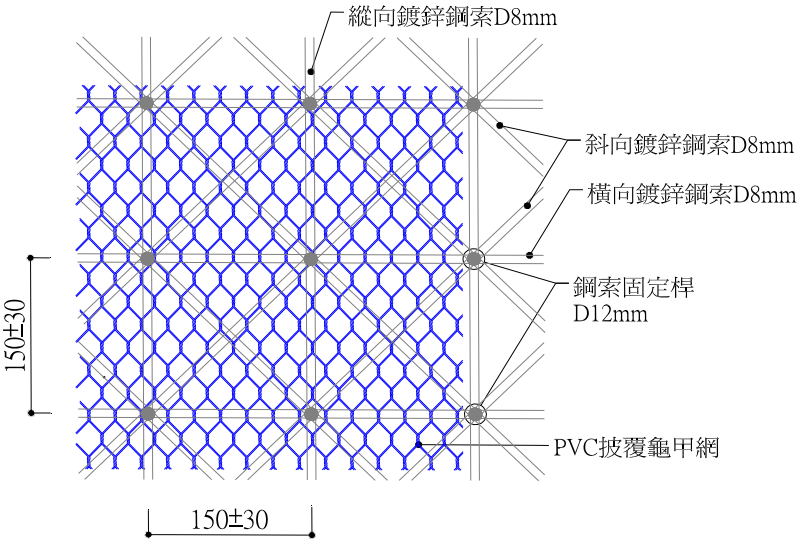
圖 4.75　格框植生功能示意圖

（四）防落石網

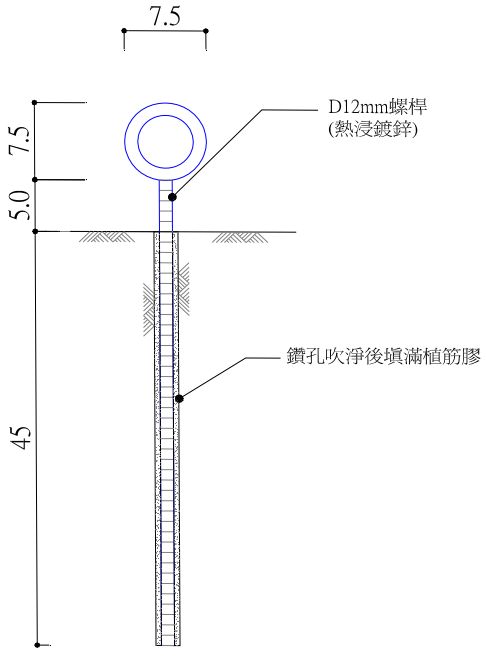
圖 4.76 爲防落石網功能示意圖，主要採取被動式防護對策，使落石發生時，不致損及人車安全。防落石網適用對象爲岩石邊坡，如邊坡輕度破碎有零星落石發生時，可發揮其功用，搭配防落石柵工更能發揮其功效，防護更大規模之落石。防落石網功能雖不及混凝土噴覆、型框等直接邊坡穩定處理，但考慮其經濟性、施工性、生態、景觀等因素，防落石網配合防落石柵工之間接防護策略在岩坡處理上可得良好之成效。







防落石網施工大樣圖 N.T.S



鋼索固定桿詳圖 S=1/100

圖 4.76　防落石網功能示意圖

4.6 農地墾殖治理對策與工法

對這類型崩塌分成兩部分探討，A.工程整治方面來探討，應避免林道上坡處農地墾殖所形成之崩塌地，變成雨天時雨水匯集之出口，宜在崩塌地冠部上，以邊緣保護工將匯流水引導至兩側樹林裡，或崩塌地施做縱橫溝引導水流至下方坑溝安全排放。並就冠部農路以截水方式，將雨水分散排向兩側樹林，避免雨水全部灌入崩塌地。B.原住民保留地方面，此次莫拉克颱風所帶來的連續暴雨因農地開墾對環境產生的災害，建議地主未來在土地使用規劃上須慎重考慮，宜輔導地主轉行以造林復育爲主，不宜再開發原始樹林。

（一）噴漿縱橫溝

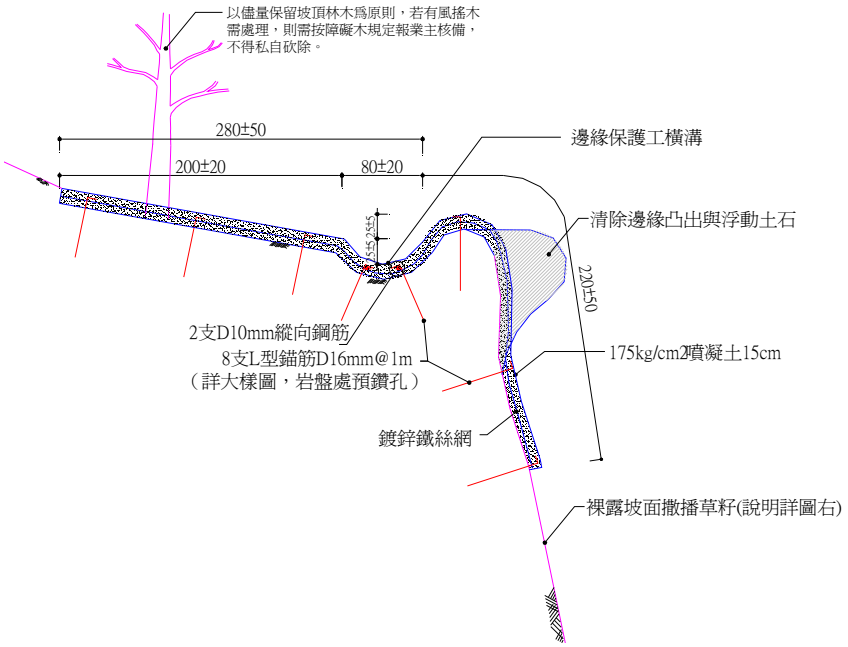
圖 4.77 爲噴漿大縱溝功能示意圖，農路多沿山坡地呈之字型開設，當雨水過大造成地表漫流時，農路將匯集雨水於轉彎處溢流而形成沖蝕溝。因此可設置噴漿縱橫溝配合跌水池，分散水流或導引至適當位置排放，防止因坑溝刷深造成坡面崩塌。



圖 4.77　噴漿大縱溝功能示意圖

（二）崩塌地邊緣保護工

由於整治優先順序考量，暫時擱置工區內其他對便道危害度稍低之大面積崩塌坡面，優先強化對便道路基危害度高之局部崩塌坡面穩定性，防止崩塌擴大與危害行車安全，重點治理規劃構想（示意照片詳右圖）：於重點區域崩塌外圍施作邊緣保護工，冠部施作噴漿截水溝，崩塌坡面施作噴漿導水縱橫溝，並輔以重點型框護坡工或撒播草籽以加速坡面綠化植生，後將縱溝匯集雨水以集水井與涵管過路安全排放。



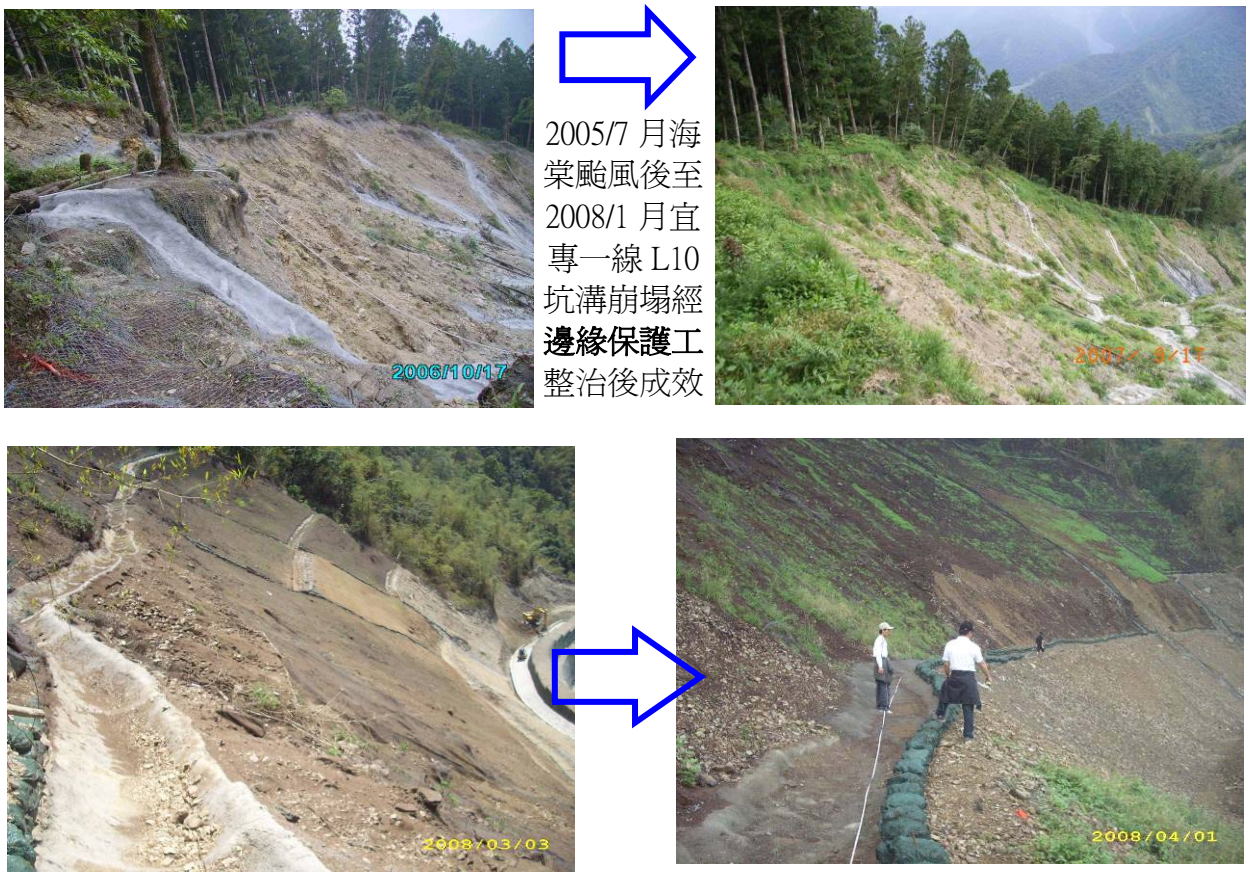


圖 4.78　邊緣保護工功能示意照片

4.7　向源侵蝕治理對策與工法

向源侵蝕等坑溝，其治理對策分爲：1.避開對策，將既有道路改線，重新開闢，2. 主動防護對策，設置壩工以穩定坑溝，或採基椿工法克服。

（一）固床工與節制壩

穩定坑溝崩積土石爲常見整治目標，規劃施作數組防砂壩以穩定河道與積蓄上游崩積土石，保護土石崩積區趾部與加速崩塌坡面復育，細設階段需再評估各型防砂壩之功能需求與可行性（詳圖 4.79）。



圖 4.79　節制壩功能示意照片

（二）整流工

坑溝長期復建之計畫防砂壩中間，規劃施做整流工或護岸工以調整流心，可評估採用 RC 結構或箱籠型式（詳圖 4.80），亦可規劃以採集現地塊石爲設計材料，除符合生態工法，亦兼具節能減碳，護岸以雙側施作爲原則，砌塊石護岸細部詳圖 4.81 所示。



圖 4.80　RC 結構或箱籠型式之整流工示意圖

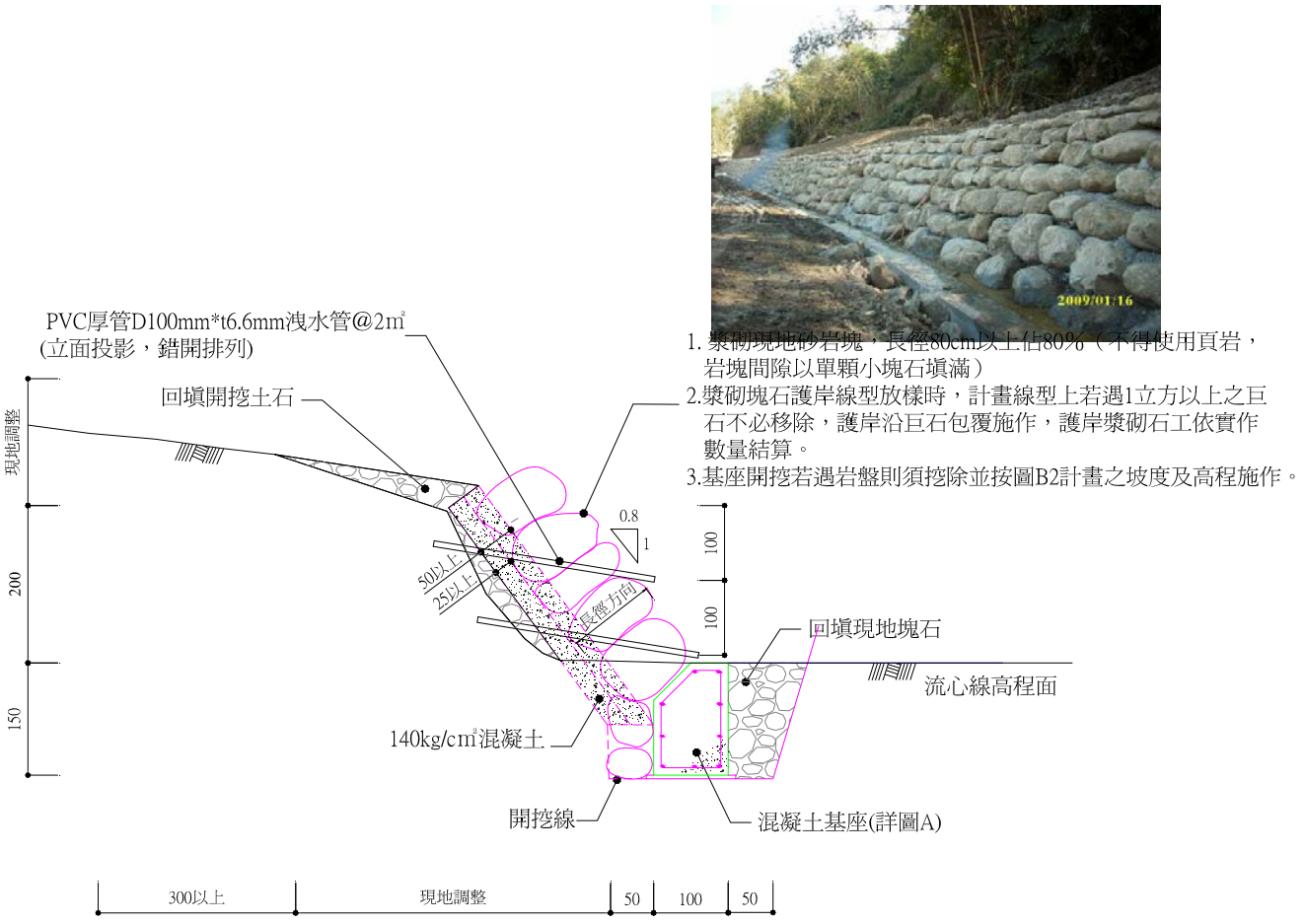


圖 4.81　整流工參考之崩坪坑工程砌塊石護岸細部詳圖

4.8 短期路基復建規劃

目前搶通多借道上邊坡側坡地構築臨時便道，但中期復建之永久性工程，若因經費與崩塌邊坡暫未穩定等限制，無法馬上設計施工時，建議於近期先持續維護補強目前便道，且加強安全牌示與夜間警示設施，作爲各期復建期間居民通路，達成 101 年春季開園目標。規劃採道路內外側打設 37kg 鋼軌樁及鋼板，鋼軌樁再以鋼筋對拉方式補強既有路基，如路基寬度不足則增作一排鋼軌樁如圖 4.82 右，達到短期路基穩定之成效。

優點：1. 施工快速，維修便利 2.價格低廉，可回收再利用 3.經梅雨季節考驗，成效良好。

缺點：1.屬臨時性設施，無法永久使用 2.視覺上會有安全疑慮。

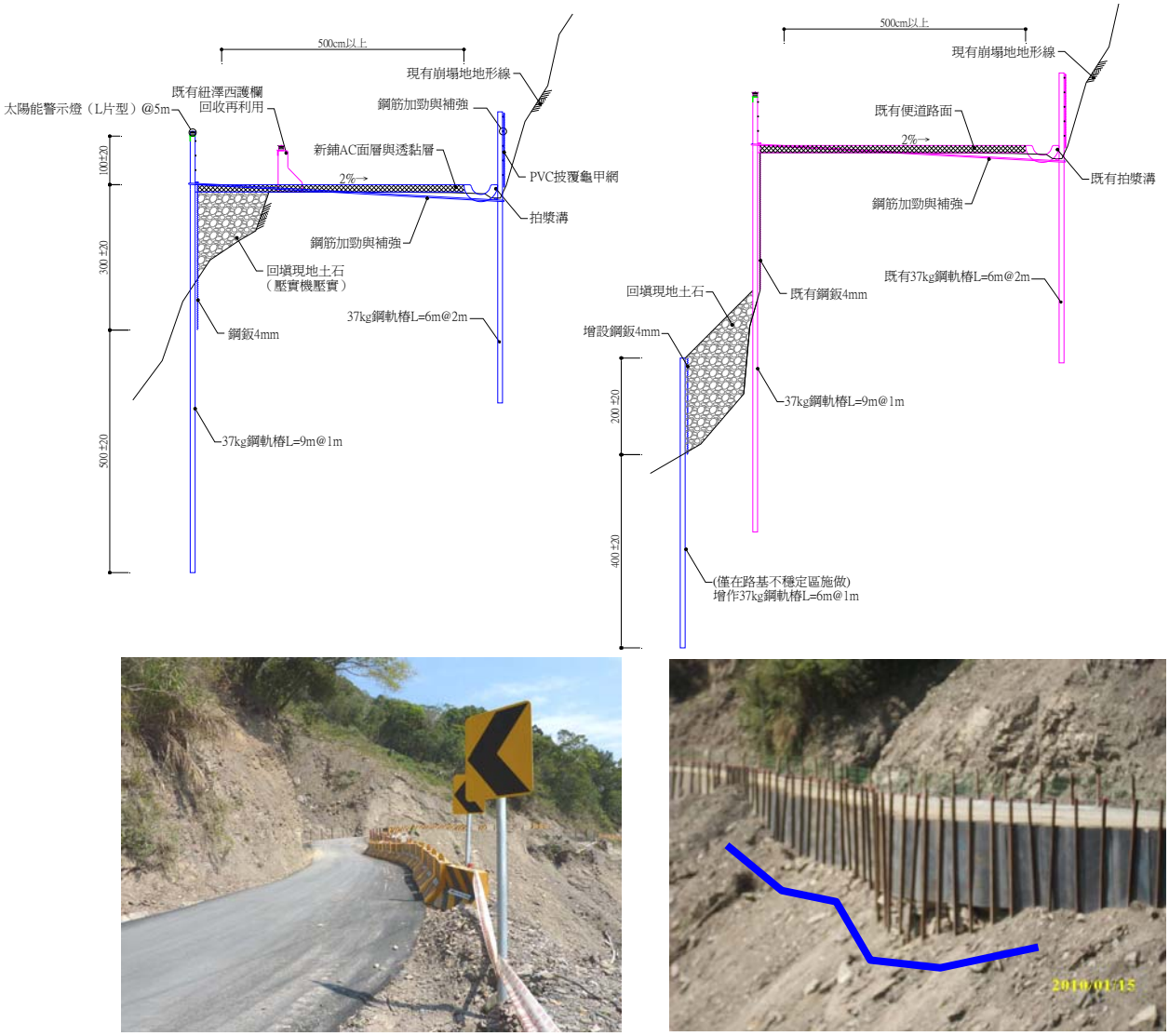


圖 4.82 短期補強規劃示意圖

4.9 中期路基復建規劃

（一）主動防護策略-傳統擋土牆配合 PC 樁

（1）地表排水以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進優點。

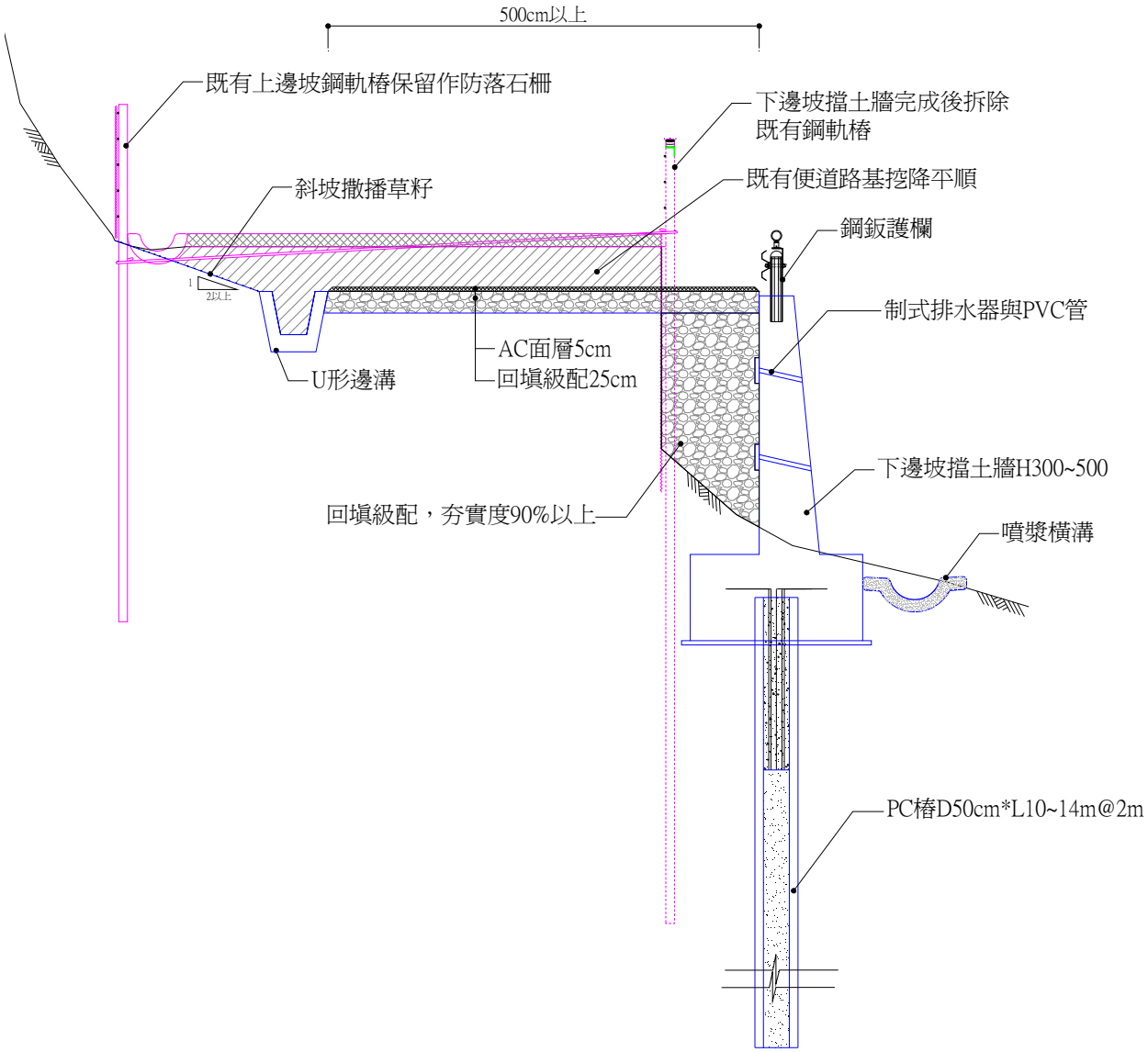


圖 4.83　中期復建規劃之路基標準斷面（方案一）

（2）如工區內單純路基流失而既有擋土牆尚存或既有擋土牆只有輕微受損，

則規劃保留既有擋土牆，下邊坡增設擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構（構想詳圖 4.84）：擋土牆下方增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

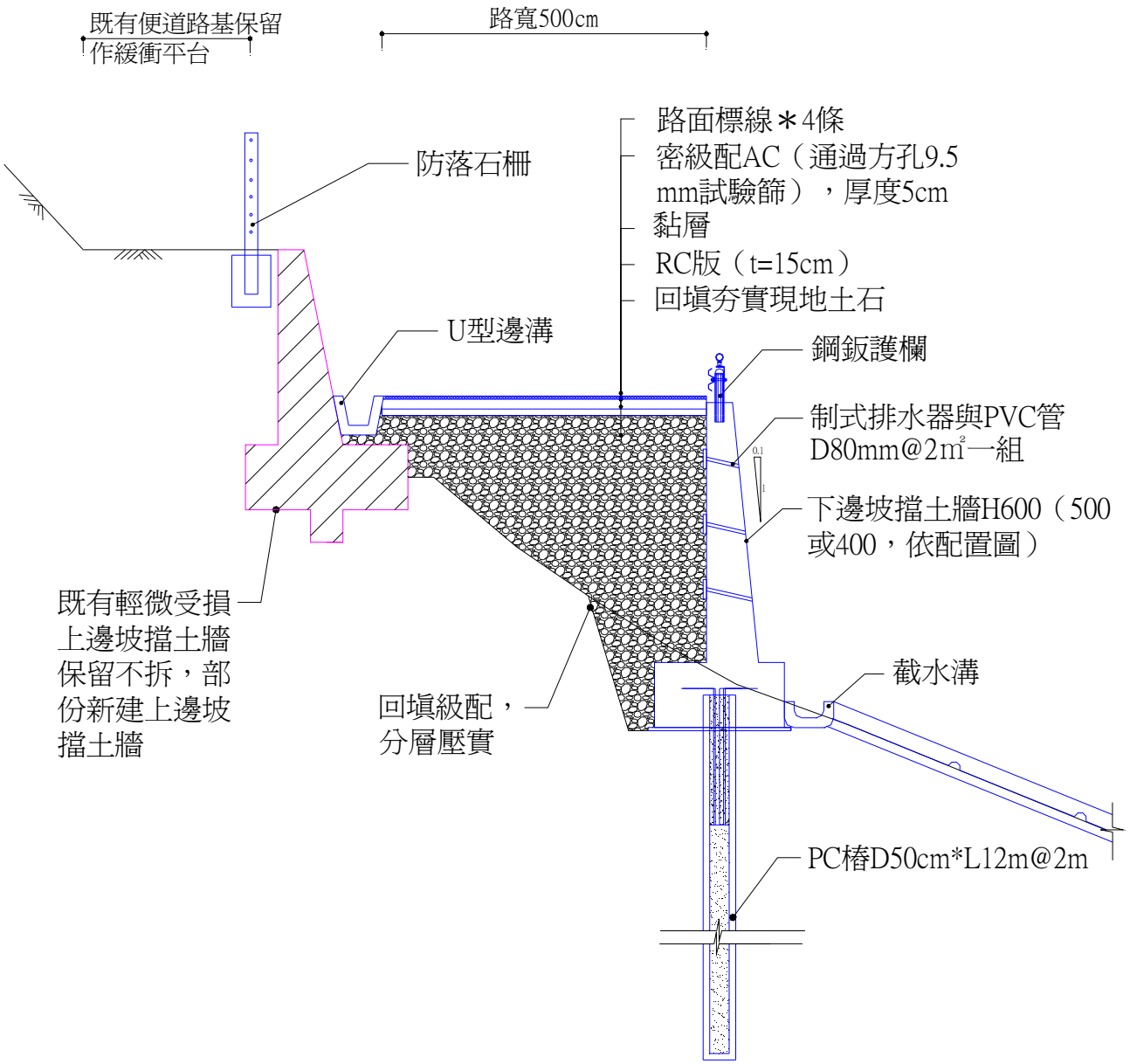


圖 4.84　中期復建規劃之路基標準斷面（方案二）

（3）考量藤枝林道當地居民通行，沿線路基復建以擋土牆加 PC 樁方式改善，除了可維持短期復建之便道通行外，PC 樁（詳圖 4.85）因爲在工廠加工預鑄生產，可縮短工期時間與施工便捷。PC 樁以鑽掘機預鑽孔時，可預先瞭解地質狀況，並配合各地點地質狀況機動選用適當樁長（L10～14m，平均暫訂 12m），預鑽孔位先灌入水泥砂漿再植入 PC 樁來增加與地盤之摩擦力，並保留樁頭 50cm 與計畫擋土牆接合，以儘速復原林道路基改善交通，保障藤枝居民與行人安全。

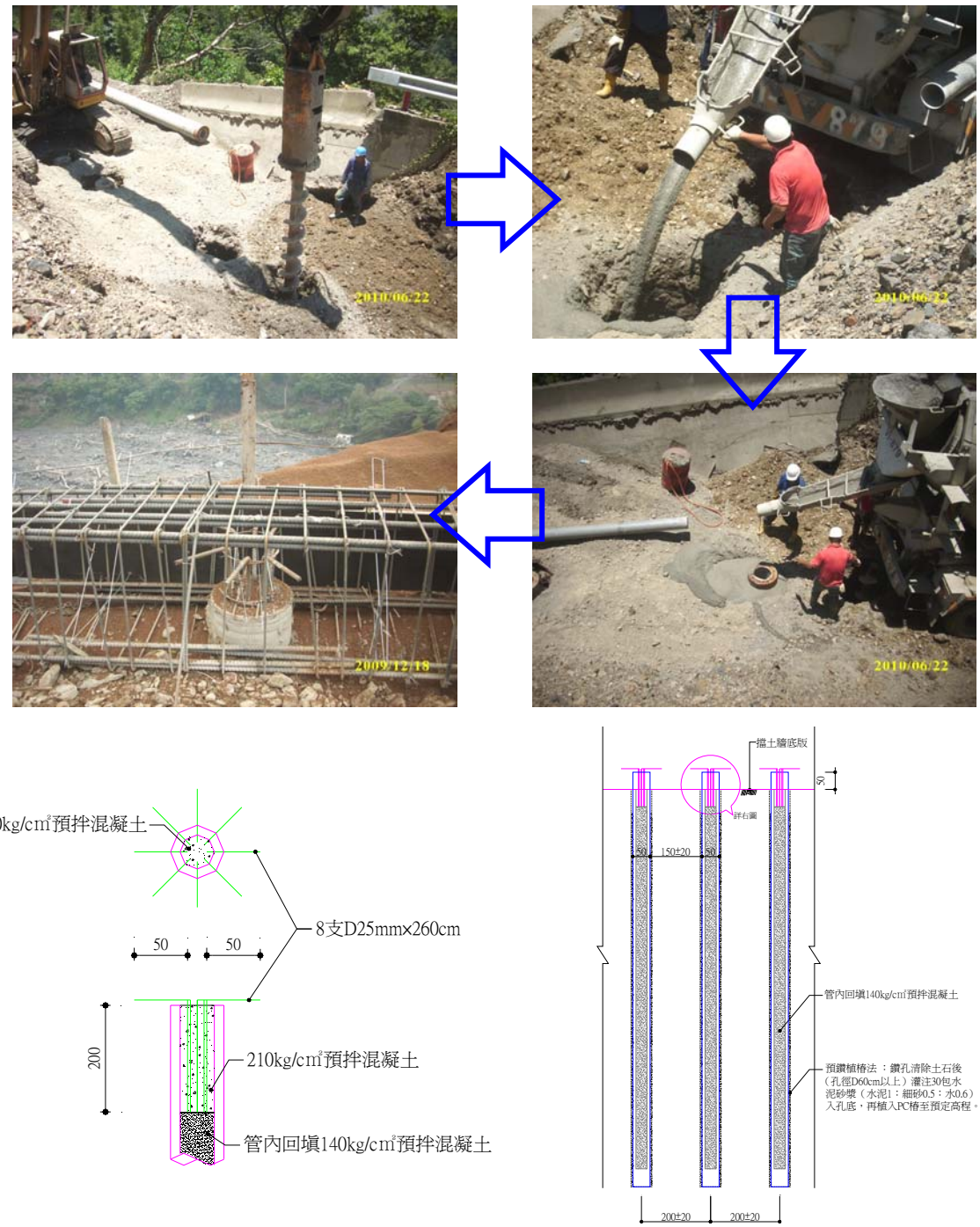


圖 4.85　PC 樁接合擋土牆施工規劃示意圖

（二）被動防護策略-橋樑工法

（1）採用高架橋樑工法直接跨越坑溝崩塌區域，降低不穩定邊坡與坑溝對路基威脅；主要構想爲既有地表線以下施做人工挖掘式基樁 D200cm，深度暫訂統一採 15m（後續細設階段之樁長依實際鑽探成果修正），既有地表線至計畫帽樑底施做墩柱 D200cm，各支墩柱之高度視現地地形調整，約介於 5m 至 17m 間，並設置必要安全警示與導引牌示設施。

（2）計畫橋樑與目前便道、坑溝邊坡之關係詳圖 5.55，高架橋樑下方預留坑溝土石無害通過空間，目前便道待計畫橋樑完工通車後，規劃將便道路基拆除、清理路基土石與恢復原狀。

（3）計畫橋樑標準橫斷面：既有地表線以下施做人工挖掘式基樁 D200cm，既有地表線至計畫帽樑底施做墩柱 D200cm，墩柱上施做帽樑以吊裝預鑄 I 型樑。帽樑上規劃施作 2 支 I 型樑與單車道，車道淨寬 360cm，全寬 500cm，橋面版總寬 600cm。此外，橋樑中央跨度由 2 支預力 I 型樑，增加第 3 支 I 型樑以設置避車道長 25m，亦即避車道前後之二處帽樑將加寬爲 750cm（標準帽樑寬爲 600cm），以利避車道橋面版拓寬之第 3 支 I 型樑位置，計畫橋樑標準平、立、剖面圖詳圖 4.86 所示。

（4）橋台設計：爲防止日後邊坡崩塌範圍擴大造成橋台基礎流失，因此在橋台基礎設置鑽掘式基樁，以確保基礎淘空時橋台依然可維持自立性，功能不受週遭環境所影響。橋台形式採用懸臂式橋台，有效減少橋台之斷面積與混凝土用量。

表 4.9　橋台型式對照表

橋台形式	10	20	30	備註
重力式	4			
半重力式	6			
懸臂式	12			
扶壁式				
箱　式	12			
溢土式	15			

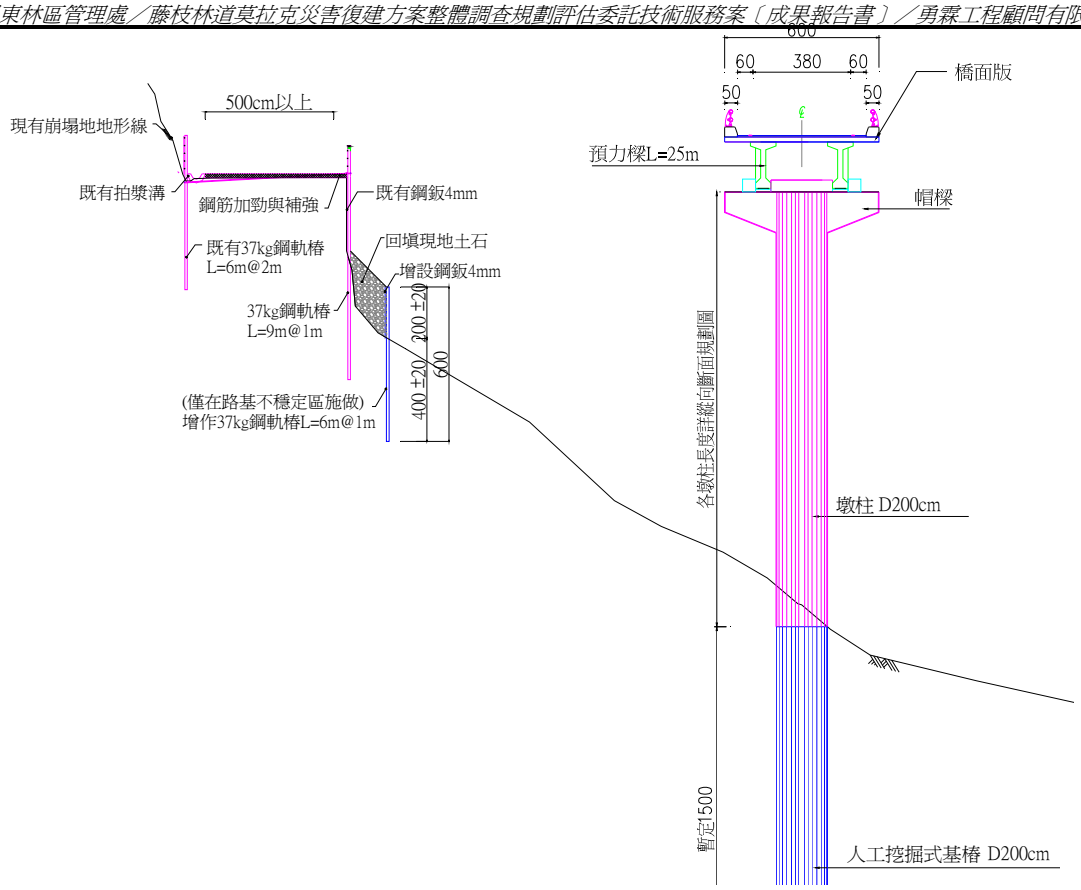


圖 4.86　中期復建規劃之橋樑與目前便道邊坡關係圖

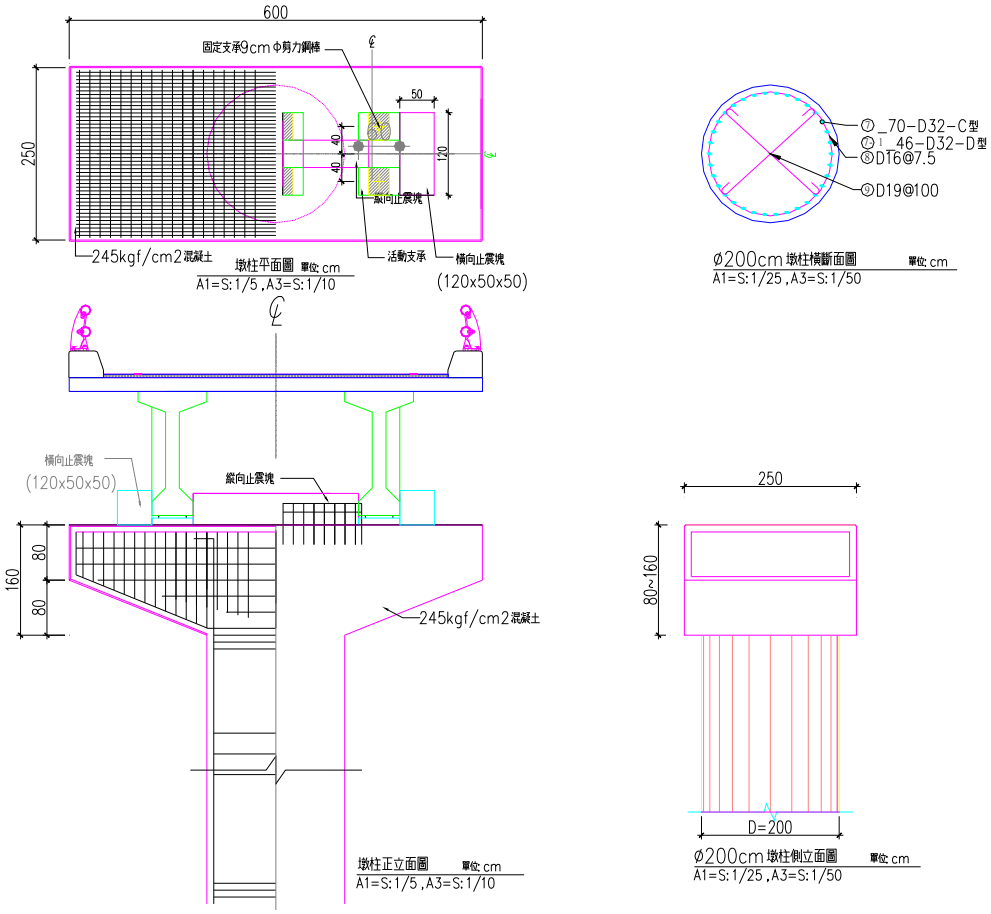


圖 4.87　崩塌地中期復建規劃之橋樑標準平、立、剖面圖

（5）橋樑基礎型式採用「人工挖掘式」基樁（詳圖 4.88），其優點如下：（A）人工挖掘式基樁可在大型鑽掘機具無法進場施工之狹窄工址，適合本案坑溝邊坡施做基樁。（B）人工鑽掘每日進尺平均約 1.0 至 1.5m，一支基樁約需 20 至 30 日施作，但 7 支基樁可同時手掘，大幅降低工期。（C）不用闢設便道供大型機具進場，降低邊坡開挖防護與穩定干擾。（D）鋼筋籠以工區外圍大型吊車支援吊放，混凝土以泵送車壓送至基樁頂。

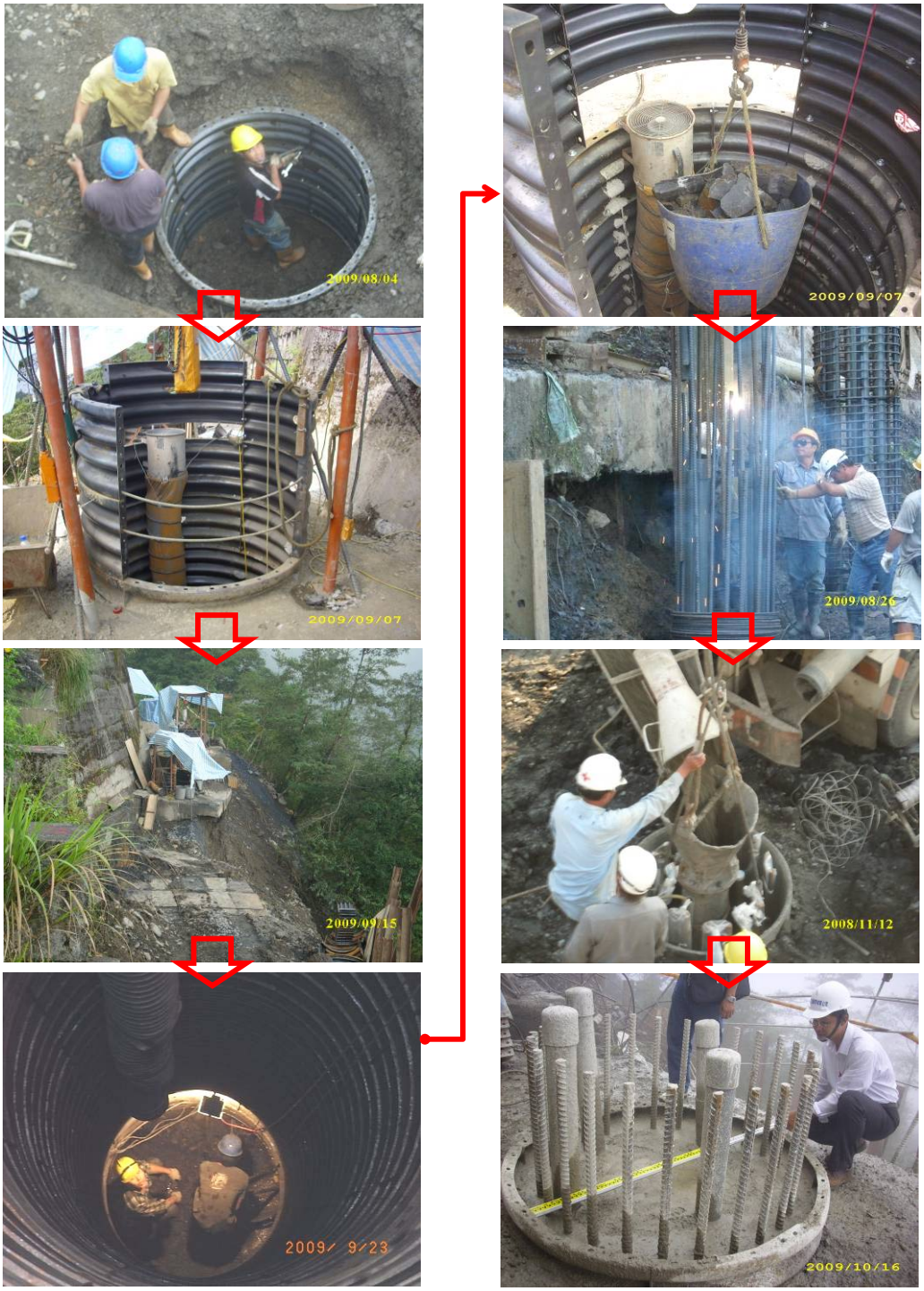


圖 4.88　人工挖掘式基樁施工步驟彙整圖（羅東處宜專一線實績）

（6）預力 I 型梁設計：主橋部分由兩支預鑄預力 I 型梁所組成，經比較各種預力梁工法後（詳如表 4.10），其中預鑄 I 型梁吊裝工法具備安全、經濟、工期短及品質易控管等優點，故本案優先選定預鑄預力 I 型梁作爲上部主結構。圖 4.89 爲 I 型梁系統完成後之現況照片。

表 4.10　預力梁工法比較

工地比較	場鑄箱型梁 （就地支撐工法）	預鑄箱型梁吊裝 （跨徑 25m）	預鑄 I 型梁吊裝 （跨徑 25m）
施工方式	於基地組立支撐鋼架後進行箱型梁組模、組筋、灌漿、拉預力	於預鑄場製作箱型梁，再進行吊掛	於預鑄場製作箱型梁，再進行吊掛
費用	本案橋墩高約 15m，估計場撐數量爲 3580m^3/跨，支撐費用高	重量約 94 噸 吊運費用較 I 型梁高 2 倍以上	重量約 36 噸 吊運費用略低於場撐支撐費用
工期	施工速度緩慢	同右	與下構施工順序無關，可先預鑄，工期縮短 1/3 以上
施工安全	危險性最高 坑溝中施工常因基地夯壓不實或自體穩定性不足而倒塌	較 I 型梁吊裝危險	安全性中等

※本工區橋梁僅 6 跨，故採支撐先進工法、懸臂式工法、節塊推進工法皆不適宜。



圖 4.89　藤枝 10.6K 中期復建規劃乙案之計畫 I 型梁完工示意圖

（7）高架橋樑之計畫線型，以 R50m 曲線連接兩段直線，曲線段部分橋面版與下方 I 型樑有懸臂版過長之慮。可參考圖 4.90 之台 20 線省道之曲線橋設計，I 型樑局部側面增做「扶壁版」以增加橋面版穩定性。



圖 4.90　南橫公路曲線橋增做「扶壁版」參考照片

（8）施工前之鑽探作業目的在於研判岩盤深度，作爲墩柱長度設計之依據。如經費許可，可裝設安全監測預警系統，針對橋墩傾斜以及橋梁斷裂的危險，發出預警，以維護用路人的安全。系統監測包括「橋墩傾斜偵測判斷」及「落橋偵測判斷」，一旦有危險訊號則自動啓動橋上之警報系統，警示燈即亮起危橋警示，車輛應該立即停車，不要強行通過。

（9）單車道公路橋在設置避車道考量，當其路面寬度不足 5 公尺者，最長每隔 400 公尺，宜加設緊急避車道一處，其寬度最小 2.5 公尺，有效長度最小 20 公尺。

（10）藤枝林道因地形限制，無廣大之預鑄場所，加上 I 型樑在吊裝作業時，無法同時兩輛大型吊車進行吊裝，故 I 型樑之選用以 20 公尺與 25 公尺爲主。落墩位置盡可能避開主坑溝，配合固床工、整流工等導流設施，除保護墩柱免受水流、土石衝擊外，亦可達到坑溝整治之成效。

（11）計畫避車道平面及標準橫斷面：本工區橋梁段前後路堤段部份雖有避車空間，但因橋樑全長 150m，實須考量假日往返旅客錯車之安全性，故建議於橋樑中段設置一處避車彎。考量單車道 280cm、曲線加寬 250cm 與二側路肩 60cm 總和，應足提供兩輛自小客雙向會車無虞，計畫橋面版總寬 750cm、淨寬 650cm，帽樑寬亦爲 750cm，上方放置 3 支 I 型樑以分擔單車道及避車道之載重，計畫避車道平面及標準橫斷面詳圖 4.91。

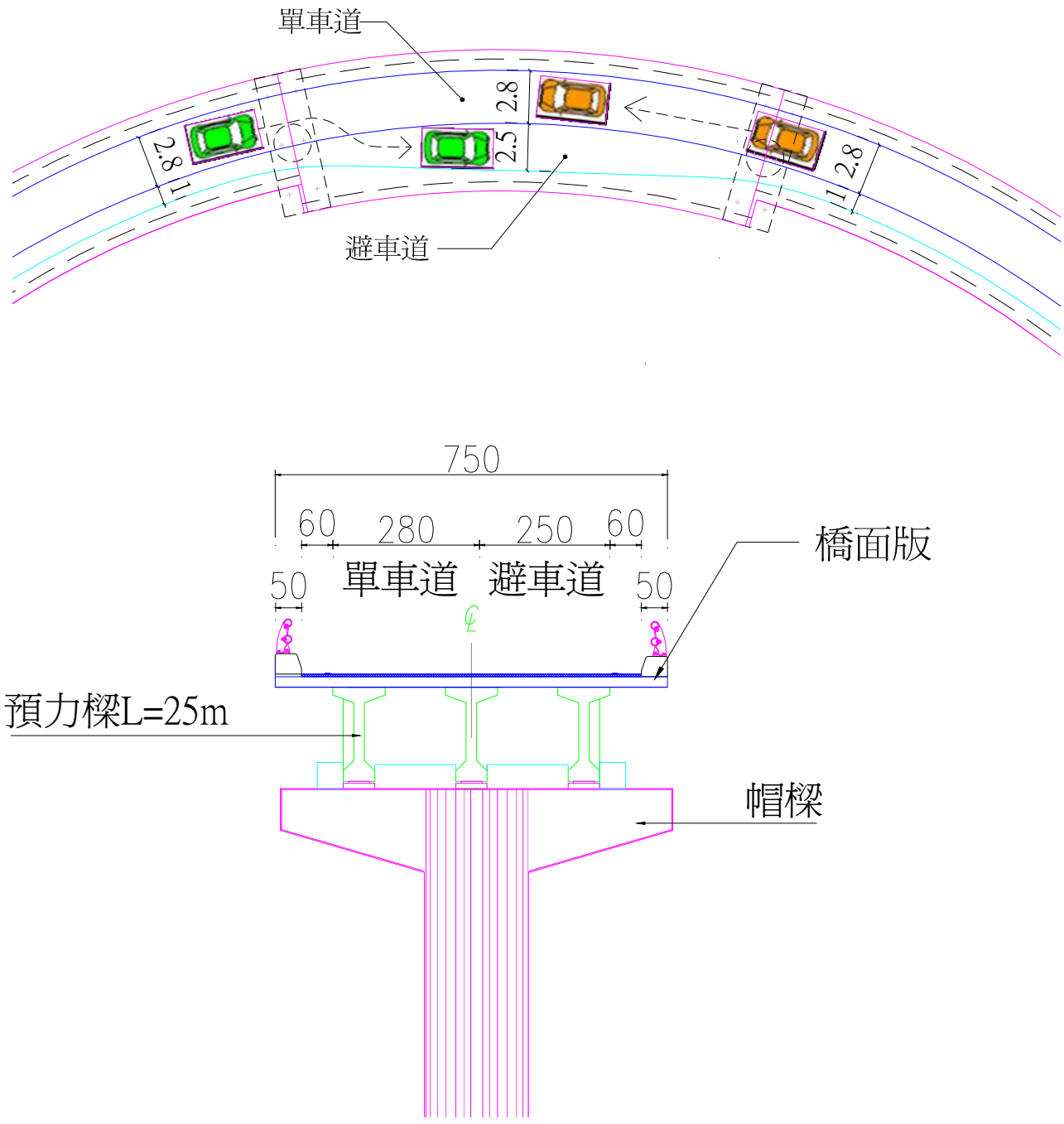


圖 4.91　藤枝中期復建規劃橋樑工法避車道斷面詳圖

4.10 監測系統管理值與道路管理

（一）監測系統管理值

De Mello（1997）於第十七屆 Rankine 講座中曾提出：「如欲使監測工作發揮其應有之效果，就必須預先就監測值與預想值有所出入時，依其可能之危險性，訂立出紅、黃、綠之管制標準，及其因應措施。」就監測工作而言，其重要者非僅是監測儀器之佈設與量測，而安全管理值更可謂爲最重要者，其所牽涉者並不只是規範、學理與經驗，更與工程之規模、工期、設計參數、鄰近房屋型式等因素有關，是以其安全管制基準，必須在施工之前即予以擬定並預提可行之對策。

監測管理值的訂定應視個案各有其不同，得依現場狀況、保全對象等檢討與調整，並由長期觀測成果與周邊結構損壞詳細勘查，一併彙整評定與回饋調整才會適用，這需要長期觀測資料統計分析方可達成。此外，監測管理值需配合建置即時傳輸與遠端監控，才能發揮預警與最大防災功能。

本案初期階段訂定監測管理值之指標爲預警值、警戒值和行動值等三種（詳表 4.11），其中監測結果如果達到警戒值（行動值）時，即知業主（或後續施工階段之施工承商），請其注意並採行適當之行動以維護工區及鄰近結構物安全。預先擬定可行之因應對策，彙整說明如下：

（1）預警值＜觀測值＜警戒值：表示發生地滑潛勢跡象初步確認，謹慎且持續觀測，注意觀測值變化趨勢。

（2）警戒值＜觀測值＜行動值：表示地滑潛變速率或位移量加大，正式向主辦機關提出示警與檢討原因，預先研擬應變方案，加強監測頻率因應。

（3）觀測值＞行動值：表示地滑潛變速率或位移量加速，後續有極高致災性，實施緊急應變措施，評估補強設備機具進場施行補強時機，並確認潛變或補強後穩定狀況，且待變化趨緩與安全無慮後，持續密切觀測。

警戒值之訂定係依據水土保持局所頒布針對六龜鄉之土石流警戒基準值爲 200mm/day，考量藤枝林道沿線環境狀況，大型崩塌地坡面與坑溝均尚未穩定，因此警戒值下修至 150mm/day，日後中、長期復建工程陸續完成時，警戒值視林道整體穩定狀況做適當調整，使監測系統管理值更能貼切林道及森林

遊樂區之需求。

表 4.11　本案監測系統之建議安全管理彙整表

項　　目	預警值	警戒值	行動值
雨量紀錄裝置	80mm/day	150mm/day	200mm/day
	20mm/hr	40mm/hr	60mm/hr
傾斜管	累積 25mm	累積 75mm	累積 150mm
水位觀測井	水位上升 5m	水位上升 10m	水位上升 15m
沉陷點	20mm	60mm	120mm
傾斜盤	1/500	1/300	1/100
裂縫計	2.5mm	5mm	10mm

平時就應做好防災準備，建立區域性坡地防災疏散系統，擬定緊急避難路線、安全避難區和救援方法，並綜合以上所有調查，包括居住環境發生異常的簡易判別方法、土石流災害分布、危機判斷及處理方式、避難路線、避難處所(安全區)、緊急救援聯絡系統、山坡地小常識等資料，對於已規劃避難路線、避難處所(安全區)將辦理疏散演練之地點，訂定疏散演練指導原則並於現場予以指導；並經由相關防災宣導與座談，提昇在地民眾避難意識及土石流災害防治與應變相關知識，以降低災害或其危害影響程度。

（二）雨量管理

降雨的多寡對邊坡穩定、地滑等災害有直接關係，因此為得到較準確之雨量資料供工作人員作正確判斷。藤枝林道全長 19.4 公里，隨海拔上升可明顯感受氣候的變化，規劃於藤枝 11.1K 寶山派出所與 19.0K 藤枝森林遊樂區遊客中心設立斗式雨量筒，配合智慧型監測機建立雨量記錄警報。圖 4.92 為雨量紀錄警報之相關設備，由左至右分別為斗式雨量筒、手持式雨量記錄器、雨量紀錄顯示器。

（1）智慧型雨量監測機可容易得出【陣雨累計雨量】、【前期陣雨量】、【小時雨量】、【３小時延時雨量】或【降雨強度（60 分鐘延時雨量）】等與洪災有關聯之雨量資訊，在雨量管理上可發揮其功用。

（2）監測機可依雨量數值而啓動警報，亦可將多項雨量數據輸至大字體顯示盤，讓現地村里鄰長或防災專員得以掌握完整資訊，發揮自主監測與即時應變之機能。

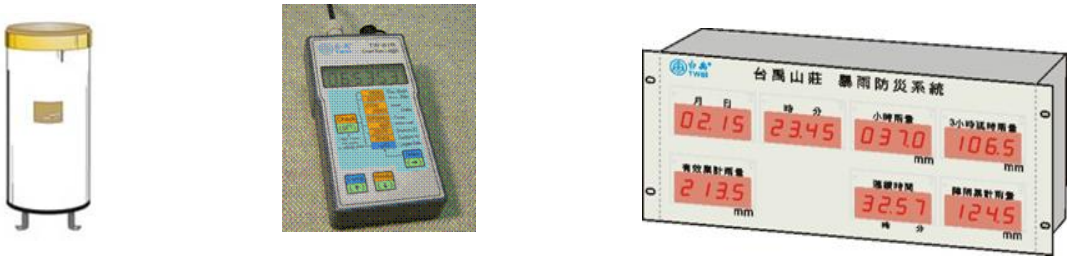


圖 4.92　雨量記錄警報設備

藤枝沿線居民亦須俱備危機處理相關知識，建議協助各部落製作簡易雨量筒（詳圖 4.93，摘至水土保持局網站）當雨量達警戒值時需做好撤離準備。林道各管制點亦須設置雨量筒，當雨量達預警值時須立即與工作站或管理處連絡，並做好應變措施。

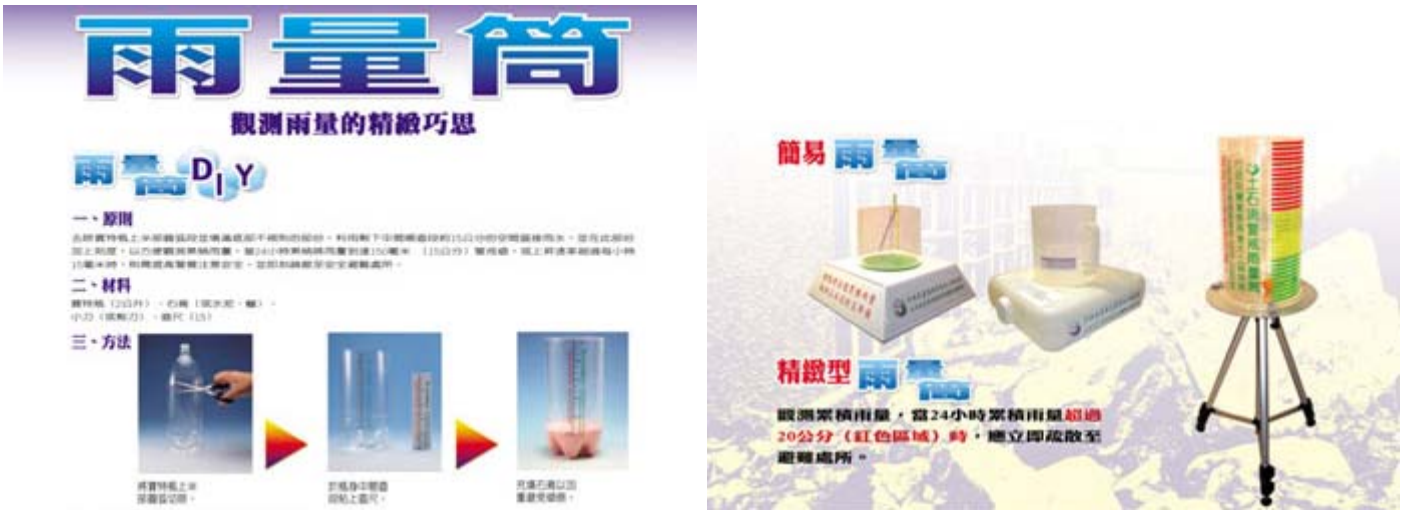


圖 4.93　雨量筒製作

（三）道路管理

（1）當監測管理值達警戒值時，相關人員應有所動作：於藤枝林道入口實施人員管制，禁止遊客進入藤枝林道，遊樂區內以及林道上之遊客聽從工作人員指示盡速離開。工作站人員立即連絡藤枝林道沿線各部落，隨時警戒並做好撤離之準備。立即知業主（或後續施工階段之施工承商），依天候、道路狀況採適當之行動；狀況解除時，需由工程人員巡視判定安全無虞，經林管處相關單位核可後即可開放人員上山。

（2）藤枝林道爲六龜鄉主要之觀光要道，平日即有不少遊客，假日更是人潮湧進；爲確保遊客安全，施工過程工區前後均須有工作人員實施交通管制，隨時注意施工警告標誌是否足夠，引導用路人可安全又迅速的通過。

（3）施工過程周邊需有完善之交通管制設施，說明如下：

1. 減速標誌（跳動路面）：如工期爲期數月，有必要設置減速標誌，提醒駕駛人減速慢行，小心通過工區。

2. 道路施工標誌：提醒用路人前方有道路施工，車輛請減速慢行，設置於施工路段附近。



道路施工（施1）　道路施工（施2）　道路施工（施3）

圖 4.94　道路施工標誌

3. 交通錐及紐澤西護欄塊：交通錐與護欄塊皆設有夜間警示燈，引導用路人行車之行車路線，與工地保持適當距離，防止意外發生。

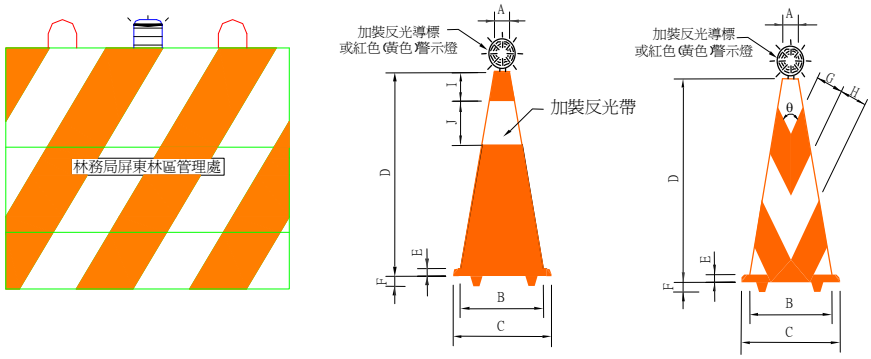


圖 4.95　交通錐與護欄塊

4. 單線型車標誌：用於部分車道封閉，改單線管制行車。



圖 4.96　單線型車標誌

（4）人員配置：藤枝林道沿線邊坡、路基尚未達到完全穩定，各路段適當的管制實有必要，除了各工區施工時工區前後均須設有交管人員外，其他如某處路段路基或邊坡有異樣時，可於該區域之前後管制點實施交管，徹底保障用路人之安全。

1. 平日人員配置：平日遊客較少，規劃於藤枝 0K+000（林道入口）、11K+000（寶山派出所）、19K+000（森林遊樂區）三處設置管制點（詳圖 4.97），個管制點間相互保持連絡，如發生落石、崩塌或者豪雨達預警值，隨時通知管理處或相關人員及單位，並立即有適當應變措施。

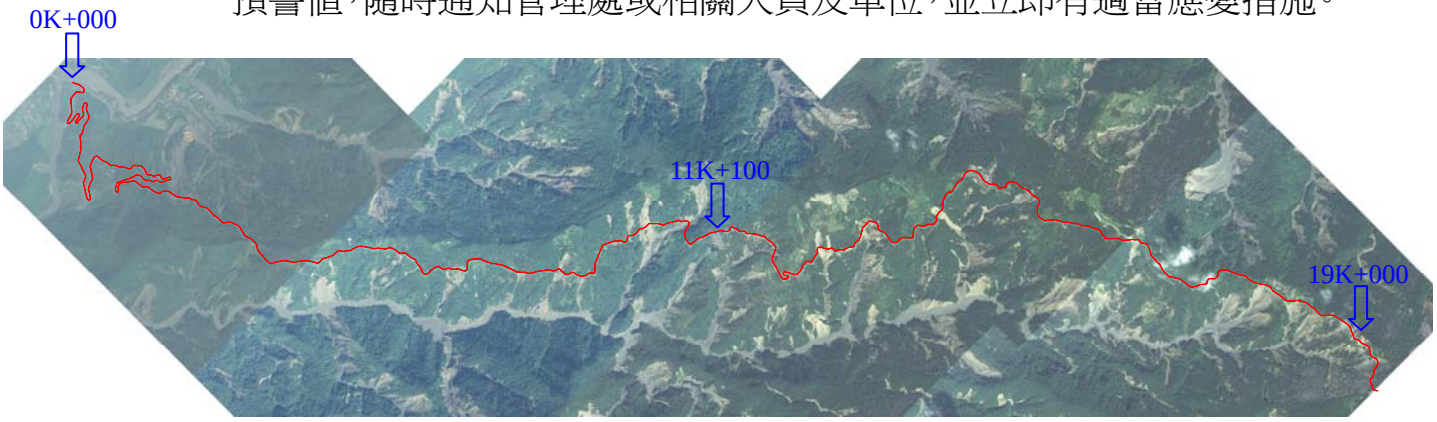


圖 4.97　平日人員配置

2. 假日人員配置：假日或旅遊旺季時，規劃於藤枝 0K+000（林道入口）、11K+000（寶山派出所）、19K+000（森林遊樂區）設置管制點外，於 6K+500（花果山）、14K+700（二集團）兩處（詳圖 4.98）增設管制點，加強管理及宣導林道沿線之氣候與路況，確保每一位遊客之安危。

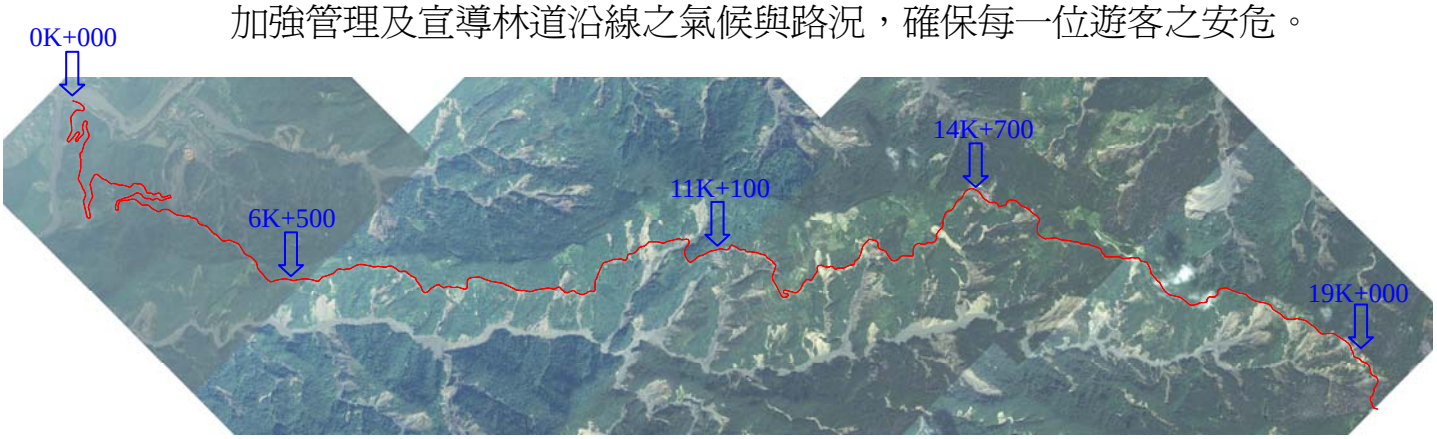


圖 4.98　假日人員配置

（5）開放時間：藤枝林道除了前往森林遊樂區之遊客外主要服務對象尚有林道沿線之居民、果農，因此開放時間原則以全天開放爲主，危險路段加強夜間警示燈、反光導標等以提高道路安全，當降雨達到警戒值或行動值時再進行通行管制。

（6）停車場設置：藤枝森林遊樂區開園必然引進大輛之車潮，過去停車場設置於林道 19.4K 但路基完全流失已無法使用。現階段屏管處初步規劃於藤枝新部落設置停車場，位置現況詳圖 4.99，其腹地應足以供 2~300 輛小型車停放。中、小型巴士等大眾運輸車輛停車場規劃路邊停車（詳圖 4.100），鼓勵遊客前往遊樂區時儘量搭乘程。



圖 4.99　停車場規劃位置圖



圖 4.100　大眾運輸停車規劃位置圖

4.11 坡面監視系統

藤枝林道部份路段坡面尚未穩定，偶有落石現象發生如藤枝 10.0K，可建立邊坡監視與警示系統，有效監控邊坡與提高人車通行安全，邊坡監視與警示系統可透過既有電訊及網路設施，將滑坡感應、落石警示與監控視訊，回傳工作站與屏管處，或經網路提供即時影像與監測數據，經費概算詳表 4.12。

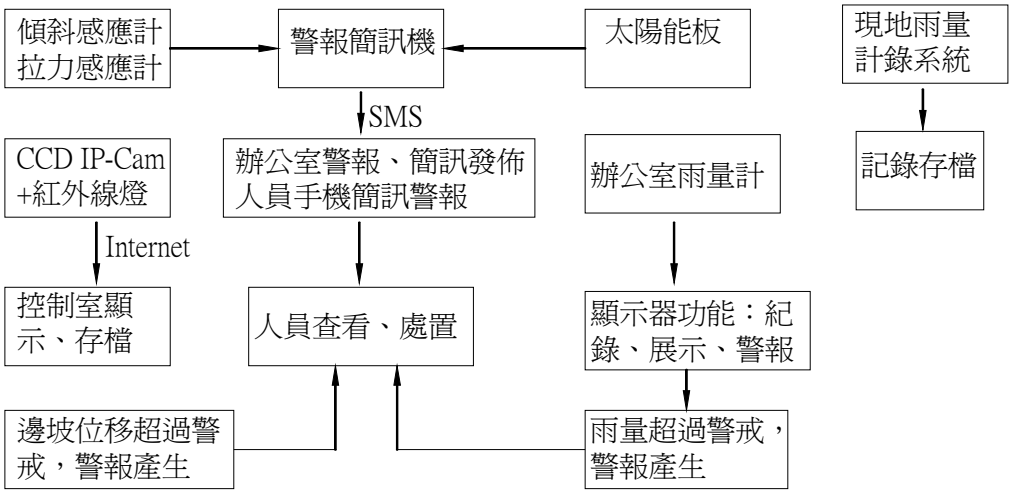


圖 4.101　邊坡落石警報架構圖

表 4.12　監視系統經費概算表

工作項目與內容	數量	單位	單價	複價	備註
1 雨量監測	處	1	92,000	92,000	
・傾斗式雨量計 0.5mm					
・區域防災暴雨預警報主機?斷電系統					
2 鋼索式邊坡落石監測站					
・位移傳感器*6					
・ 位移傳訊器警報系統*1	處	6	89,000	534,000	
・ 戶外型機箱*6					
・ 現地警報系統*6套					
・ 太陽能板*6					
3 戶外攝影系統、現地攝影系統	處	4	300,000	1,200,000	
・ 戶外型攝影機PDR-600HICR-200IR 1/3" Color SUPERHAD SONY CCD(高感度)					
・ 電源模組含電池					
・ 傳輸模組					
・ 戶外型機箱					
・ 電源申請及立電線桿					
・ PDR-120IRM(紅外線附掛式外投器)					
4 中繼站(辦公室接收站)					
・ 記錄電腦主機					
・ 無線傳輸模組					
・不斷電系統					
5 營業稅	式	1	91,300	91,300	
總計				1,917,300	

4.12　九十八年度緊急復建工程簡介

（1）莫拉克風災舊潭邊坡穩定緊急處理工程：工區位於藤枝林道 3.2K 周邊與 4.5K 至 5.0K（詳圖 4.102），施做崩塌外圍風搖木鋸除、冠部保護與截水、坡面導水縱橫溝、臨時便道旁拍漿溝等工項，工期 50 工作天，98 年 10 月 7 日開工，已於 98 年 12 月中旬完工驗收。

（2）藤枝林道莫拉克緊急災害復建工程：施做藤枝林道全線 19.7K 臨時便道補強與安全維護（包含藤枝林道 3.2K 周邊與 4.5K 至 5.0K 工區），施做鋼軌樁打設（詳圖 4.103）、鋼鈑牆與土方回填、拍漿溝、新鋪 AC 面層與透黏層、紐澤西護欄與反光導標等工項，工期 60 工作天，98 年 10 月 30 日開工，已於 99 年 1 月完工驗收。

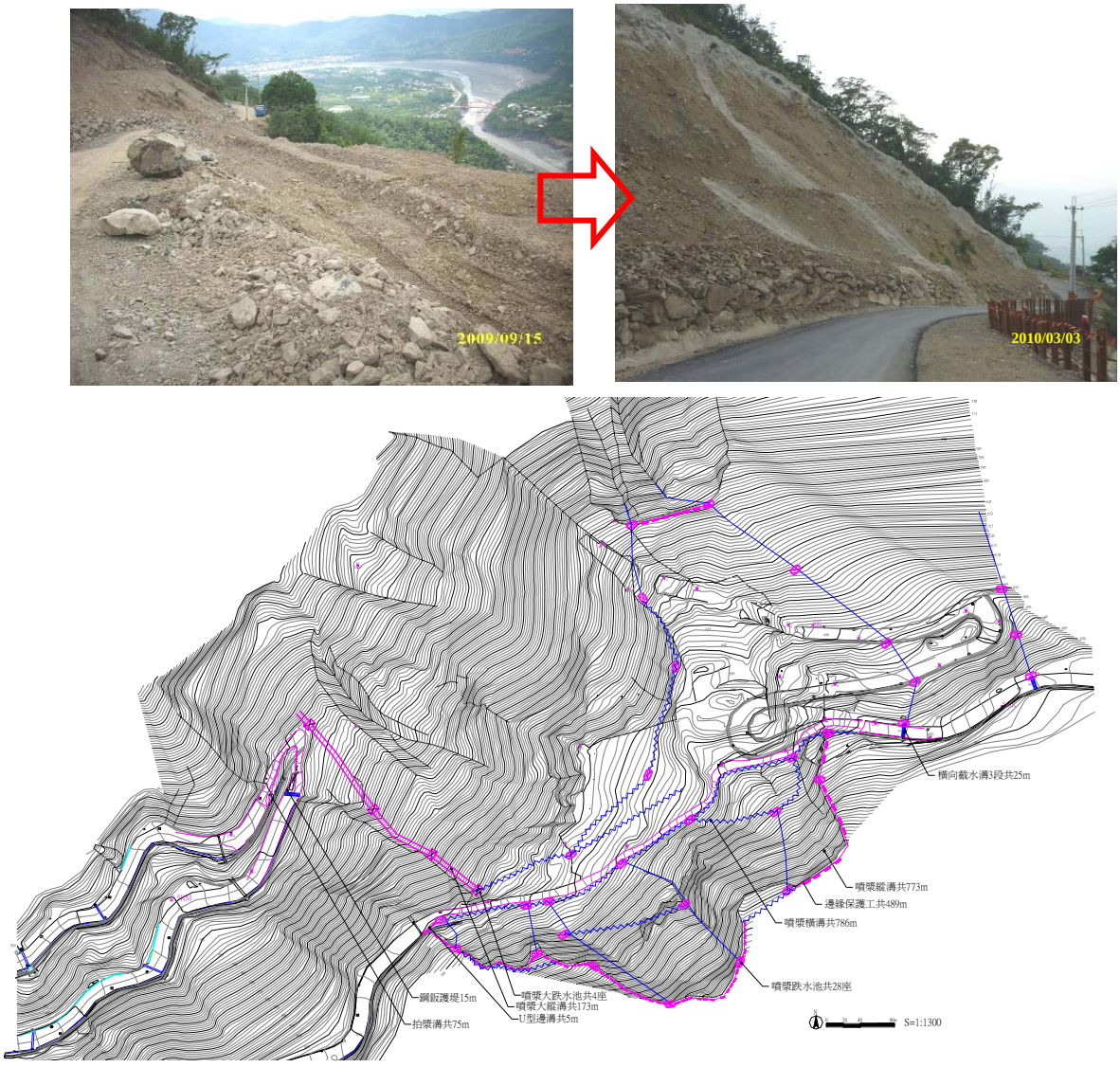


圖 4.102　莫拉克風災舊潭邊坡穩定緊急處理工程配置平面圖與現況彙整圖

（3）藤枝林道 1K 周邊莫拉克災害緊急復建工程：施做藤枝林道 0.5K 之 PC 樁打設、RC 路面版（詳圖 4.104）、坡面導水縱橫溝、型框植生護坡、新鋪 AC 面層與透黏層、紐澤西護欄與反光導標，工期 60 工作天，98 年 11 月 30 日開工，已於 98 年 12 月下旬完工驗收。

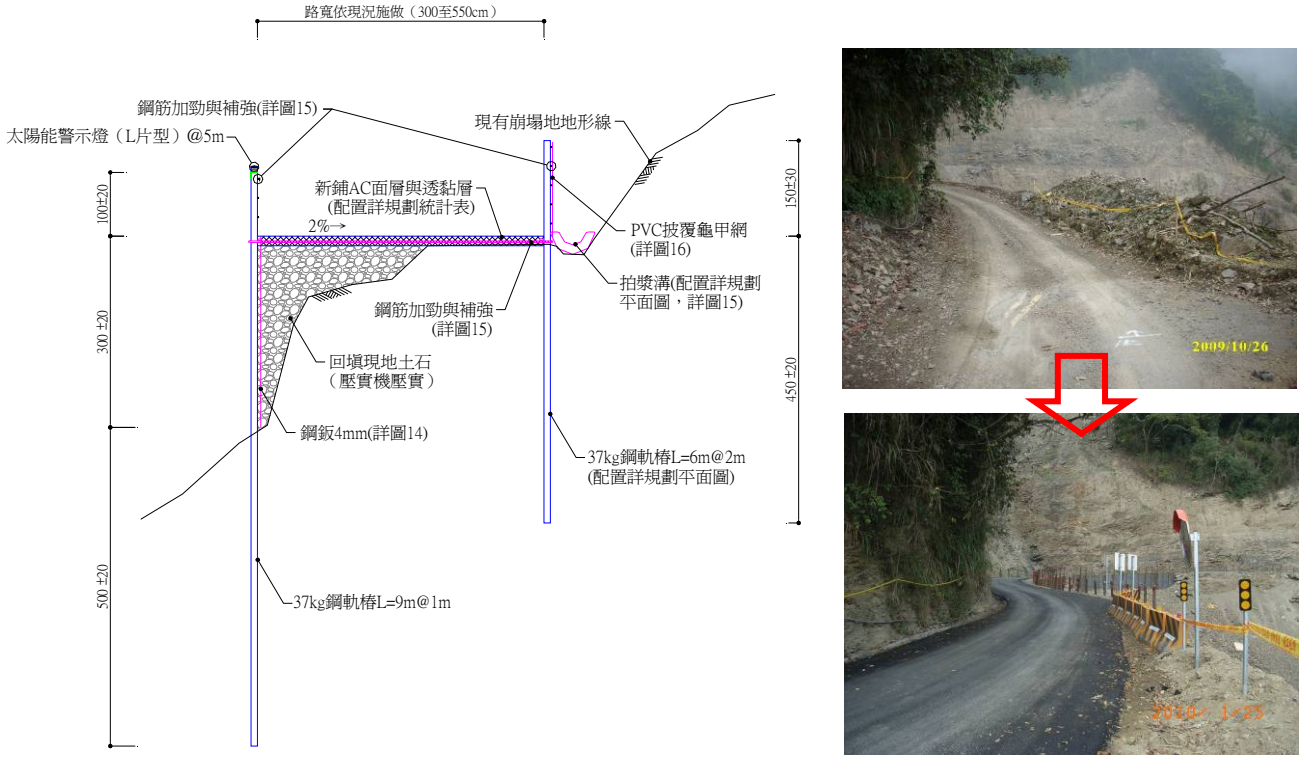


圖 4.103　藤枝林道全線 19.7K 臨時便道補強與安全維護圖



圖 4.104　藤枝林道 0.5K 路面標準圖與現況照片彙整圖

4.13 邦腹溪治理規劃

藤枝林道和邦腹溪息息相關，雖然邦腹溪集水區已於民國 96 年 12 月完成集水區之調查與規劃，但是經過莫拉克風災後其週遭地形地物已大不如前，舊有之潺潺小溪已變成目前土砂淤積之情況，現況詳圖 4.105，因此建議邦腹溪集水區需辦理補充調查與修正規劃。

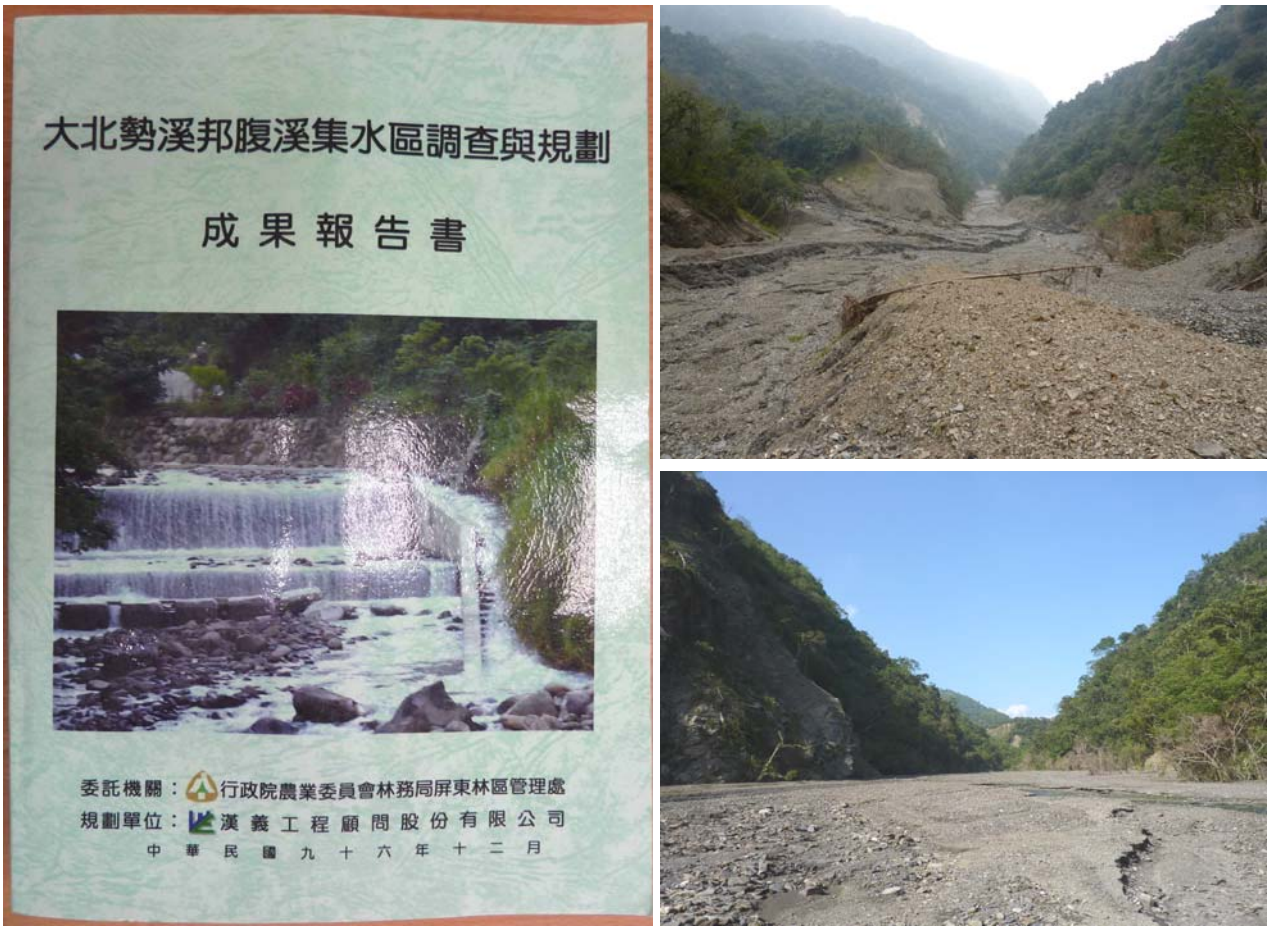


圖 4.105　邦腹溪調查規劃報告書與河道現況

第五章　調查規劃評估成果

5.1　復建策略規劃

契約規定之工作時程，期中報告書通過後 20 日曆天，提報本案 16 處預定崩塌地之相關整治路段順序規劃、路基復建線型與工法、用地評估與經費估算等工作，並提送整體調查規劃評估成果（期末報告書）。以下彙整期中報告書之規劃構想，透過與會專家學者討論，作爲本案後續整體復建規劃參考：

（1）98 年 8 月 9 日莫拉克災後至同年 8 月底前，屏東處即已搶通藤枝林道全線 0K 至 19.7K 交通，該搶通工作多借道各崩塌點之上邊坡側崩塌坡地，構築臨時便道供當地居民通行。屏東處隨後於 98 年底辦理緊急復建工程，施做全線臨時便道路基補強與安全警示設施，並以年度林道維護工程案隨時維護臨時便道路基穩定與坍方清除，作爲復建期間當地居民出入與施工車輛通路，以降低居民通行不便與加速復建工進。

（2）本案期初報告書「曾經」提出藤枝林道 3 種復建策略，包括「六級道路」、「甲種林道」與「丙種林道」等，但期中與期末報告書評估後放棄此 3 種復建策略（稍後詳述放棄理由，「甲種林道」與「丙種林道」設計規範則詳表 5.1 與表 5.2 所示），以下說明 3 種復建策略之規劃概述：（A）六級道路策略：最大縱坡 10%，路寬 7.0m，災害路基採高架版橋與少數擋土牆路基、多數原線型復建、較無用地問題、安全性高、容許大型工程車輛與遊覽車通行，難題爲經費龐大、工期長。（B）甲種林道策略：最大縱坡 12%，路寬 5.5 或 7.0m，災害路基採高架版橋或擋土牆路基各半、原線型復建或局部改線、經費中等、工期中等、安全性中等、容許中型貨車與 20 人中巴通行，難題爲部分有用地問題、部分路段需整治坑溝崩塌邊坡。（C）丙種林道策略：最大縱坡 15%，路寬 5.5m，路基多數上下邊坡擋土牆、配合局部改線、經費中等至低、工期短、安全性中等至低、容許小型貨車與小自客通行，難題爲多有用地問題、局部改線後路基緊鄰坑溝崩塌邊坡，需配合固床工與護坡，經費預估會暴增。

表 5.1 「甲種林道」設計規範〈本案不採用〉

林 務 局 甲 種 林 道 設 計 規 範

公告日期：八十八年 十 月 十一 日
（88）農林務字第 88026129 號公告

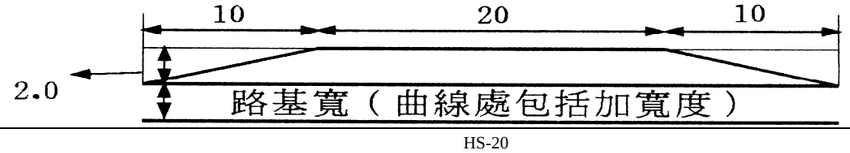
項目			規範										附註
車道			單車道										經過村鎮或頻於交車地段，應改用雙車道，其標準依據本規範辦理。
設計行車速率(公里/小時)			25										此係設計所用之最高行車速率，不得已處酌減，實際行車速率之限制依本規定。
不超車最短視距(公尺)			30，不得已時酌減										視距=0.278VT+V²/254F 式中 V=行車速率公里/小時，T=認識與反應時間 2-4 秒，F=車輪與路面縱向滑動摩擦係數約 0.5 實際選線時應以隨時採用較高標準爲原則，遇有地形困難工程艱鉅之不得已時，始予採用較低標準，下仿此。
路線平面	平面線	最小半徑(公尺)	20，不得已時 15										半徑 15 至 20 公尺之急彎處，應設急彎與限速 20 公里標誌，隧道內最小半徑爲 50 公尺不得已時 40 公尺。
		曲線最短長度(公尺)	25，不得已時 10										曲線長度=0.278VT，式中 T=轉變方向盤操作時間 3-5 秒。
		緩和曲線(公尺)	得用緩和切線，長度 10 不得已時 6										緩和曲線長度=0.035V³/R，式中 R=半徑公尺，如地形便利，以依此式所計長度設置爲宜，但亦得按左列規定辦理，緩和長度應設於直線曲線各半，沿此長度，使直線處斷面逐漸變至曲線處斷面，不設加寬超高之曲線不設緩和切線。
		複曲線	兩同向曲線相連接，得不受限制，但應設一緩和長度，以聯絡該兩曲線										該一緩和長度可設於兩相連接曲線上各佔一半，兩曲線半徑之差不得超過較小半徑之 50%。
		反向曲線	兩反向曲線相連接應介以切線，足以設兩緩和長度，以聯絡該兩曲線										該一切線長度即相當於一緩和長度。
路線縱面	縱坡度	最大坡度(百分率)	順坡 10%　不得已時 12%　反坡 5%　不得已時 6%										縱坡度 10%至 12%處，酌設陡坡標誌，隧道內最大縱坡度爲 3%。
		坡度長度限制(公尺)	坡度(百分率)	4 以下	4-5 以下	5-6 以下	6-7 以下	7-8 以下	8-9 以下	9-10 以下	10-11 以下	11-12	縱坡度已達限制長度時，應接以緩和區間，其坡度不大於 4%，長度不小於 50 公尺，數個 4%以上未達限制長度之縱坡度連接時，如各坡度實際長度與限制長度之比之和已大於 1，亦應接以緩和區間。
			長度(公尺)	不限	1000	700	450	300	200	100	60	50	
		曲線坡度限制(百分率)	半徑(公尺)	15-25	30	35	40	45	50	55	60	70	80-180	200 以上	曲線上坡度<R/7.5，不得已時 R/6，曲線上坡度並應不大於其相連接之直線上坡度。
			坡度(百分率)	4	5	5	5	6	7	7	8	9	10	不論	
			不得已時			6	7	7.5	8	9	10	10			
		最小坡度(百分率)	0.5%										隧道內最小縱坡度爲 0.2%。
	豎曲線	凹形長度(公尺)	坡度差(百分率)	2 以下		2-12 以下		12-18		用拋物線形			豎曲線長度 L=V²/360(G₁-G₂)，式中 G₁-G₂=兩相連接縱坡度之代數差，長度用整椿號。
			長度(公尺)	不設		20		40					
		凸形長度(公尺)	坡度差(百分率)	2 以下		2-12 以下		12-18		用拋物線形			L<S 時，L=2S-(442/ G₁-G₂)，L>S 時，L=(S²/442)(G₁-G₂)，式中 S=視距公尺，長度用整椿號。
			長度(公尺)	不設		20		40					
路線橫斷面	路幅	路基寬度(公尺)	路基	路堤		路塹		半挖半填		堅石開山地段			路基寬度包括路面路肩，不包括邊溝，B 式標準僅得用於經營條件不佳開發地區，並須事先報經許可方得採用，在採用 B 式標準路線與 4.0 公尺路基地段，必要時應設管制站管制行車。
			A 式(通用標準)	5.5		5.0		路塹路堤各半合計		不得已時 4.0 並設護欄			
			B 式(最低標準)	5.0		4.5							
		路肩(公尺)	左右各寬 0.5-1.0　斜度 6%										路肩寬度包括護欄，曲線超高處隨超高單向傾斜。
		邊溝(公尺)	挖土處用梯形，底寬 0.30，深 0.30，側坡 1:1/2，挖石處用 V 形，頂寬 0.50，深 0.30，側坡 1:1 1/2										在路線縱坡度凹形變換處或每隔約 150 公尺設橫向洩水溝一道。
		邊坡(直比橫)	地質	普通土		間隔土		軟土		堅石			邊坡設計，必要時得視地質與瀉水等情形，酌予變更，但不得較左列規定爲陡。
			挖方	1:1，不得已時 1:3/4		1:1/2		直線或曲線外側 1:1/4，曲線內側 1:1/2		直線或曲線外側 1:0，曲線內側 1:1/4			
			填方	1:1 1/2		1:1 1/2，不得已時 1:1 1/4		1:1		1:1			
	路面	路面寬度(公尺)	3.5										曲線處應依加寬度加寬。
		路面厚度(公尺)	填方處 0.15-0.25，挖方處 0.10-0.15										
		路拱(百分率)	3%，用拋物線形										曲線超高處不設路拱。
	曲線加寬及超高	加寬度(公尺)	半徑(公尺)	15	20	25	30	35	40	45	50	60-70	80-180	200 以上	加寬度=N(R-√R²-36)+0.1V/√R，式中 N=車道數 1
			加寬(公尺)	1.8	1.4	1.2	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	不設	加寬度應設於曲線內側，中線位置不變。
		超高度(百分率)	半徑(公尺)	15	20	25-180								200 以上	超高度=(V²/127R)-F，式中 F=車輪與路面橫向滑動摩擦係數約 0.2，最小超高度依路拱斜度。
			超高(百分率)	5.0	4.0	3.0								不設	超高度應設爲外側高內側低，中線高度不變。
	避車道(公尺)												利用地形或施工後路形，每隔約 300 至 500 公尺設置一處。
結構	橋樑	載重(公噸)	HS-20										
		淨寬(公尺)	4.6										橋樑淨寬指橋面兩路緣內側間之寬度，路緣內側至橋面外側爲 0.60 公尺設緣石欄干等，曲線處應依上列規定加寬及超高。
	隧道	淨寬(公尺)	有襯 4.4　　無襯 4.7										隧道淨寬指兩壁面間之寬度，兩路緣內側間之寬度爲 3.5 公尺，路緣內側至壁面間之寬度設緣石邊溝等，曲線處應依上列規定加寬及超高。
		淨高(公尺)	4.2										隧道淨高指路緣內側直上至隧頂拱面之高度，隧頂作半圓形。

表 5.2 「丙種林道」設計規範〈本案採用〉

林 務 局 丙 種 林 道 設 計 規 範

公告日期：八十八年 十 月 十一 日
（88)農林務字第 88026129 號公告

項目			規範										附註
車道			單車道										
設計行車速率(公里/小時)			20										
不超車最短視距(公尺)			20，不得已時 15										
路線平面	平面線	最小半徑(公尺)	10										隧道內最小半徑爲 25 公尺。
		曲線最短長度(公尺)	15，不得已時 10										
		緩和曲線(公尺)	得用緩和切線長度，不得短於 5 公尺										緩和長度應設於直線曲線各半不設加寬，超高之曲線處，不設緩和曲線。
		複曲線	兩同向曲線相連接，得不受限制，但應設一緩和長度，以聯絡該兩曲線										兩曲線半徑之差，不得超過較小半徑之 50%，該一緩和長度可設於該兩連接曲線上各佔一半。
		反向曲線	兩反向曲線相連接，應介以切線足以設兩緩和長度，以聯絡該兩曲線										該一切線長度即相當於一緩和長度。
路線縱面	縱坡度	最大坡度(百分率)	順坡 15%　反坡 7%										隧道內最大坡度爲 3%。
		坡度長度限制(公尺)	坡度(百分率)	4 以下	4-5 以下	5-6 以下	6-7 以下	7-8 以下	8-9 以下	9-10 以下	10-11 以下	11-13 以下	13-15 以下	縱坡度已達限制長度時，應接以緩和區間，其坡度不大於 4%，長度不小於 40 公尺，4%以上未達限制長度之縱坡度連接時，如各坡度實際長度與限制長度之比之和，不得大於 1。
			長度(公尺)	不限	1000	700	450	300	200	100	60	50	40	
		曲線坡度限制(百分率)	半徑(公尺)	10-15	20	25	30	35	40	45	50-150	150 以上		曲線上坡度<R/4。
			坡度(百分率)不得已時	4	5	6	7.5	9	10	11	12	不論		
		最小坡度(百分率)	0.5%											
	豎曲線	凹形長度(公尺)	坡度差(百分率)	2 以下		2-12 以下		12-19		用拋物線形				
			長度(公尺)	不設		20		40						
		凸形長度(公尺)	坡度差(百分率)	2 以下		2-12 以下		12-19		用拋物線形				
			長度(公尺)	不設		20		40						
路線橫斷面	路幅	路基寬度(公尺)	路基	路堤		路塹		半挖半填		堅石開山地段				
			土質	4.4		4.0		路塹路堤各半合計		3.6 並設護欄				
			石質	4.2		3.8								
		路肩(公尺)	左右各寬 0.3-0.6											
		邊溝(公尺)	挖土處用梯形底寬 0.2，深 0.2，挖石處用 V 形頂端 0.3，深 0.2											
		邊坡(直比橫)	地質	普通土		間隔土		軟岩		堅岩				
			挖方	1:1，不得已時 1:3/4		1:1/2		直線或曲線外側 1:1/4，曲線內側 1:1/2		直線或曲線外側 1:0，曲線內側 1:1/4				
			填方	1:1 1/2		1:1 1/4		1:1		1:1				
	路面	路面寬度(公尺)	2.8											
		路面厚度(公尺)	填方處 0.15-0.25　　挖方處 0.10-0.15											
		路拱(百分率)	3%，用拋物線形											
	曲線及超高加寬	加寬度(公尺)	半徑(公尺)	10-13	15	20	25	30	35	40	45	50-60	70-180	200 以上	加寬度係依照乙種林道規範。
			加寬(公尺)	1.9	1.6	1.4	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	不設	
		超高度(百分率)	半徑(公尺)	10-13	15-180									200 以上	
			超高(百分率)	4.0	3.0									不設	
	避車道(公尺)		利用地形加寬 2.5												
結構	橋梁	載重(公噸)	HS-20												
		淨寬(公尺)	4.0 但不大於路基寬												
	道隧	淨寬(公尺)	4.0												
		淨高(公尺)	4.2												

（3）期初階段曾計畫將全線各災害點分別以上述 3 型復建策略規劃評估，每一災害點之每一復建策略有其對應配套工法與經費，將每一復建策略之所有災害點經費與工期全部加總，可得藤枝林道全線復建 3 種復建策略個別所需復建總經費與總工期，再據以擬分年復建計畫供本處與林務局做爲決策參考。

（4）**但考量林務局最新修訂「預定 101 年年初遊樂區開園與中型巴士安全通行」規劃，且經詳細地形測量與踏勘評估後，多數崩塌路段之最大坡度、坡度長度與曲線坡度等地形限制，無法達成以甲種林道或六級道路等級辦理復建，本案修正採用「丙種林道」設計規範作爲復建規劃標準。**以藤枝 10.6K 路段線型實例說明（詳圖 5.1）：災前原路基縱向坡度＝（高差 17.36m/長度 200.0m）＝8.7%＝目前便道縱向坡度，若採高架橋樑跨越，則計畫橋樑縱向坡度＝（高差 17.36m/橋樑長度修正爲 150.0m）＝11.6%，不符合六級道路與甲種林道等級之設計規範要求，勉強符合丙種林道之 R50m 曲線之「曲線坡度限制 12%」（詳表 5.2 所示），故本案修正採用「丙種林道」設計規範作爲復建規劃標準。

（5）水土保持計畫書：依水土保持計畫審核監督辦法第 3 條規定，改善或維護既有道路者，水土保持計畫得以**簡易水土保持申報書**代替。



圖 5.1　藤枝 10.6K 復健採用之高架橋樑起終點高程與坡度說明圖

（6）本案 16 處崩塌地整體復健規劃，採用丙種林道設計規範作爲復建規劃標準，其復建規劃構想大綱說明如下：

（A）**短中長期復建之施工順序**：中期復建工程爲各崩塌路段復建之必要性與永久性工程，規劃以民國 100 年至 102 年完成施工爲原則，長期復建工程以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點完成中期復建工程後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治優先順序。此外，短期復建工程適合於無法直接施做中期復建工程之災害點，於民國 99 年年中至 100 年年底，藤枝森林遊樂區開園前，進一步補強便道路基與加強安全設施，提高人車通行安全度。

（B）**短期復建規劃**：沿線邊坡崩塌與路基流失嚴重路段，特別如 15.4K、18.6K 與 19.4K 等大範圍路基崩塌路段，目前搶通多借道上邊坡側崩塌坡地構築臨時便道通行，但中期復建之必要性與永久性工程，若因經費、整治順序、地滑潛勢尚未監測、崩塌邊坡暫未穩定等限制，無法馬上規劃設計與發包施工時，建議於近期先持續維護補強目前便道路況（即短期復建工程），且加強安全牌示與夜間警示設施，作爲各期復建期間當地居民出入與施工車輛通路，以加速後續復建工進，部分災害點若條件適合可省略短期復建階段，直接施做中期復建工程取代。

（C）**中期復建規劃**：中期復建工程爲各崩塌路段復建之必要性與永久性工程，包括路基復建以恢復路基爲首要目標，例如施做上邊坡擋土牆、路基、路面、邊溝、護欄、下邊坡擋土牆等（部分路段另包括局部護坡工、橋台、基樁、墩柱、預力樑與橋面版等），路基周邊配套規劃設計，包括崩塌區外圍路面截排水、崩塌區上方農路截排水、邊坡護坡工、坡面縱橫溝、防落石柵工、防落石網等。

（D）**長期復建規劃**：長期復建工程爲急迫性稍低之坑溝整治與邊坡穩定工。中期復建規劃需儘量使路面遠離崩塌坡面，或施做局部重點護坡工，以降低不穩定坡面對通行阻礙，待一、二年後崩塌坡面休養與穩定後，再深入評估施做固床工等蝕溝控制工，邊坡施做護坡工以提高坑溝與邊坡之長期穩定性，部分災害點若條件適合與經費寬裕，可同時施做中期復建與長期復建工程。

5.2 藤枝 4.5K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 4.5K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 4.5K 邊坡現況詳圖 5.2。圖中顯示既有便道上邊坡坡面裸露且存在大量不穩定土石，加上地勢陡峭常有落石、土砂崩落現象。目前坡面已先行施作簡單刷坡與噴漿縱橫溝，崩塌地邊緣施作邊緣保護工防止崩塌範圍再次擴大；現階段坡面已暫時穩定，減緩裸露坡面沖蝕及落石現象，但如遭逢豪大雨仍有擴大之疑慮。

（2）用地問題：藤枝 4.5K 沿線周邊均屬國有地，土地權屬套繪詳圖 3.11，管理者屬財政部國有財產局及行政院農業委員會林務局，因此在道路復建上較無土地取得問題。

（3）大範圍崩塌：藤枝 4.5K 崩塌地造成藤枝林道近 400 公尺流失，道路周邊現況詳圖 5.2；目前崩塌地邊坡坡面仍堆積大量不穩定土石，且上邊坡露頭爲順向岩，當雨水滲入劈理面容易使岩體分離造成落石危及用路人之安全。

（4）藤枝 4.5K 便道構築於崩積土層上方，外側採鋼軌樁及鋼鈑穩固路基，維持道路雙線雙向通行，內側設有拍漿溝以攔截導引路面逕流，避免路面雨水四處漫流衍生新沖蝕溝；下邊坡崩塌坡面經刷坡及開設階梯平台，坡面已暫時穩定。崩塌地坡面皆設有噴漿縱橫勾、跌水池，導引坡面水流，周圍設有崩塌地邊緣保護工防止崩塌範圍擴大。

（5）圖 5.2 顯示，原道路線型與既有便道線型差異甚大，過去路線採回頭彎方式拉長水平距離以降低道路平均坡度，但該崩塌地疑似因回頭彎處雨水溢流而加劇崩塌規模，礙於地形限制及周邊居民感受，道路復建無法依舊有路線進行復建，因此未來該工區道路復建採既有便道升級補強或者依既有便道局部改線，以符合丙種林道之規範。



圖 5.2　藤枝 4.5K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 4.5K 崩塌地之既有鑽探成果

（1）在規劃設計興龍周邊災害復建工程與藤枝林道 3.5K 至 5K 災害復建工程之前，屏東處於藤枝 4.5K 崩塌地周邊規劃進行地質鑽探工作，其鑽探鑽孔配置與鑽探深度彙整詳圖 5.3。

（2）藤枝 4.5K 崩塌地之既有鑽探工作，依據現場鑽探資料與實驗室實驗結果，可分析及研判出各鑽孔岩層分佈情形，依鑽探與試驗資料說明各層土岩分佈情形及一般特性如下（詳圖 5.4 與圖 5.5）：

（Ⅰ）E1-E2 剖面：表層爲棕黃至棕灰色回填層或崩積層，常夾棕黃色黏土與岩塊，厚度介於 5m 至 17.0m 間，第 2 層爲黑灰色至灰色輕度至中度破碎硬頁岩層，多沿劈理碎裂，常有鏽染現象，厚度介於 5.0m 至 10m 間，RQD 多介於 0 至 50%間，最下層至最大鑽探深度 30.5m 止爲爲黑灰色至灰色輕度風化至完整新鮮硬頁岩，RQD 介於 12 至 82%間。

（Ⅱ）E3-E4-E5 剖面（詳圖 5.4）：表層爲棕黃至棕灰色回填層或崩積層，常夾棕黃色黏土與岩塊，厚度介於 1m 至 24m 間，第 2 層爲棕灰色至灰色中度至強烈風化岩層，厚度介於 2m 至 7m 間， RQD 多介於 0 至 41%間，最下層至最大鑽探深度 35.0m 止爲黑灰色至灰色輕度風化至完整新鮮硬頁岩，RQD 介於 11 至 96%間，鏽染嚴重顯示常有地下水流經。

（Ⅲ）E6-E7-E8 剖面（詳圖 5.5）：表層爲棕黃至棕灰色回填層或崩積層，厚度介於 8m 至 15.6m 間，含少量硬頁岩碎塊，第 2 層爲棕灰色至灰色中度至強烈風化岩層，厚度介於 5.4m 至 25.5m 間，RQD 多介於 0 至 24%間，最下層至最大鑽探深度 40.0m 止爲黑灰色至灰色輕度風化至完整新鮮硬頁岩，偶夾破碎岩層，RQD 介於 25 至 94%間。節理面常有鏽染顯示有地下水流經，較完整之岩心可見數組節理均甚發達。E6 孔 20.5~24.6m 處，棕灰色嚴重破碎風化之硬頁岩，疑爲剪裂帶。

（Ⅳ）E9-E10 剖面：表層爲棕黃至棕灰色回填層或崩積層，厚度介於 5.6m 至 11.1m 間，內含少量硬頁岩碎塊，第 2 層爲棕灰色至灰色中度至強烈風化岩層。E9 孔 26.0~26.7m 處疑爲強烈剪裂帶。

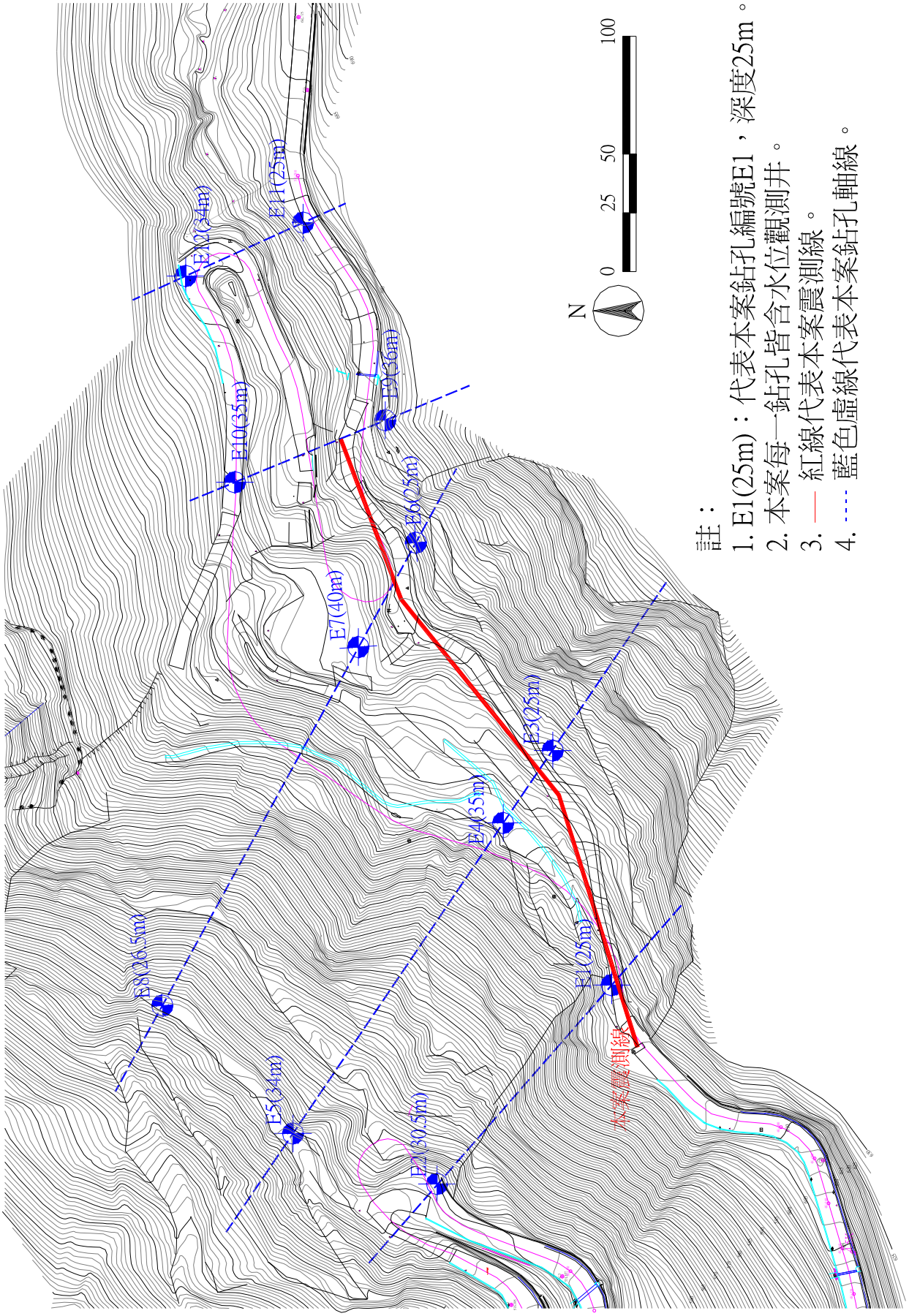


圖 5.3　藤枝 4.5K 崩塌地之既有鑽探鑽孔配置與鑽探深度彙整圖

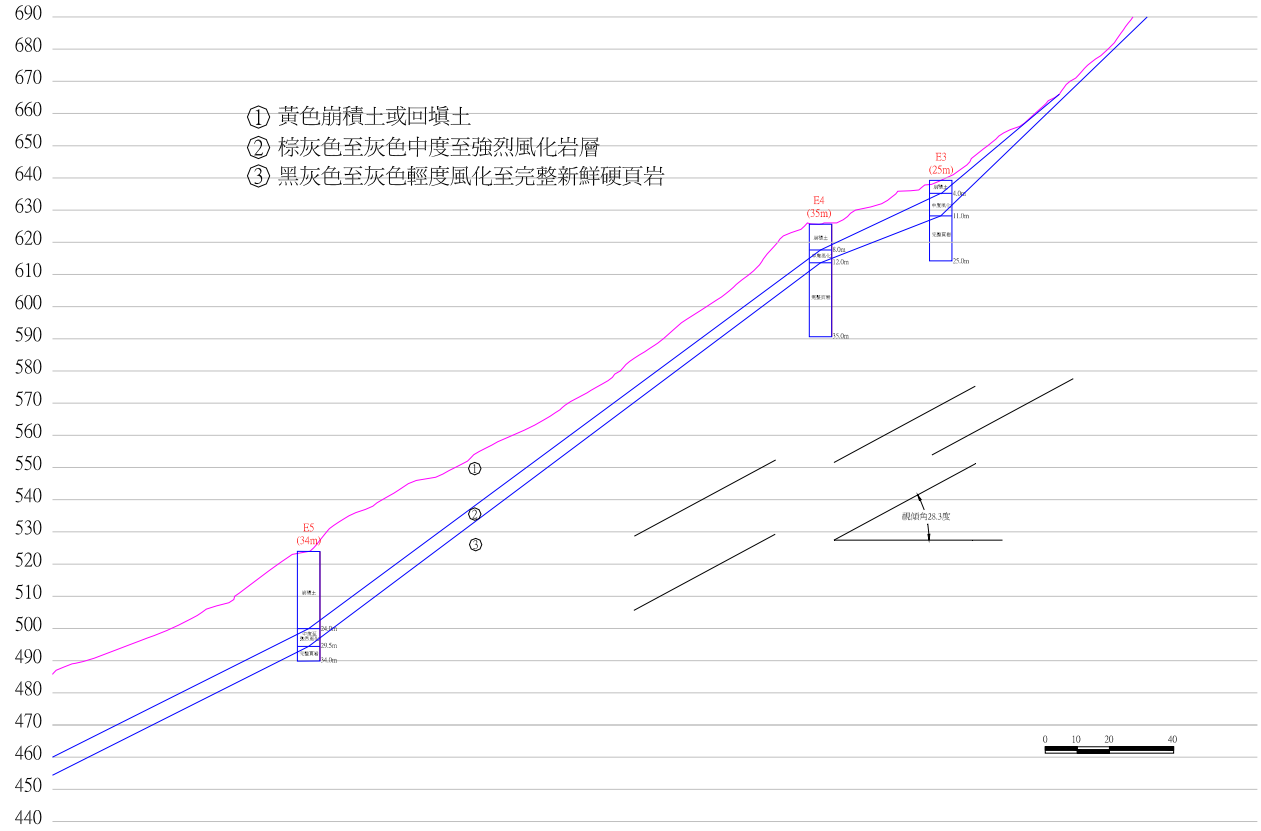


圖 5.4　藤枝 4.5K 崩塌地 E3-E4-E5 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖

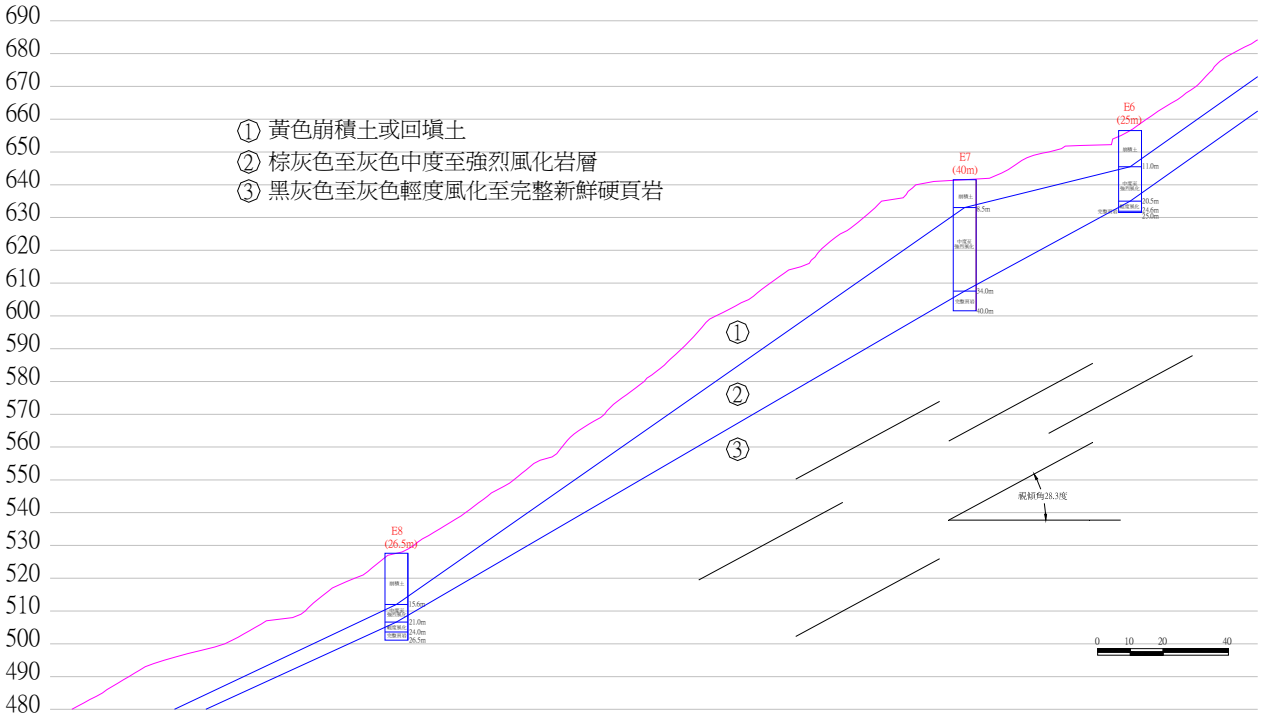
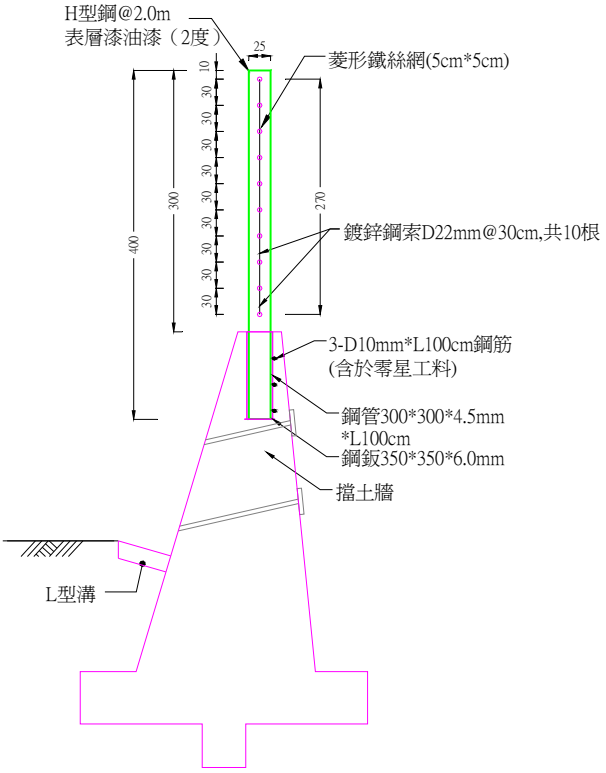


圖 5.5　藤枝 4.5K 崩塌地 E6-E7-E8 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖

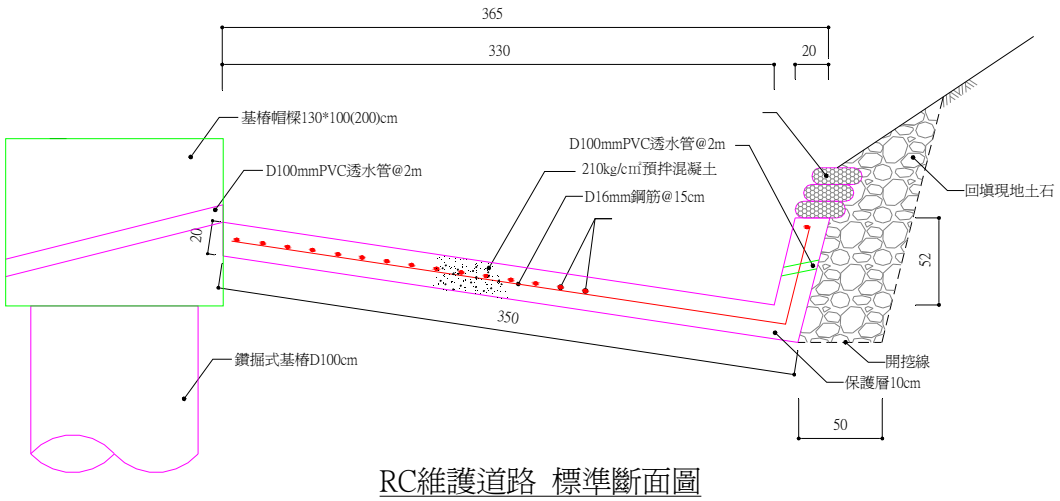
（三）藤枝 4.5K 崩塌地之在建工程簡介

（1）興龍周邊災害復建工程：包含藤枝林道 1.9K、2.0K 與 3.5K 等數處工區，其藤枝 3.5K 工區位於本案 4.5K 崩塌地下邊坡（配置詳圖 5.7），規劃施做鑽掘式基樁、帽樑、預力地錨 130T*60m、崩塌坡面團粒植生護坡工、橫向截水溝截水、防落石柵、RC 維護道、新鋪 AC 面層與透黏層等工項（標準斷面詳圖 5.6），工期 150 工作天，預計 99 年 6 月中旬開工，預計 99 年 12 月底完工。





防落石柵與擋土牆示意圖



RC維護道路 標準斷面圖

圖 5.6　興龍周邊災害復建工程標準斷面圖

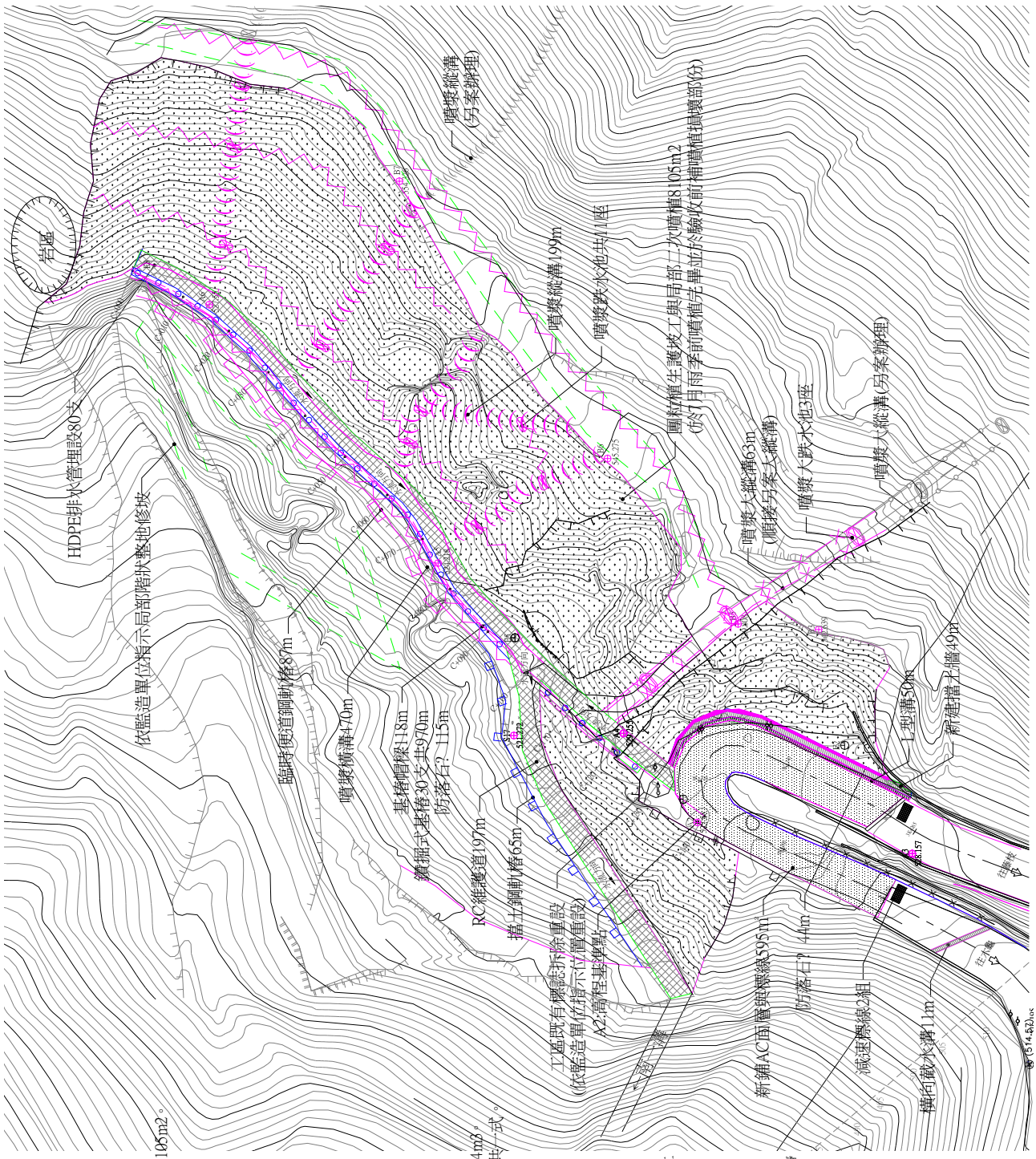


圖 5.7　藤枝 4.5K 崩塌地之興龍案在建工程施工配置平面圖

（2）藤枝林道 3.5K 至 5K 災害復建工程：施做藤枝林道 4.5K 便道周邊（施工配置詳圖 5.10），施做塌地抗滑基樁與帽樑（詳圖 5.8）、噴漿縱橫溝導水、預力地錨 130T、崩坍面團粒植生護坡工、橫向截水溝截水、拍漿溝、階段平台與噴漿橫溝、土石籠等工項，工期 180 工作天，預計 99 年 6 月中旬開工，預計 100 年 1 月底完工。

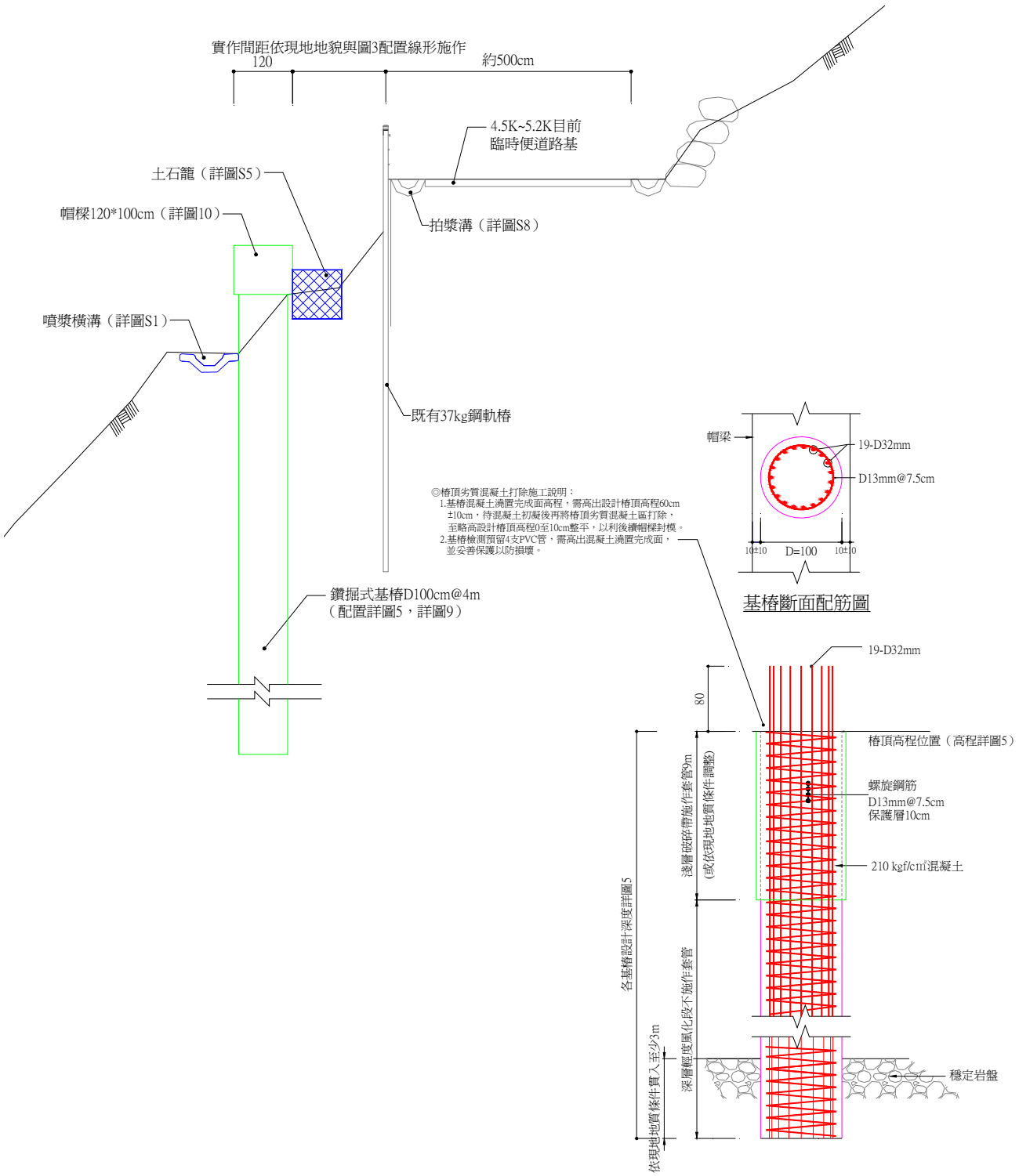


圖 5.8　藤枝林道 3.5K 至 5K 災害復建工程之在建標準斷面圖

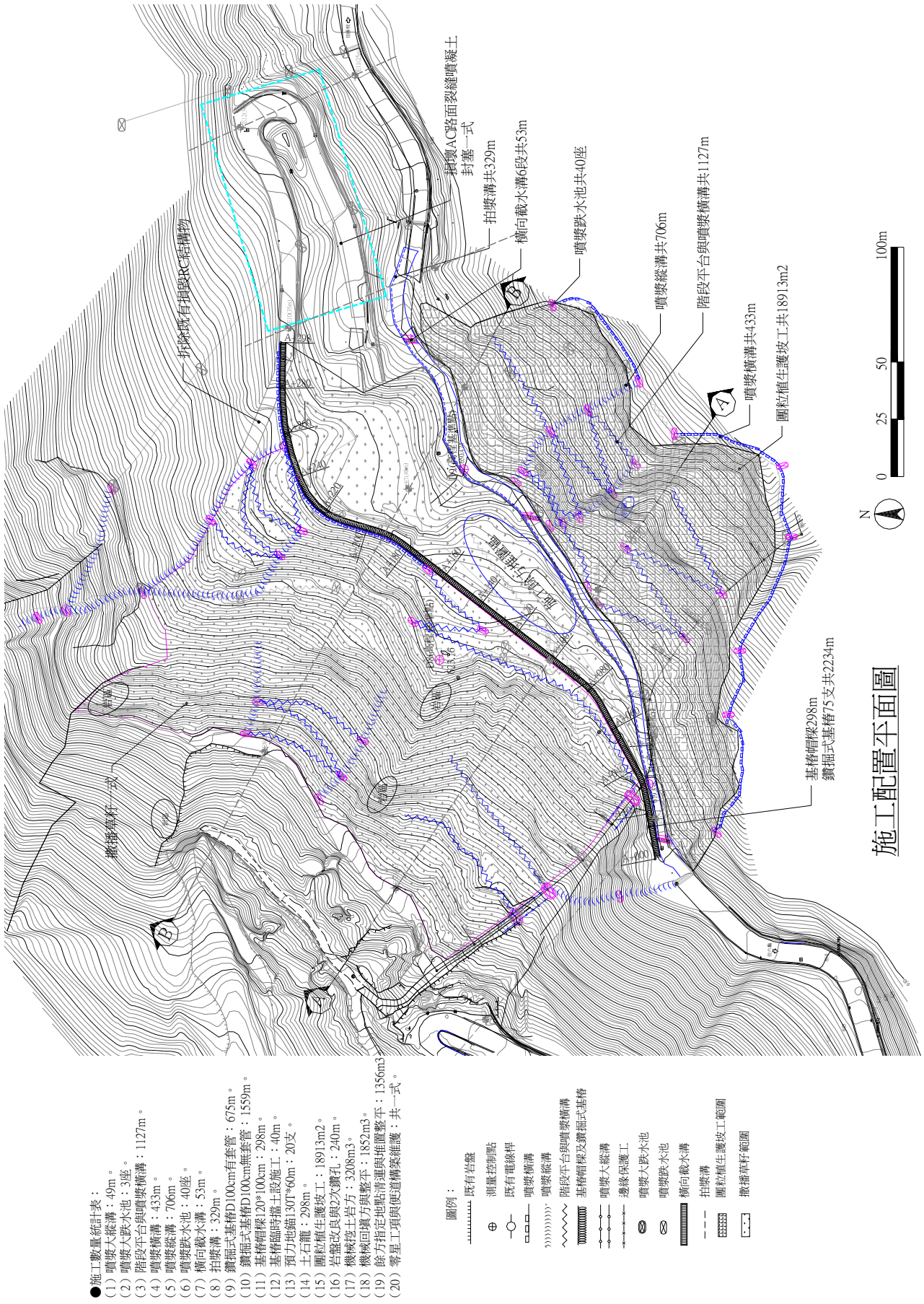


圖 5.9　藤枝林道 3.5K 至 5K 災害復建工程之在建配置平面圖

（四）藤枝 4.5K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年開園遊客安全與雨季路基穩定性，初步規劃便道路基補強方式詳圖 5.10。此外，改善周邊路面邊溝與邊坡排水，以及挖降調整目前便道路基縱向坡度，亦爲短期復建重要課題。

（2）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度與曲線坡度等主要項目皆符合，但平均坡度 16%之規範長度限制爲 40m，本案坡長 300m「不符合」，將於林道入口設立告示牌只准中型 20 人巴士與以下車輛通行，禁止遊覽車與大貨車等大型車進入林道。

（3）藤枝 4.5K 崩塌之短期復建經費概估 3,050,293 元，經費概算表詳附件三。

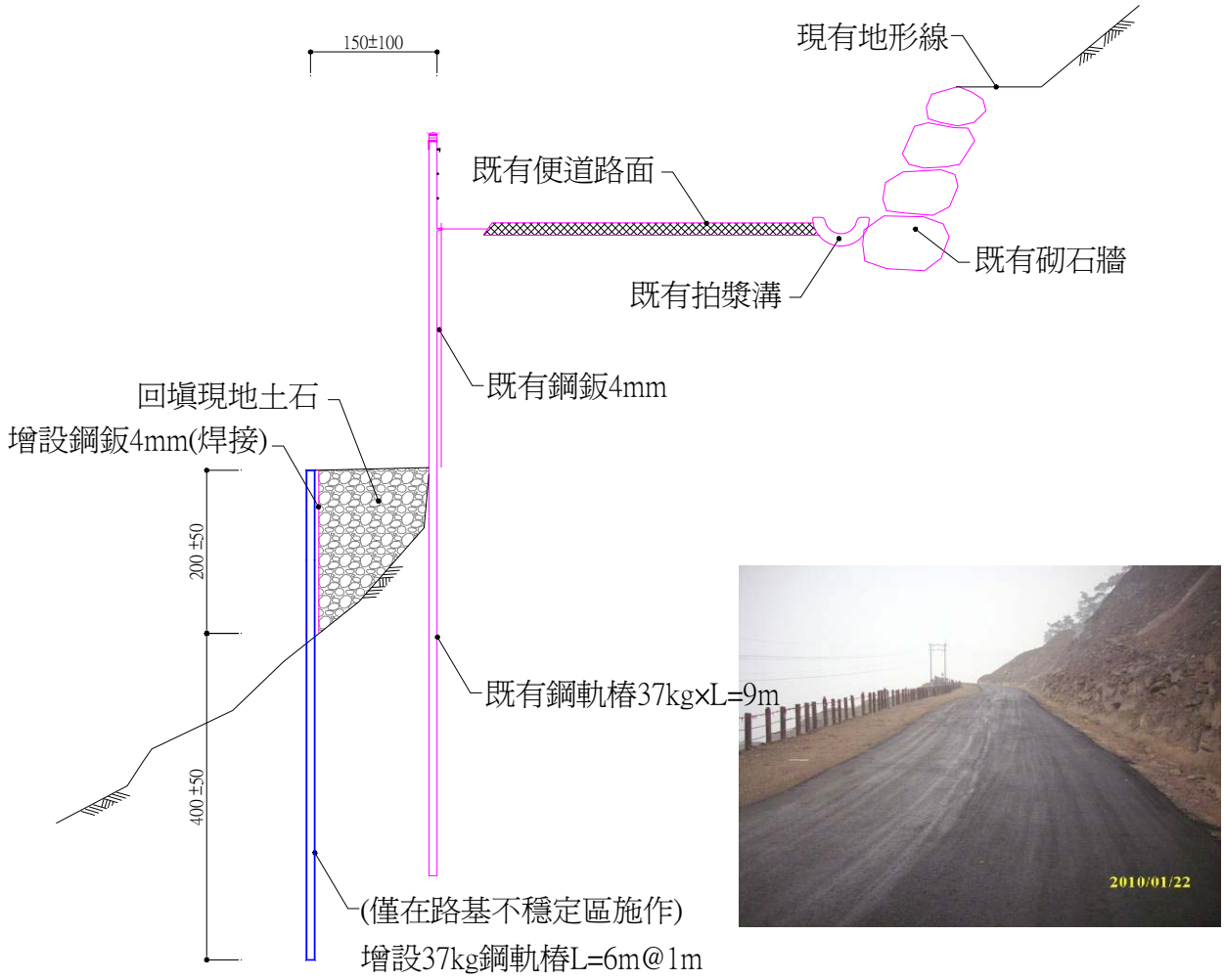


圖 5.10　藤枝 4.5K 短期復建規劃之便道路基補強方式

（五）藤枝 4.5K 崩塌地之中期與長期復建規劃

（1）有關藤枝 4.5K 崩塌地之中期復建規劃，考量此段林道路基臨時擋土設施尚屬穩定，且下邊坡緊鄰另案鑽掘式基樁工程施工工區，以及改善此段路基時極易影響山上其他工程工進，故 4.5K 路基下邊坡增建 RC 擋土牆時程需謹慎評估施工時程，建議待後續長期復建階段在評估施做，優先於路基上邊坡施做防落石柵與 RC 路面（詳圖 5.11），以提高通行安全性。

（2）由於此段林道下方緊鄰舊潭村落等重要保全對象，屏東處於 99 年年初即已發包 2 件工程案，施做鑽掘式基樁（作擋土排樁），以及邊坡護坡工與排水縱橫溝，故本區長期復建工程暫時規劃施做工項，建議待此 2 件工程案完工後視其整治成效，評估是否增做型框護坡工等高強度護坡設施，搭配造林等植生工法恢復邊坡穩定性。

（3）藤枝 4.5K 崩塌之中期、長期復建經費概估 26,499,176 元，經費概算表詳附件三。

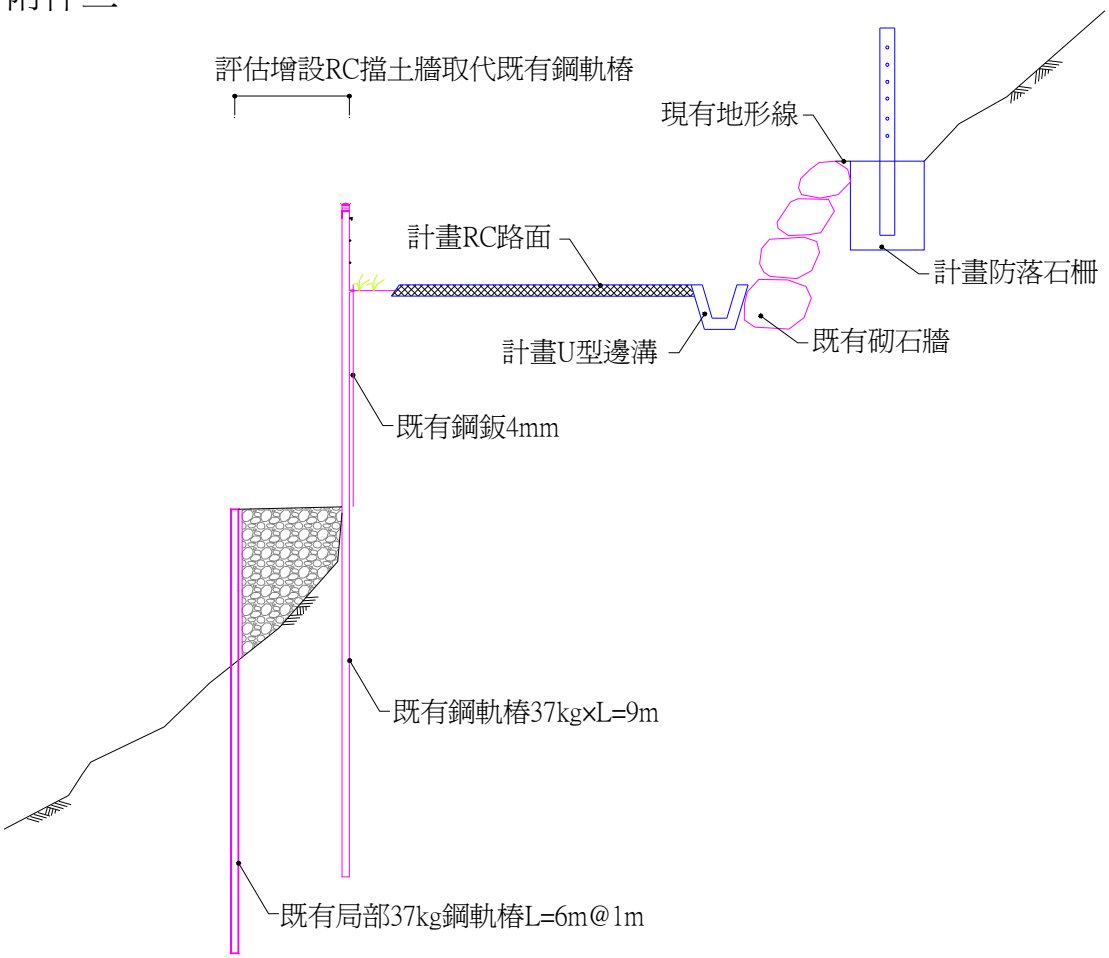


圖 5.11　藤枝 4.5K 中期與長期復建規劃之路基復建示意圖

（六）藤枝 4.5K 崩塌地復建之用地計畫

藤枝 4.5K 土地權屬套繪詳圖 3.11，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。本工區復建工程用地相關之地號爲六龜鄉和平段總與花菓段共計 11 筆（詳圖 5.12 與表 5.3），依據套繪結果顯示土地利用並無涉及私有地，因此用地上無需額外取得。

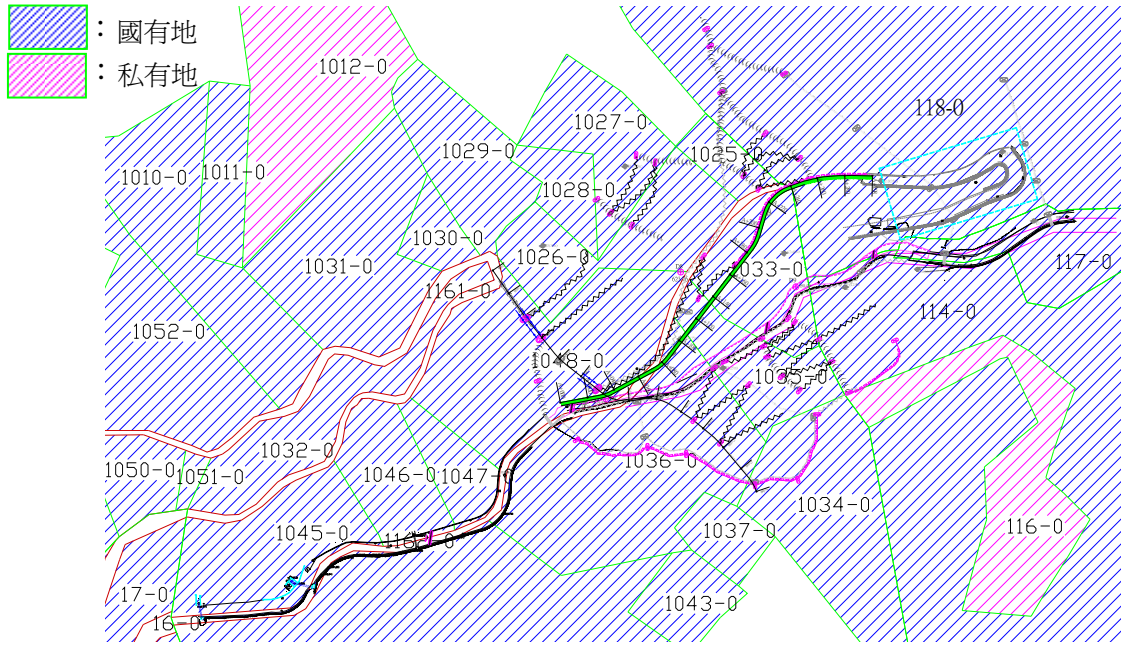


圖 5.12　藤枝 4.5K 崩塌地之地籍圖套繪成果

表 5.3　藤枝 4.5K 崩塌地復建規劃之用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
六龜鄉	和平段	1025	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	和平段	1026	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	和平段	1027	中華民國	財政部國有財產局	
六龜鄉	和平段	1028	中華民國	財政部國有財產局	
六龜鄉	和平段	1033	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	和平段	1034	中華民國	財政部國有財產局	
六龜鄉	和平段	1035	中華民國	財政部國有財產局	
六龜鄉	和平段	1036	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	和平段	1048	中華民國	財政部國有財產局	
六龜鄉	花菓段	114	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	花菓段	118	中華民國	行政院農業委員會林務局	

5.3 藤枝 5.4K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 5.4K 崩塌地之限制因子

（1）地滑潛勢區域：藤枝 5.4K 根據周邊地形及地上物之特徵：擋土牆傾倒、冠部地表裂縫、下邊坡岩盤及崩積層交界滲水、風災後路面嚴重下陷以及近年周邊佈設之初期與少量監測系統觀測成果等跡象，研判該區域屬地滑區且原有地滑潛勢區域有明顯擴大跡象。圖 5.13 中橘虛線與黃虛線分別爲莫拉克風災前後地滑潛勢範圍。

（2）用地問題：藤枝 5.4K 土地套繪詳圖 3.12，藤枝 5.4K 沿線爲六龜鄉花果段，用地均屬於國有地且管理者爲行政院農業委員會林務局，因此無用地問題。崩塌地趾部負責單位爲行政院農業委員會水土保持局，日後該崩塌地進行整治復建時，工區權屬範圍以及工法之相容性需額外注意。

（3）大範圍崩塌：藤枝 5.4K 下邊坡爲舊有崩塌地，經過莫拉克風災影響使崩塌規模更加嚴重，且下邊坡岩盤與崩積層交界處有滲水現象，使坡面之穩定性日益惡化。

（4）由於此段林道下方坑溝鄰近舊潭村落等重要保全對象，屏東處於 99 年年初即已設計發包 2 件工程，分別施做鑽掘式基樁、周邊水保設施、邊坡縱橫溝等，坑溝下游段協調由水土保持局辦理整治規劃與設計施工。

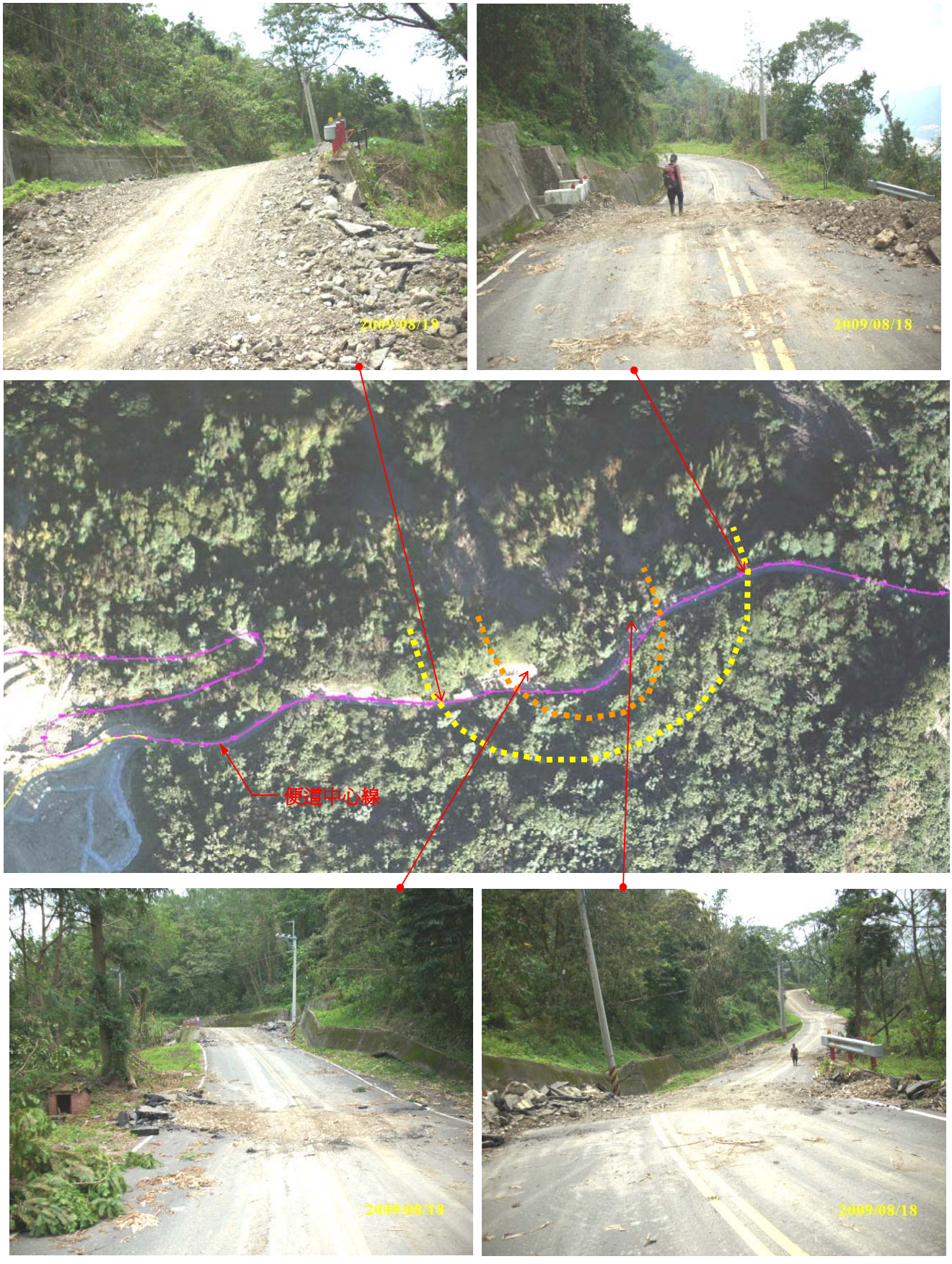


圖 5.13　藤枝 5.4K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 5.4K 崩塌地之既有鑽探成果

（1）在規劃設計東龜山周邊災後復建工程之前，屏東處於藤枝 5.4K 崩塌地周邊規劃進行地質鑽探工作，其鑽探鑽孔配置與鑽探深度彙整詳圖 5.14。

（2）藤枝 5.4K 崩塌地之既有鑽探工作，依據現場鑽探資料與實驗室實驗結果，可分析及研判出各鑽孔岩層分佈情形，依鑽探與試驗資料說明各層土岩分佈情形及一般特性如下：

（一）E1-E2 剖面（詳圖 5.15）：表層爲棕黃至棕灰色風化土層或崩積層，常夾棕黃色黏土與大量岩塊，厚度介於 15.2m 至 30.0m 間，第 2 層爲黑灰色至棕灰色嚴重至中度破碎硬頁岩層，多沿劈理碎裂，節理面常有鏽染現象，厚度介於 11.8m 至 16.8m 間，RQD 多介於 0 至 30%間，最下層至最大鑽探深度 55m 止爲爲黑灰色至灰色輕度風化至完整新鮮硬頁岩，節理面局部有鏽染現象，RQD 介於 50 至 90%間。

（二）E4-E5-E6 剖面（詳圖 5.16）：表層爲棕黃至棕灰色風化土層或崩積層，常夾棕黃色黏土與大量岩塊，厚度介於 12.0m 至 24.2m 間，第 2 層爲黑灰色至棕灰色嚴重至中度破碎硬頁岩層，多沿劈理碎裂，節理面常有鏽染現象，厚度介於 11.8m 至 16.8m 間，RQD 多介於 0 至 30%間，最下層至最大鑽探深度 55m 止爲爲黑灰色至灰色輕度風化至完整新鮮硬頁岩，節理面局部有鏽染現象，少數節理有石英充填，RQD 介於 40 至 100%間。

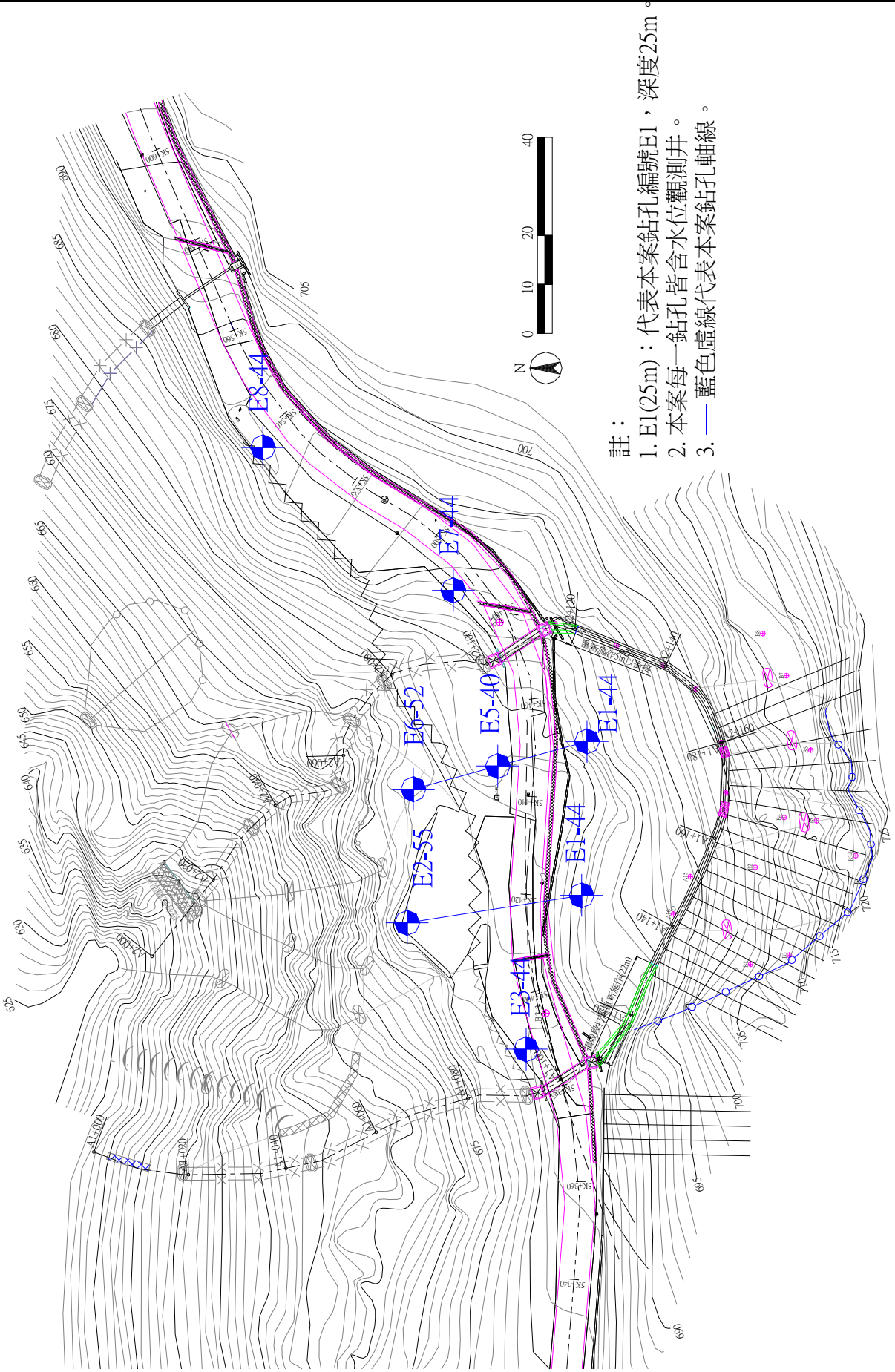


圖 5.14　藤枝 5.4K 崩塌地之既有鑽探鑽孔配置與鑽探深度彙整圖

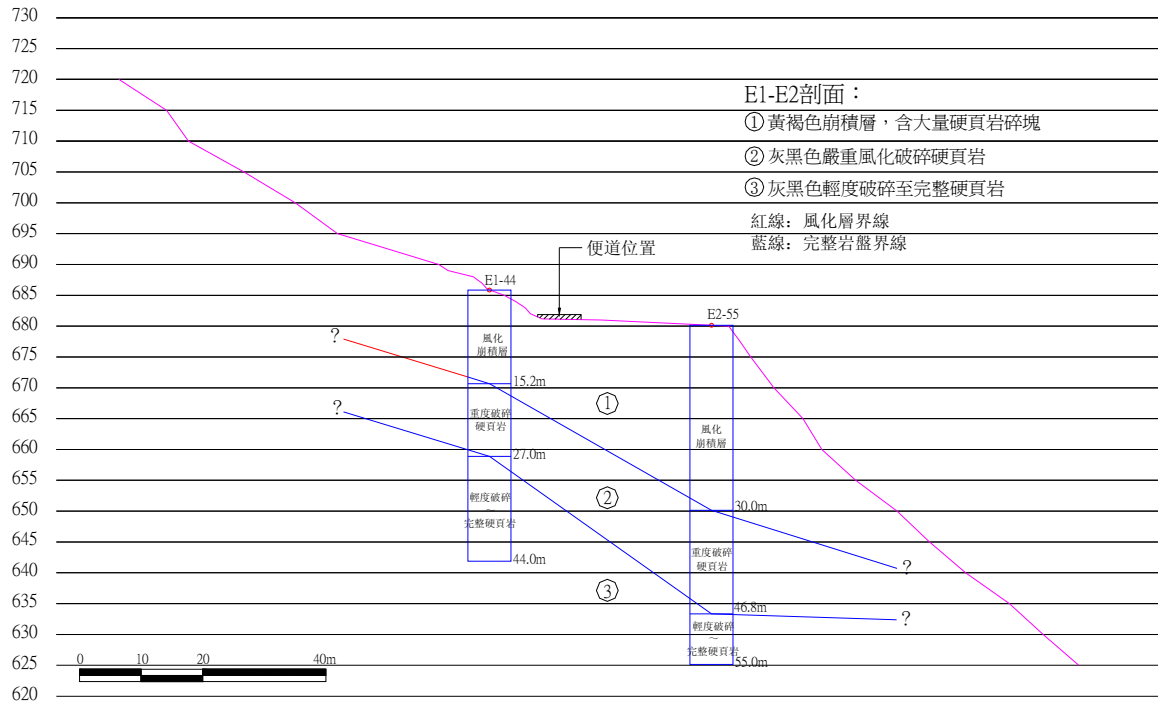


圖 5.15　藤枝 5.4K 崩塌地 E1-E2 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖

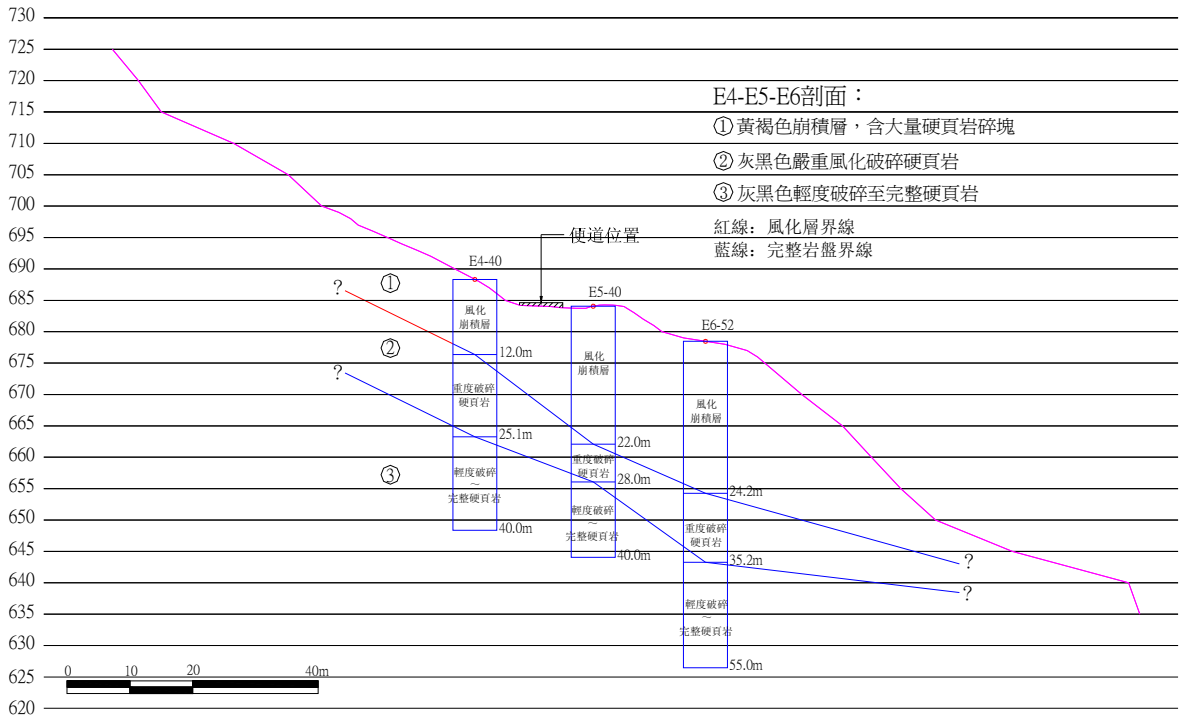
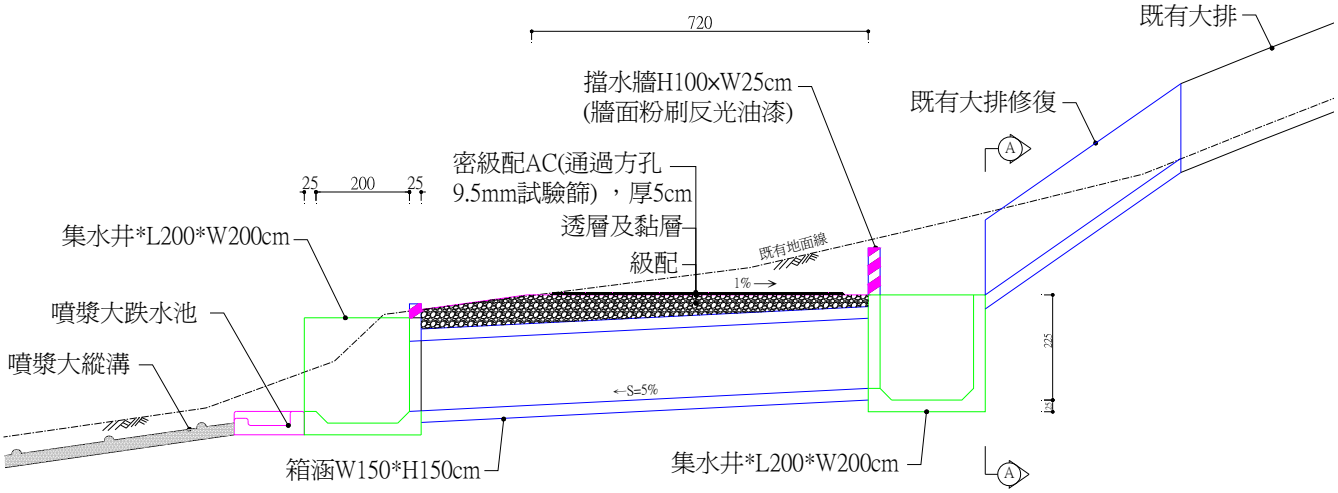


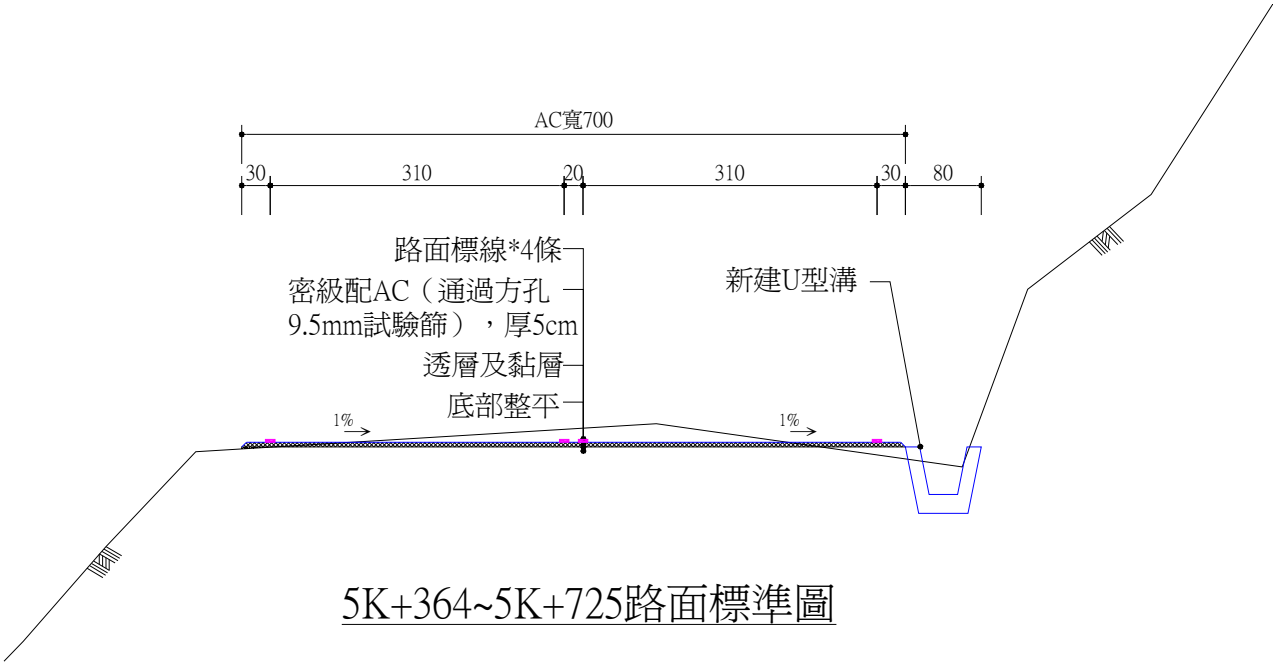
圖 5.16　藤枝 5.4K 崩塌地 E4-E5-E6 剖面之各孔地層分佈與簡化岩層圖

（三）藤枝 5.4K 崩塌地之在建工程簡介

（1）花果山周邊災害復建工程：施做藤枝林道 5.4K(詳圖 5.19)至 7.5K，共計包含藤枝林道 5.4K、6.3K、7.3K、與 7.5K 工區。於藤枝 5.4K 工區施做路基復原（詳圖 5.17）、邊坡水平透水管、既有大排修復、橫向截水溝截水、崩坍地冠部邊緣保護工、集水井與噴漿縱橫溝導水、新鋪 AC 面層與透黏層、預力地錨 70T 等工項，工期 180 工作天，已於 99 年 4 月 7 日開工，預計 99 年 9 月底完工。



集水井與箱涵改建示意圖



5K+364~5K+725路面標準圖

圖 5.17　花果山周邊災害復建工程之在建標準斷面圖

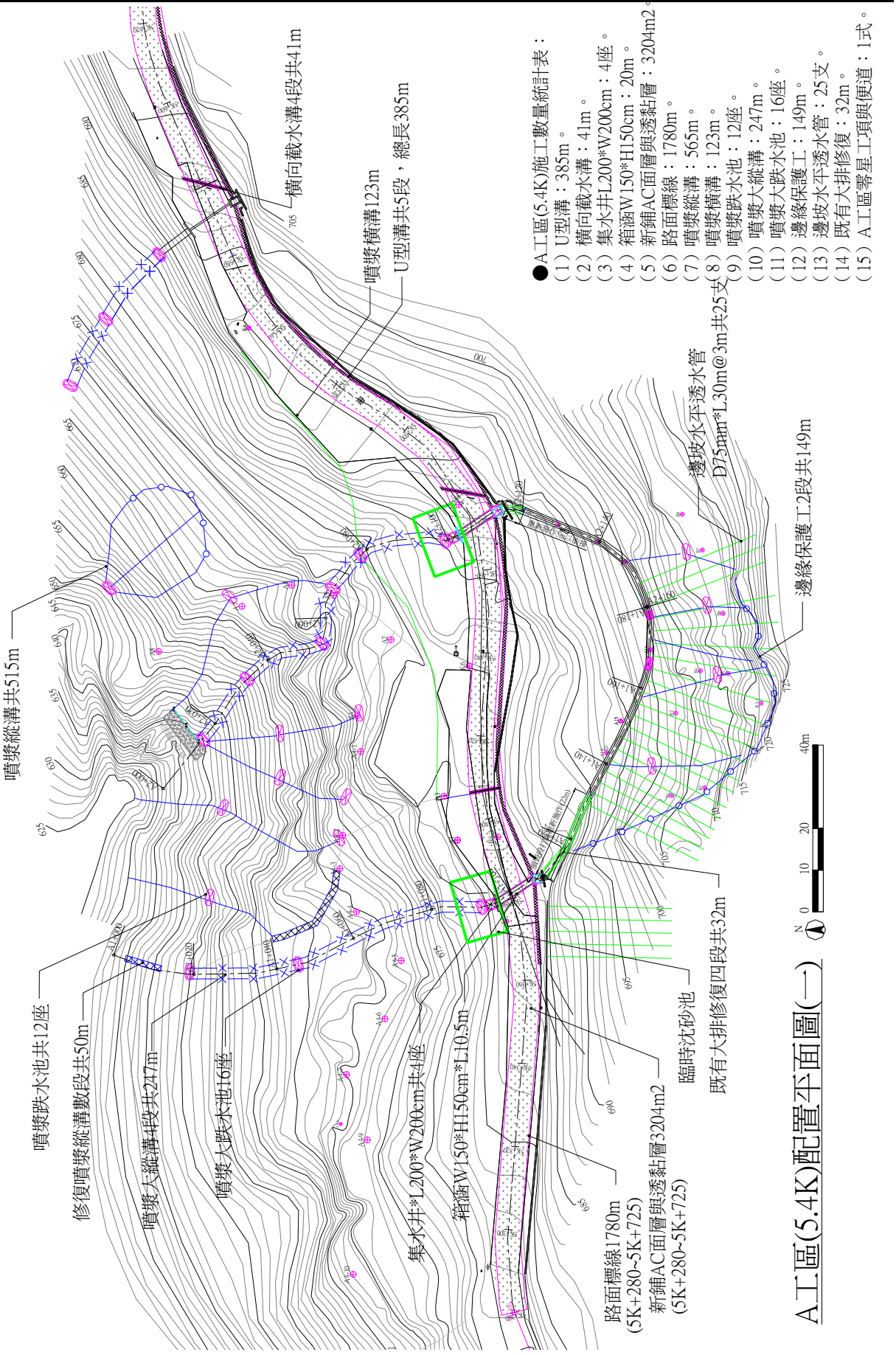
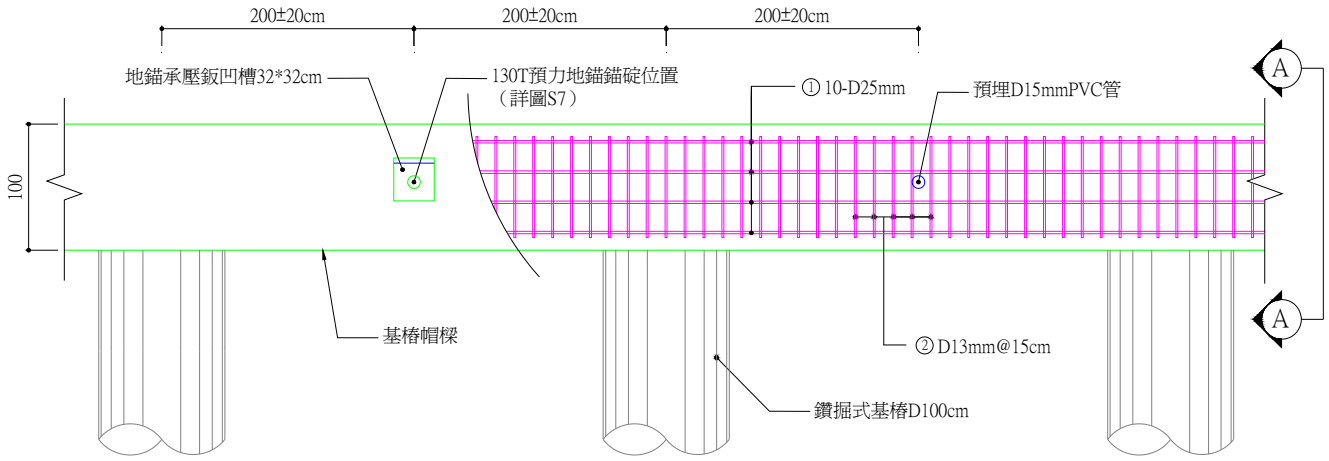


圖 5.18　藤枝 5.4K 崩塌地之花果山案在建工程之在建配置平面圖

（2）東龜山周邊災後復建工程：施做藤枝林道 5.4K（詳圖 5.20）至 11.2K 區段，包含藤枝林道 5.4K、7.6K、8.5K、9.8K 與 11.2K 工區，於藤枝 5.4K 工區施做塌地抗滑基樁與帽樑（詳圖 5.19）、施工成果監測系統建置與觀測、便道加強維護鋼軌樁打設與路基復原、鋼鈑牆與土方回填、橫向截水溝截水、集水井與噴漿縱橫溝導水、新鋪 AC 面層與透黏層、裸露坡面撒播草籽護坡等工項，工期 150 工作天，預計 99 年 7 月中旬開工，預計 100 年 1 月底完工。





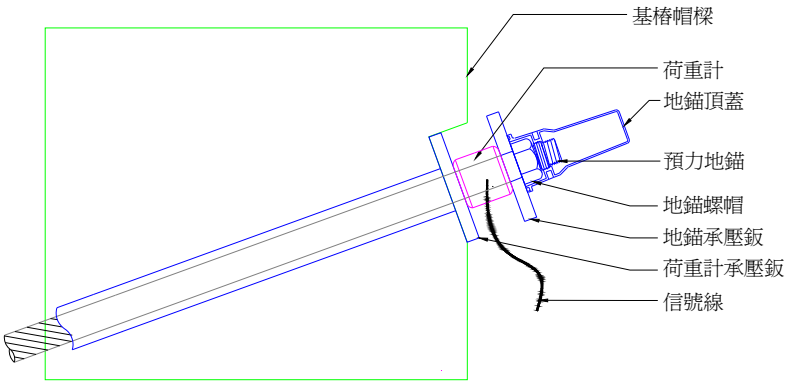


圖 5.19　藤枝林道 5.4K 地錨與基樁帽樑正剖立面圖與監測系統示意圖

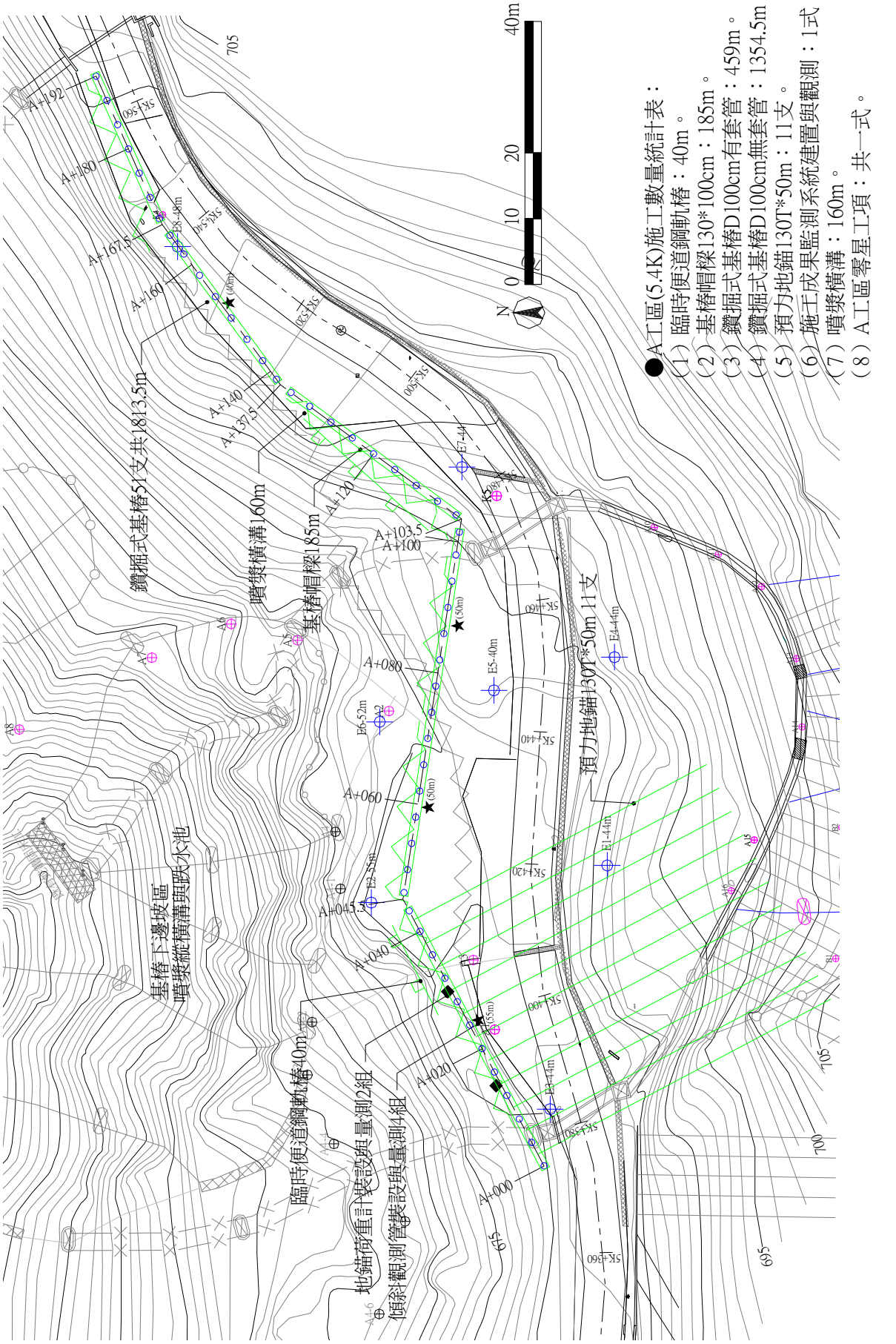


圖 5.20　藤枝 5.4K 崩塌地之東龜山案在建工程施工配置平面圖

（四）藤枝 5.4K 崩塌地之短中長期復建規劃

（1）有關藤枝 5.4K 崩塌地之短期與中期復建規劃，考量此段林道路基尚屬穩定，且下邊坡緊鄰另案鑽掘式基樁工程施工工區，故短期與中期復建暫時無規劃施做工程，以免多件工程同一工區相互干擾，且建議待後續階段視其地滑潛勢整治成效，評估是否增做型框或格樑護坡工等高強度護坡設施，並進場維護既有坡面縱橫溝局部損壞區段。

（2）藤枝林道 5.4K 路基下方坑溝，已協調由水土保持局負責調查規劃與設計施工，且位於水土保持局與屏東處治理界線之坑溝中游段，坑溝底皆為穩定岩盤坑溝，故本案擬不計畫進行此坑溝之整治規劃（原屬長期復建規劃部分）。

（3）藤枝 5.4K 周邊林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度與曲線坡度等主要項目皆符合，但平均坡度 10%之規範長度限制為 100m，本案坡長 180m「不符合」，將於林道入口設立告示牌只准中型 20 人巴士與以下車輛通行，禁止遊覽車與大貨車等大型車進入林道。

（4）目前便道線型原則上依舊有道路線型進行復建，惟該區域屬地滑潛勢區域，日後道路復建完成後已規劃設置「施工成效監測儀器」，如傾斜管、地錨荷重計等監測設施，檢視地滑潛勢整治是否有所達成預期目標，並持續定期監測與保持長期監測。

（五）藤枝 5.4K 崩塌地之水理分析

藤枝 5.4K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算既有渠道水理分析：既有渠道通洪斷面為底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 117 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面為 W150*H150cm，通洪斷面有效水高大於 139 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

六）藤枝 5.4K 崩塌地復建之用地計畫

藤枝 5.4K 土地權屬套繪詳圖 3.12，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。本工區用地相關之地號爲六龜鄉花菓段 113、114、117、118 地號總計 4 筆（詳圖 5.21 與表 5.4，有關局部改線用地將。其土地權屬均屬於中華民國，且管理者爲行政院農業委員會林務局，因此無用地問題。

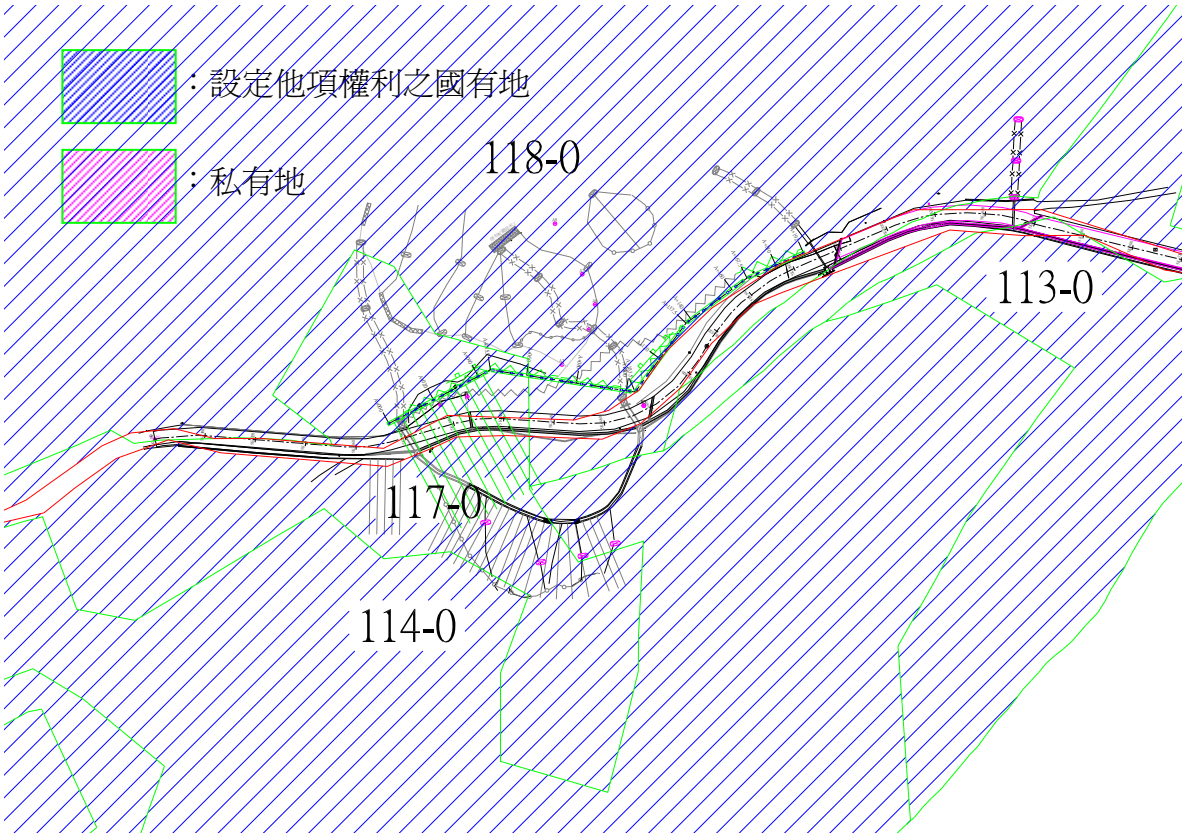


圖 5.21　藤枝 5.4K 崩塌地復建規劃與地籍圖套繪成果

表 5.4　藤枝 5.4K 崩塌地復建規劃之用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
六龜鄉	花菓段	113	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	花菓段	114	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	花菓段	117	中華民國	行政院農業委員會林務局	
六龜鄉	花菓段	118	中華民國	行政院農業委員會林務局	

5.4 藤枝 9.0K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 9.0K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 9.0K 邊坡現況詳圖 5.22，圖中顯示既有便道上邊坡坡面大面積流失，邊坡裸露且存在大量不穩定土石，加上地勢陡峭常有土砂崩落現象。雖然該處道路上邊坡岩盤已出露，但表層風化情形嚴重，易有落石情形發生，影響用路人之通行安全。

（2）用地問題：藤枝 9.0K 沿線周邊均屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.13，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有「他項權力」，因此道路復建在有時效前提下用地取得爲重要復建課題。由圖 5.22 顯示，目前便道與過去舊有道路中心約偏離 10 公尺，且目前便道行經之土地均爲私有土地，因此該崩塌地未來在復建時需特別注意用地取得之對象、期程及範圍，儘可能於施工前即取得土地使用權，避免因用地問題造成道路復建之阻礙。

（3）大範圍坑溝崩塌：藤枝 9.0K 崩塌地造成藤枝林道 70 公尺流失，其中 9K+020~9K+080 位於主坑溝通過位置，道路現況詳圖 5.23；目前崩塌地上邊坡坡面仍堆積大量不穩定土石，既有便道路基構築於崩積土層，部份路段行經舊有道路上邊坡擋土牆。近期每逢大雨，該路段落石不斷，大量土石沿坑溝沖刷而下嚴重阻礙交通，路基也因雨水沖蝕造成路面凹陷、開裂。因此日後道路復建考量上述環境限制時，新建構造物儘可能避開或跨越主坑溝，確保構造物在災害發生時，洪水、土石、枯木可以無礙通過，災害後經檢查構造物無安全上之顧慮，即可恢復交通。

（4）冠部農路排水：崩塌地冠部農路排水與放流亦造成坡面沖蝕之主因；當降下豪雨時，地面逕流水匯集於農路，並於轉彎處溢流沖蝕下邊坡，由最初之沖蝕溝持續刷深，使坑溝兩側坡面失去支撐而引致大規模崩塌。爲解決不穩定之邊坡，農地墾植之水土保持及農路排水、放流爲首要解決之難題。



圖 5.22　藤枝 9.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 9.0K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，短期復建規劃之配置示意詳圖 5.24。

（2）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

（3）圖 5.22 照片爲藤枝 9.0K 便道現況，多數路段以預鑄紐澤西護欄塊做下邊坡防護，少數區段則以鋼軌樁做爲便道路基擋土設施，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.23 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定。此外，崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、挖降與調整目前便道路基縱向坡度，皆爲短期復建重要課題。

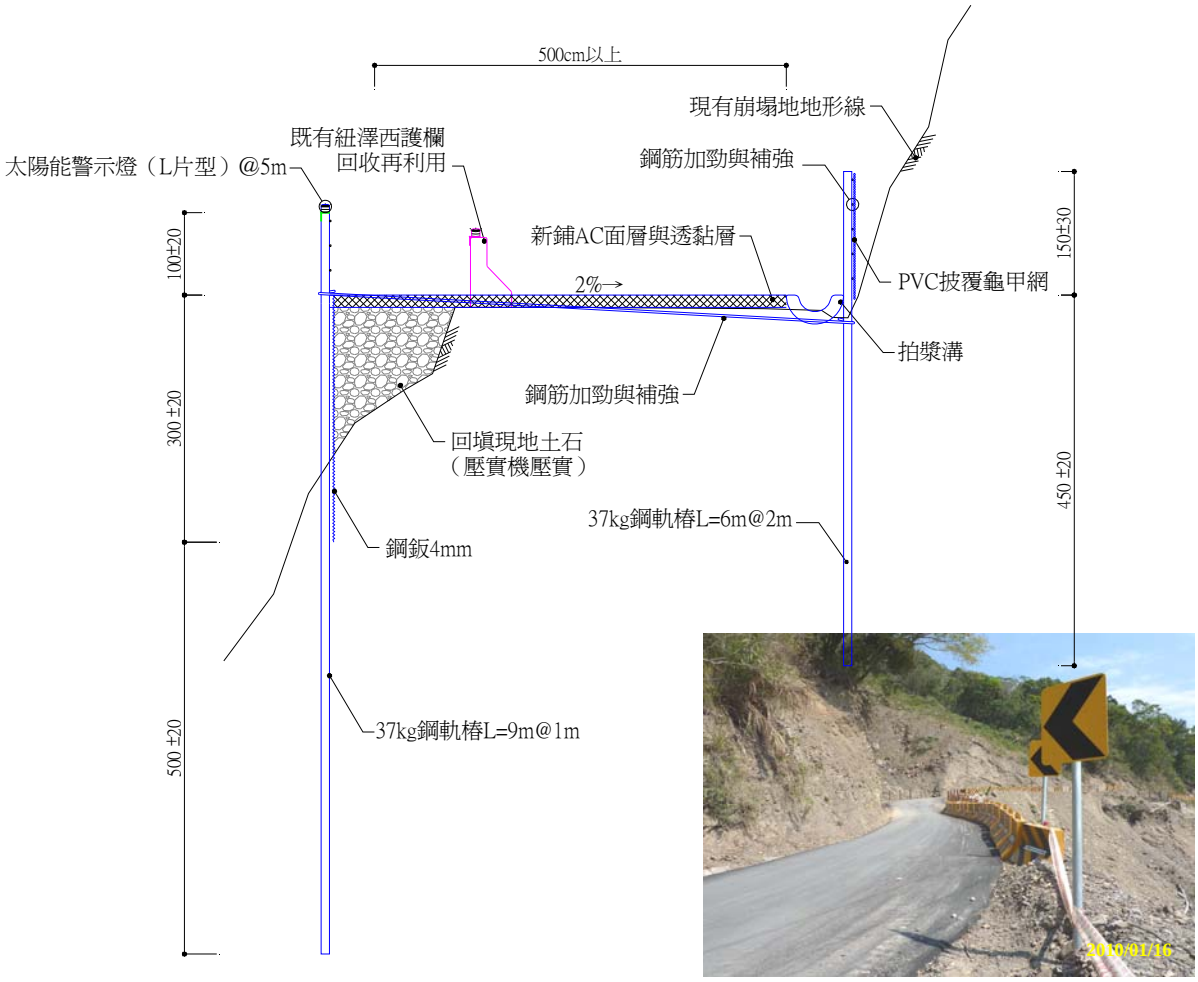


圖 5.23　藤枝 9.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式

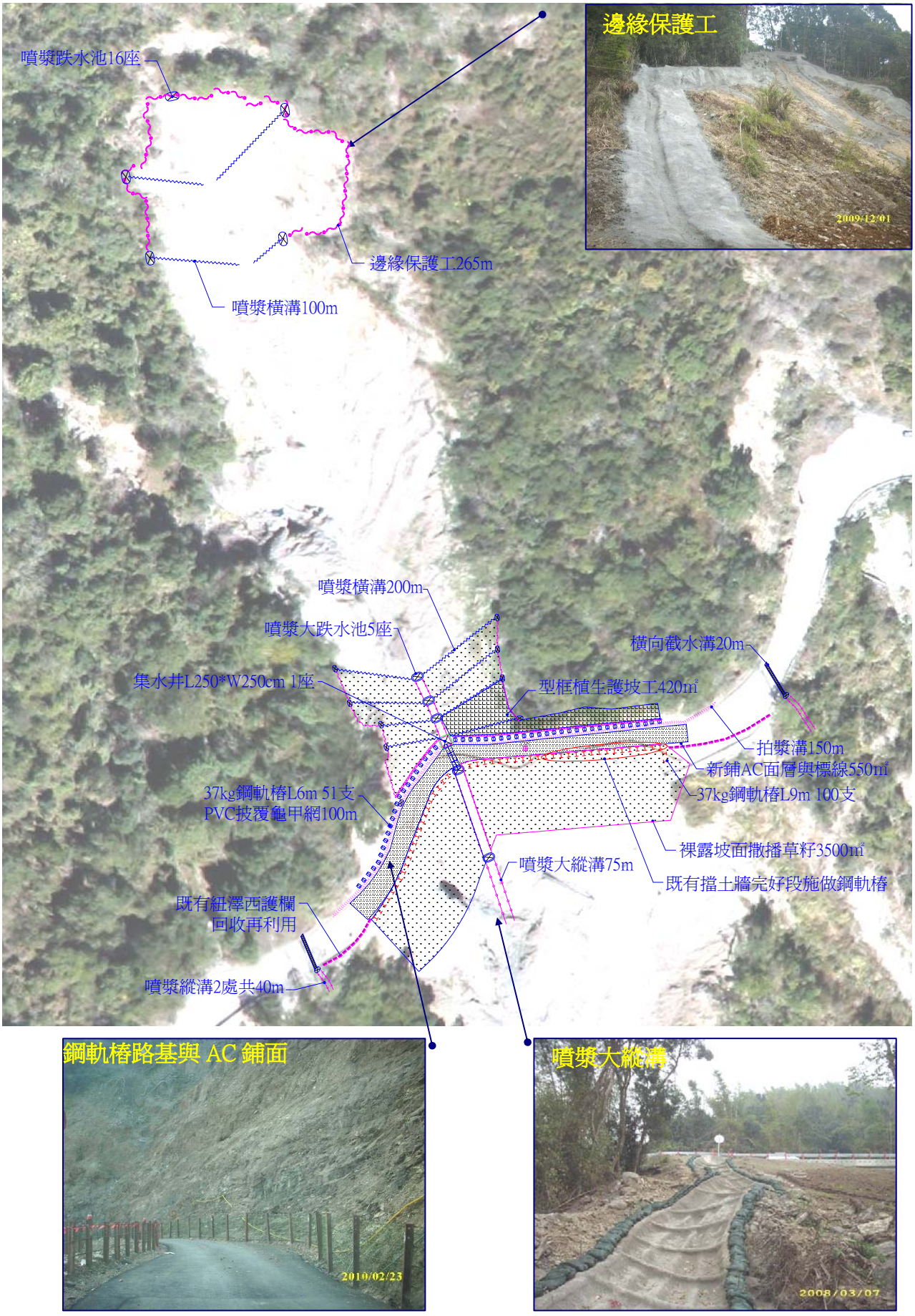


圖 5.24　藤枝 9.0K 短期復建規劃之配置示意圖

（4）林道沿線常見邊坡沖蝕導致土石崩積路面或路基流失災害，類似圖 5.30 之下邊坡衝蝕災害，爲邊溝常見「無尾溝」型式，規劃於沖蝕嚴重段施作噴漿縱溝控制沖蝕，示意照片詳圖 5.25 上圖所示。圖 5.25 下圖則爲 RC 涵管上游端增設 RC 集水井示意圖，以強化 RC 涵管抗沖蝕性。

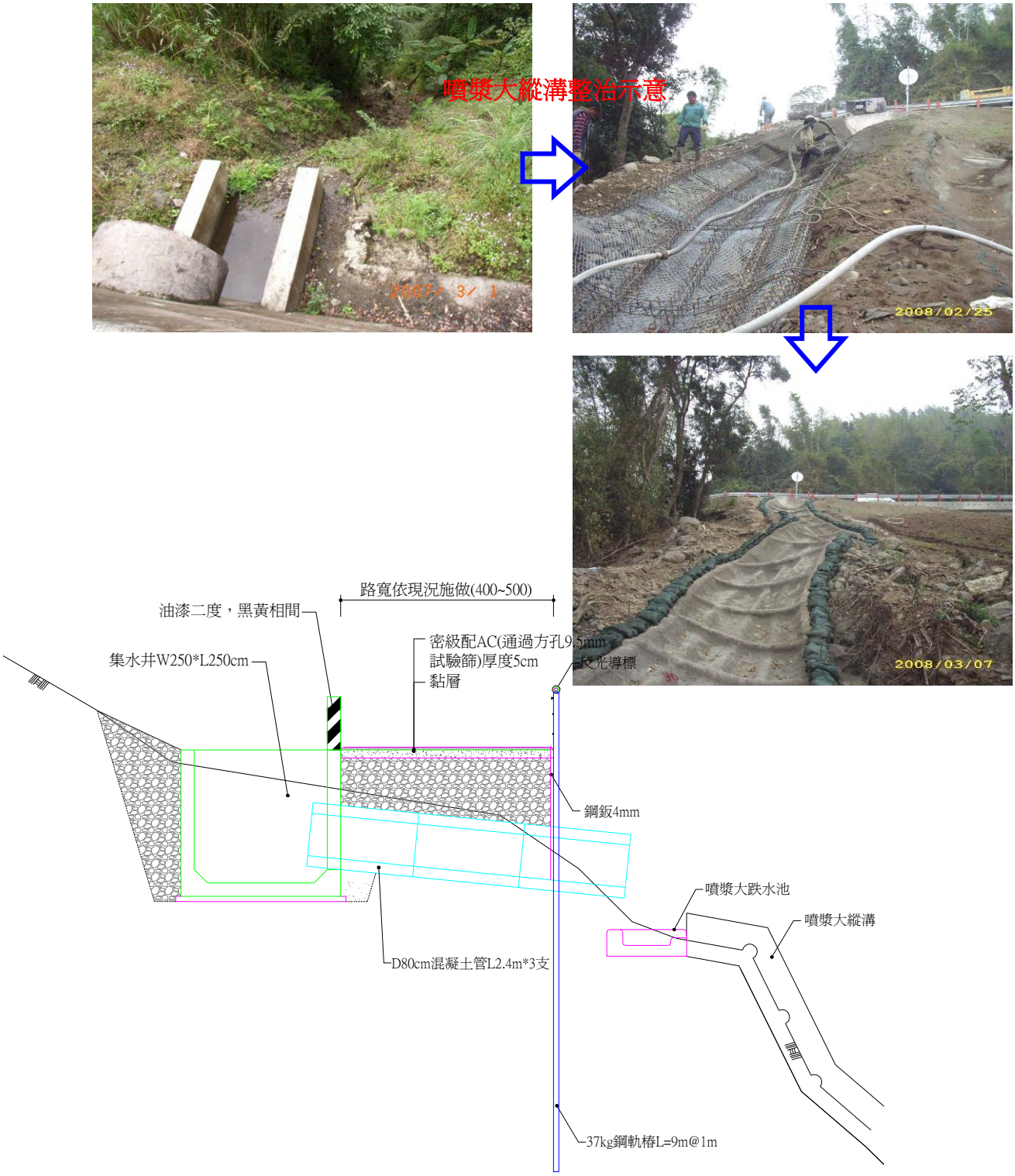


圖 5.25　下邊坡噴漿大縱溝整治規劃與增設集水井示意圖

（三）藤枝 9.0K 崩塌地之中期復建規劃

（1）若屏東處可籌湊約 1500 萬經費，且施工期程可配合遊樂區開園時程之條件下，本區亦可評估直接展開中期復建工程（部分短期復建之護坡工規劃需併入本期執行），規劃以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構（構想詳圖 5.26）：擋土牆下方增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

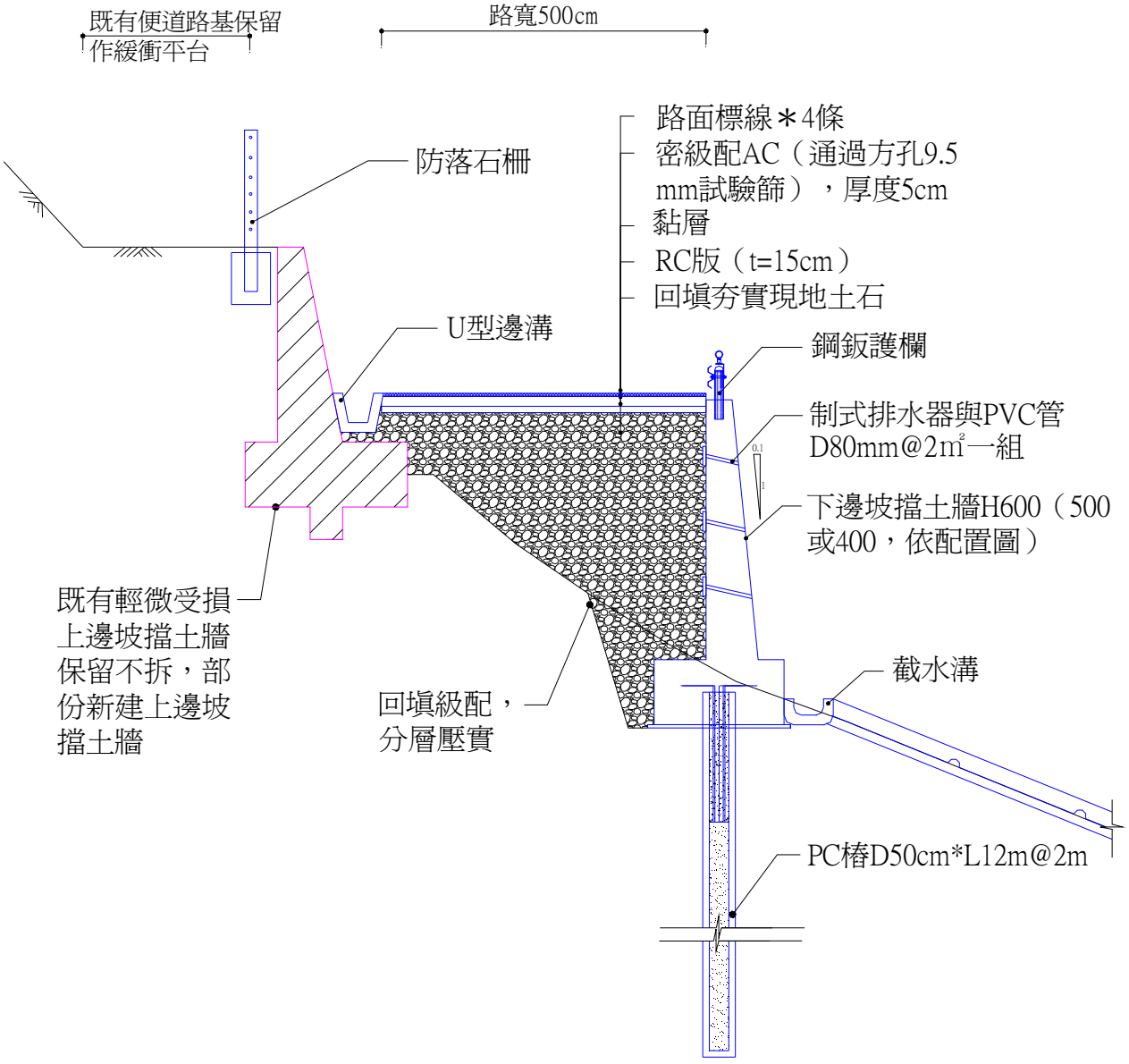


圖 5.26　藤枝 9.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面



圖 5.27　藤枝 9.0K 中期復建規劃之平面配置圖

（四）藤枝 9.0K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 9.0K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.28。

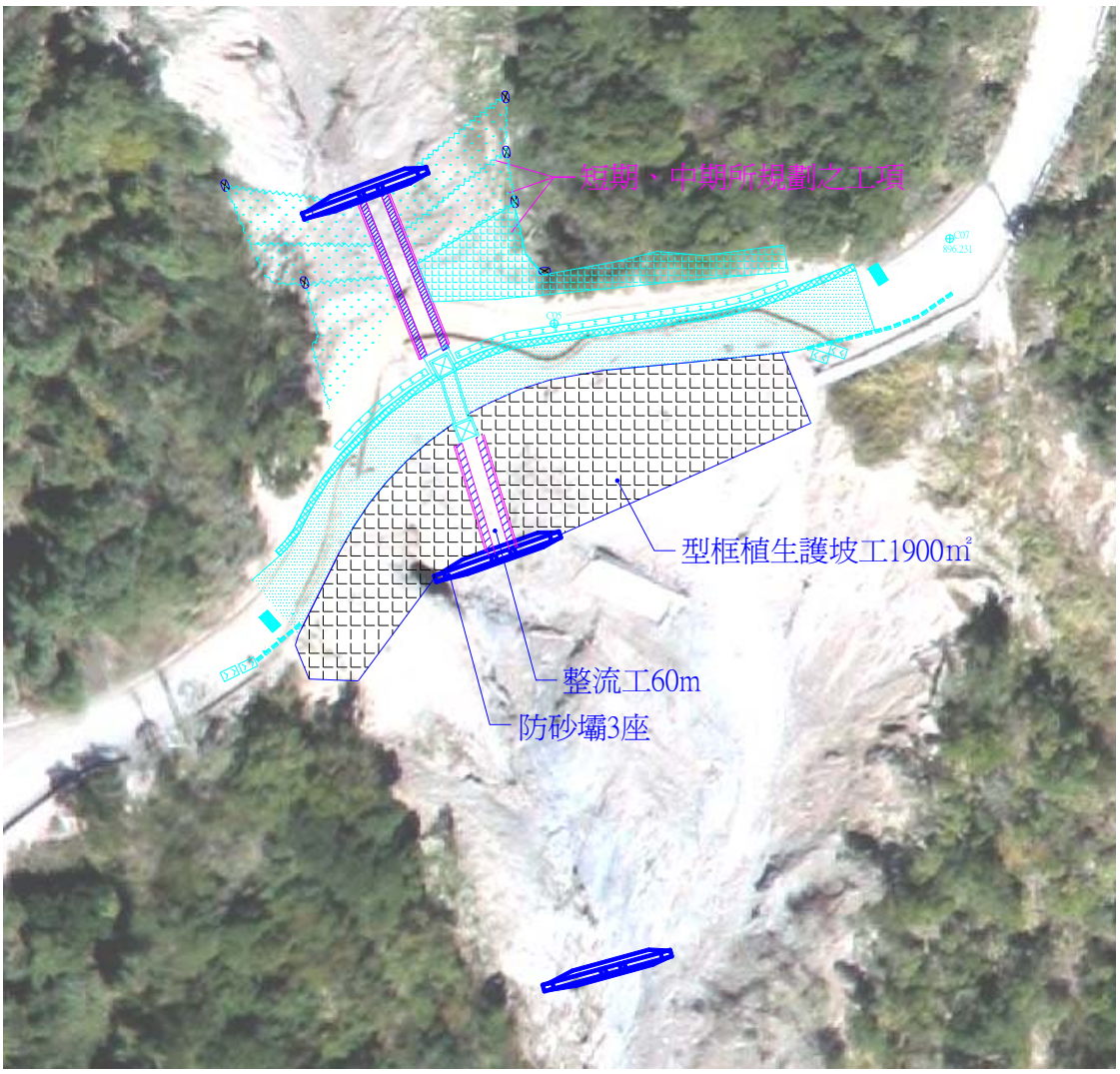






圖 5.28　藤枝 9.0K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 9.0K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 6,564,700 元，中期補強規劃經費爲 11,586,200 元，長期補強規劃經費爲 16,713,200 元。

（六）藤枝 9.0K 崩塌地之水理分析

藤枝 9.0K 水理計算詳附錄二：

（3）檢算計劃渠道水理分析：計劃渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之有效水高大於 139 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（4）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 135 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 9.0K 崩塌地之用地計畫

藤枝 9.0K 土地權屬套繪詳圖 3.13，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉寶山段 387、412、416、417 地號總計 4 筆（詳圖 5.29 與表 5.5），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則**。

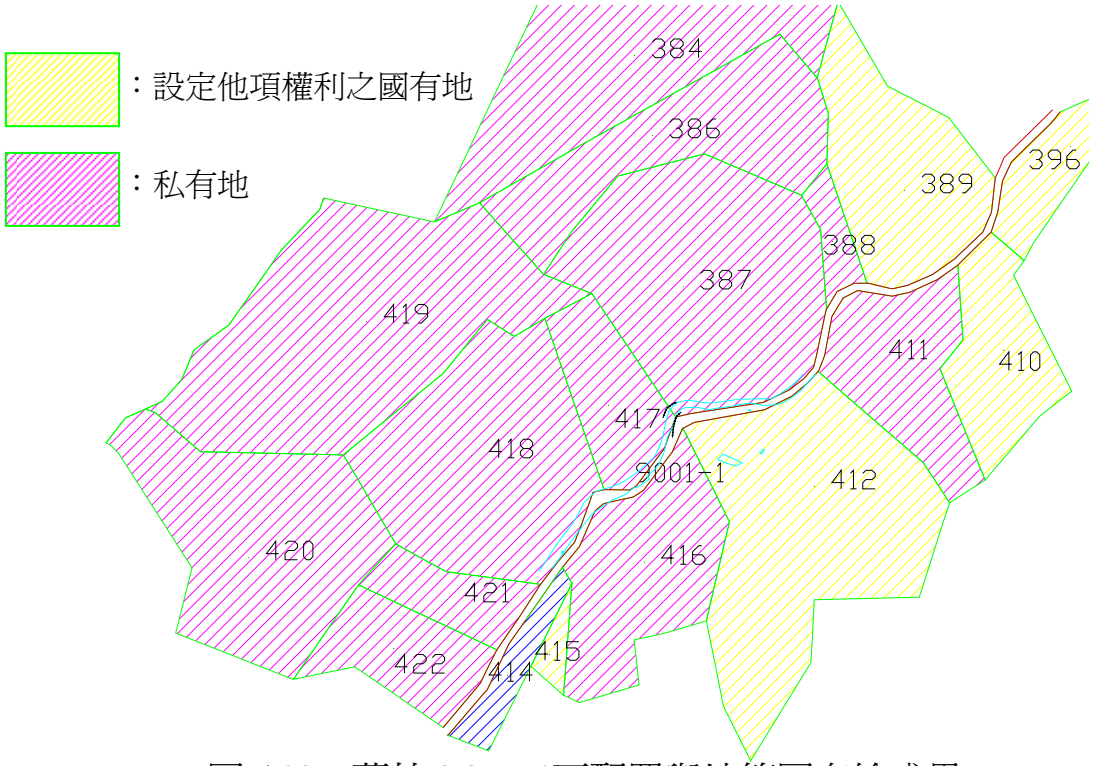


圖 5.29　藤枝 9.0K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.5　藤枝 9.0K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	387	柯○發		
桃源鄉	寶山段	412	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	寶山段	416	洪○典		
桃源鄉	寶山段	417	陳○明		

5.5 藤枝 10.0K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 10.0K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 10.0K 邊坡現況詳圖 5.30。圖中顯示既有便道上邊坡坡面裸露且存在大量不穩定土石，風化情形嚴重加上地勢陡峭常有落石、土砂崩落現象。崩塌地冠部為農地墾殖，表層覆蓋鬆散之風化土石，崩塌材料來源豐富，且地表有錯動開裂情形，當雨水持續沖蝕裸露坡面、灌入裂縫，易造成坡面二次崩塌。



圖 5.30　藤枝 10.0K 邊坡現況

（2）用地問題：藤枝 10.0K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.14，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得為主要問題。

（3）大範圍坑溝崩塌：藤枝 10.0K 冠部因農地墾植，坡面匯集大量雨水沖蝕邊坡，造成坡面大面積崩塌。圖 5.39 顯示該路段路基已岩盤出露，因此部份路段僅遭土石掩埋，目前便道線形與舊有道路線形無明顯差異，惟坑溝流經處有路基流失情形。

（4）該工區道路短期以丙種林道規格進行復建，所要求規格均能符合，但坡面穩定仍為該工區主要問題；冠部農地之水土保持、裸露坡面植生復育及崩塌地邊緣之保護工為必要之措施。

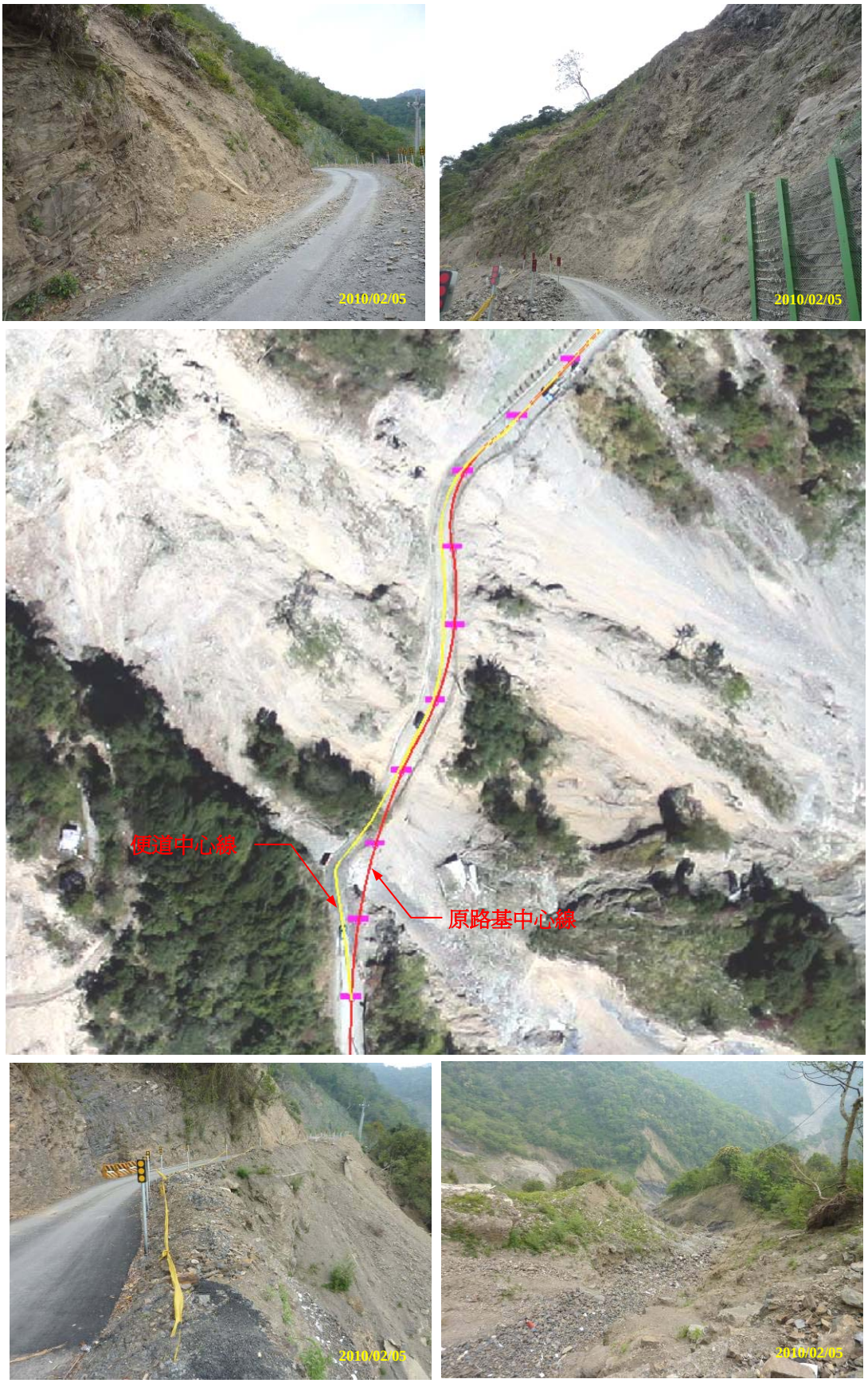


圖 5.31　藤枝 10.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 10.0K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 10.0K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.33。

（2）圖 5.39 照片爲藤枝 10.0K 臨時便道現況，多數路段以三聯式反光導標桿做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.32 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定，配合崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、調整目前便道路基縱向坡度等。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

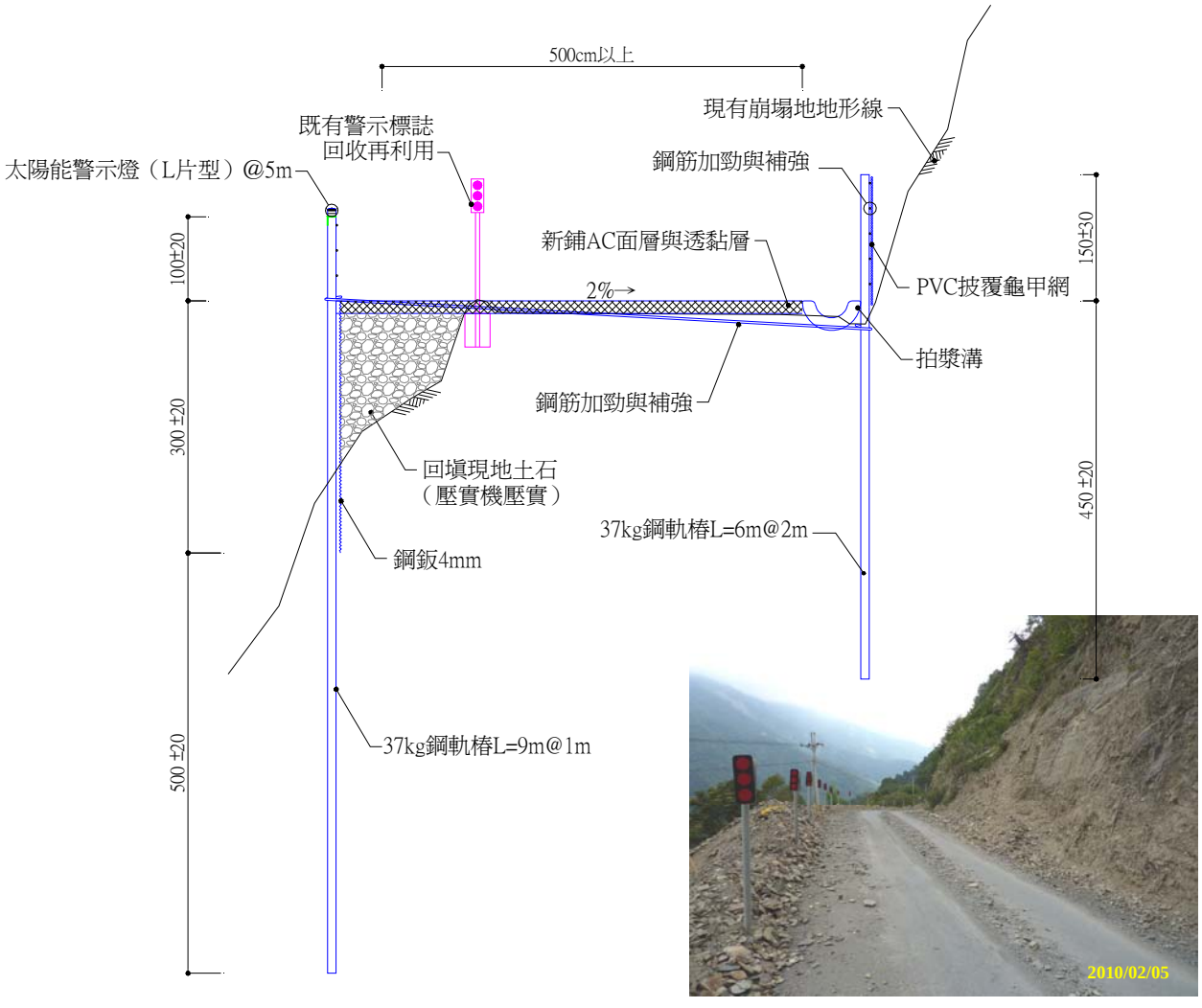


圖 5.32　藤枝 10.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式

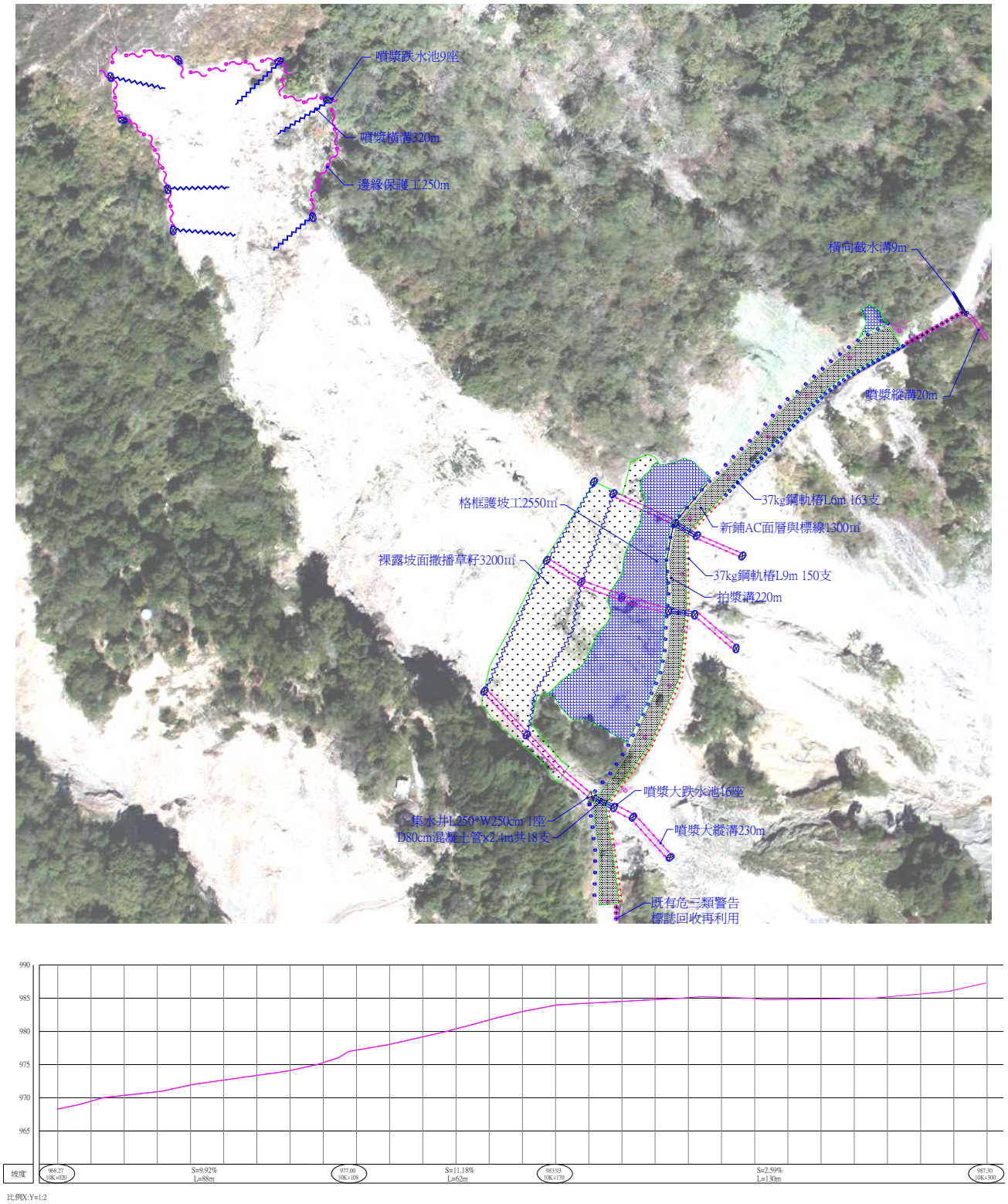


圖 5.33　藤枝 10.0K 路基短期復建規劃之配置示意圖

（三）藤枝 10.0K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 10.0K 中期復建規劃（構想詳圖 5.34）：以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

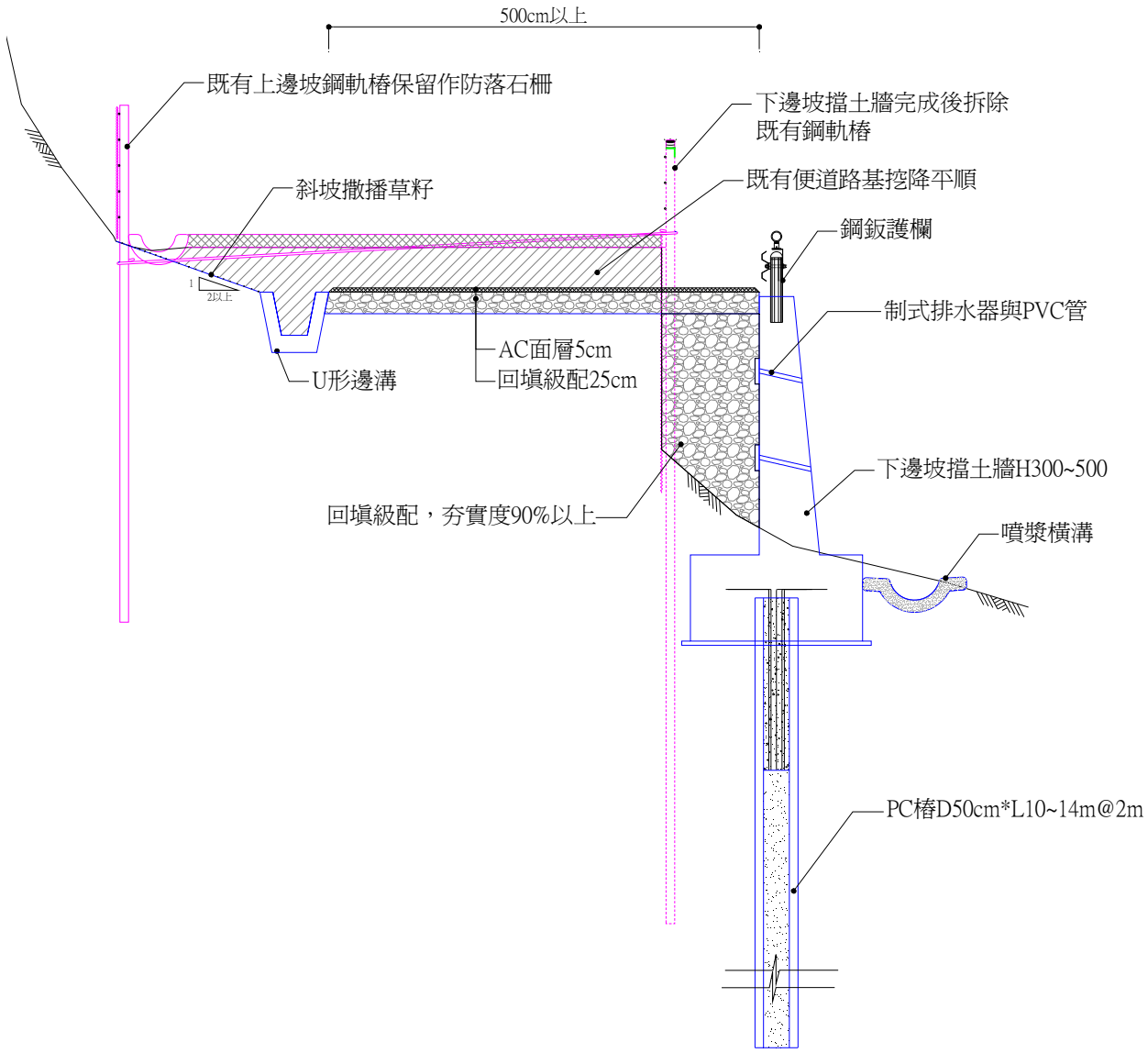


圖 5.34　藤枝 10.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面



圖 5.35　藤枝 10.0K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 10.0K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 10.0K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.36。

（2）本區崩坍地因地勢陡峭，除了局部崩積土留在坡面上外，坡面大部分爲破碎岩盤，後續工程規劃以林道下邊坡裸露坡面施做格框護坡工護坡（詳圖 5.36），增加林道路基穩定性，細設階段需再評估格框護坡工可行性，遠方坑溝長期復建併入 10.6K 長期復建辦理。



圖 5.36　藤枝 10.0K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 10.0K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 15,337,800 元，中期補強規劃經費爲 25,540,200 元，長期補強規劃經費爲 7,603,300 元。

（六）藤枝 10.0K 崩塌地之水理分析

藤枝 10.0K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算既有渠道水理分析：既有渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 140 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 113 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 10.0K 崩塌地之用地計畫

藤枝 10.0K 土地權屬套繪詳圖 3.14，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。如既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉寶山段 285、286、290、371、372 地號總計 5 筆（詳圖 5.37 與表 5.6），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則**。

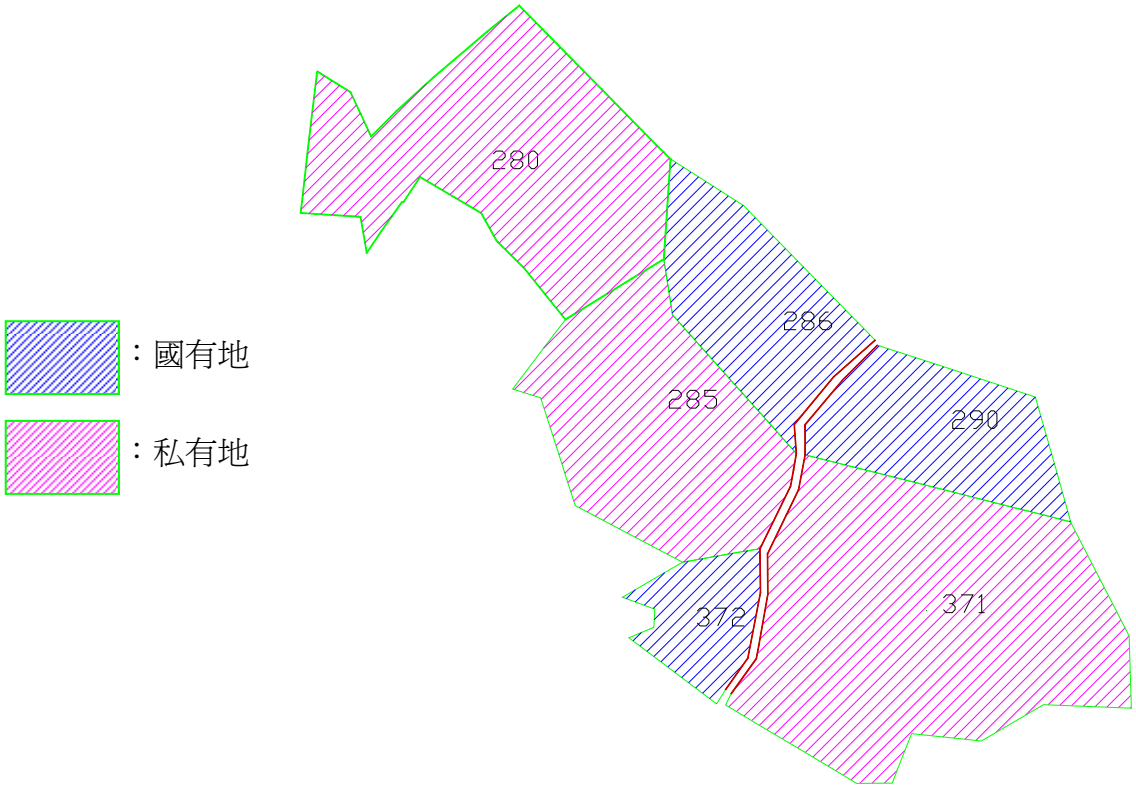


圖 5.37　藤枝 10.0K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.6　藤枝 10.0K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	280	杜○		
桃源鄉	寶山段	285	卓○勝		
桃源鄉	寶山段	286	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	290	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	371	謝○豪		
桃源鄉	寶山段	372	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利

5.6 藤枝 10.6K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 10.6K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 10.6K 邊坡現況詳圖 5.38。圖中顯示既有便道上邊坡坡面裸露且存在大量不穩定土石，加上地勢陡峭常有落石、土砂崩落現象。目前坡面已先行施作簡單刷坡與開設階段平台，暫時穩定坡面，減緩落石現象。





圖 5.38　藤枝 10.6K 上邊坡現況

（2）用地問題：藤枝 10.6K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.14，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力，因此道路復建在有時效前提下用地取得爲主要問題。

（3）大範圍坑溝崩塌：藤枝 10.6K 崩塌地造成藤枝林道 220 公尺流失，其中 10K+480~10K+600 位於主要坑溝通過位置，道路現況詳圖 5.48；目前崩塌地上邊坡坡面仍堆積大量不穩定土石，既有便道路基構築於崩積土層，且路基附近岩盤尚未出露研判有繼續刷深之虞。日後道路復建考量上述環境限制，新建構造物儘可能避開主坑溝，確保構造物在災害發生時，洪水、土石可以無礙通過，災害後經檢查構造物無安全上之顧慮，即可恢復交通。

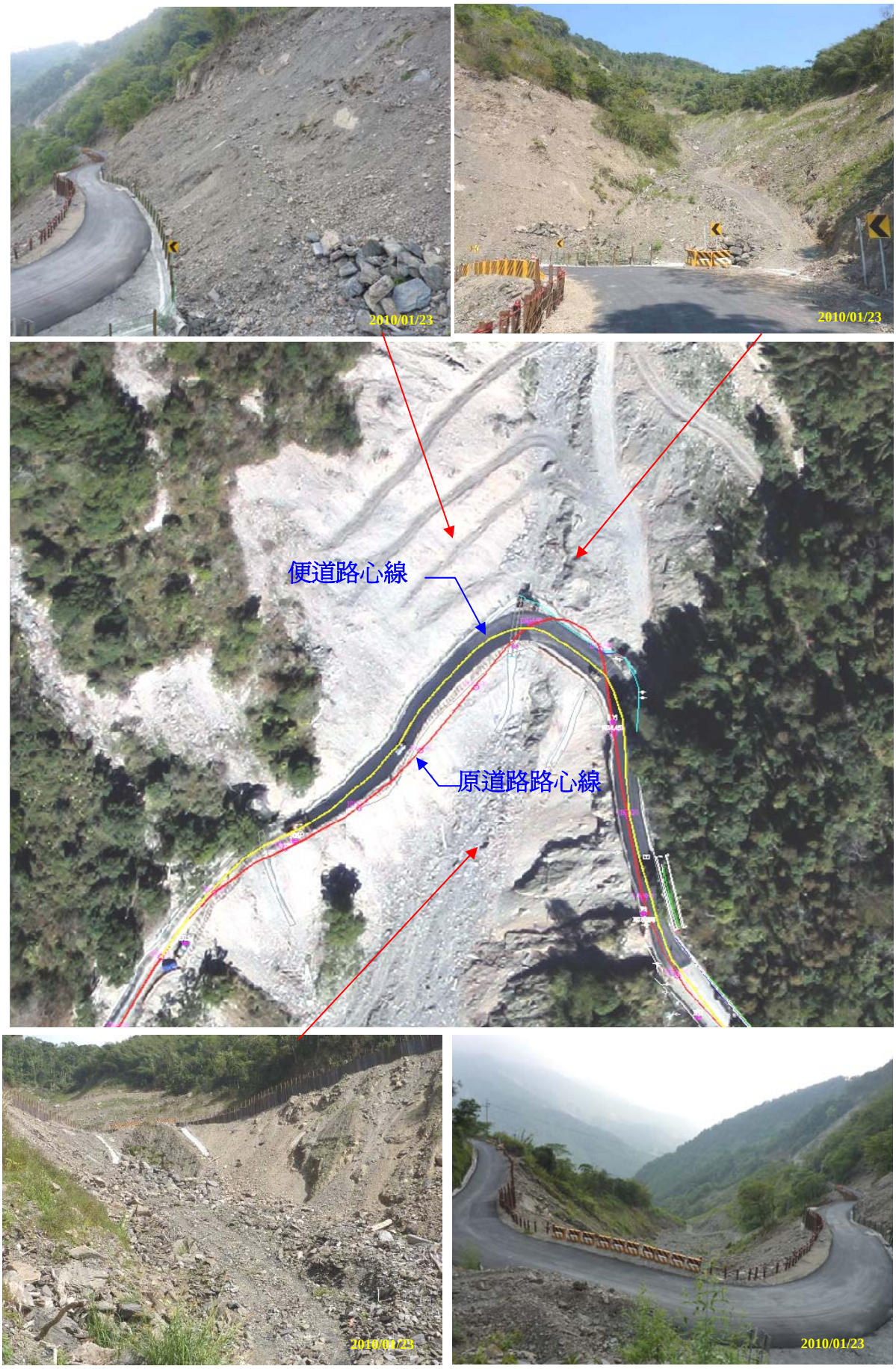


圖 5.39　藤枝 10.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 10.6K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期補強規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，短期復建規劃之配置示意詳圖 5.41。

（2）圖 5.48 照片爲藤枝 10.6K 便道現況，多數路段以雙側鋼軌樁作便道路基，少數路段路基之穩定性稍差，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.40 所示，主要以鋼軌樁補強便道路基下邊坡穩定，配合崩塌邊坡護坡工與落石防護、改善周邊路面邊溝與坡面排水、挖降與調整目前便道路基縱向坡度。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

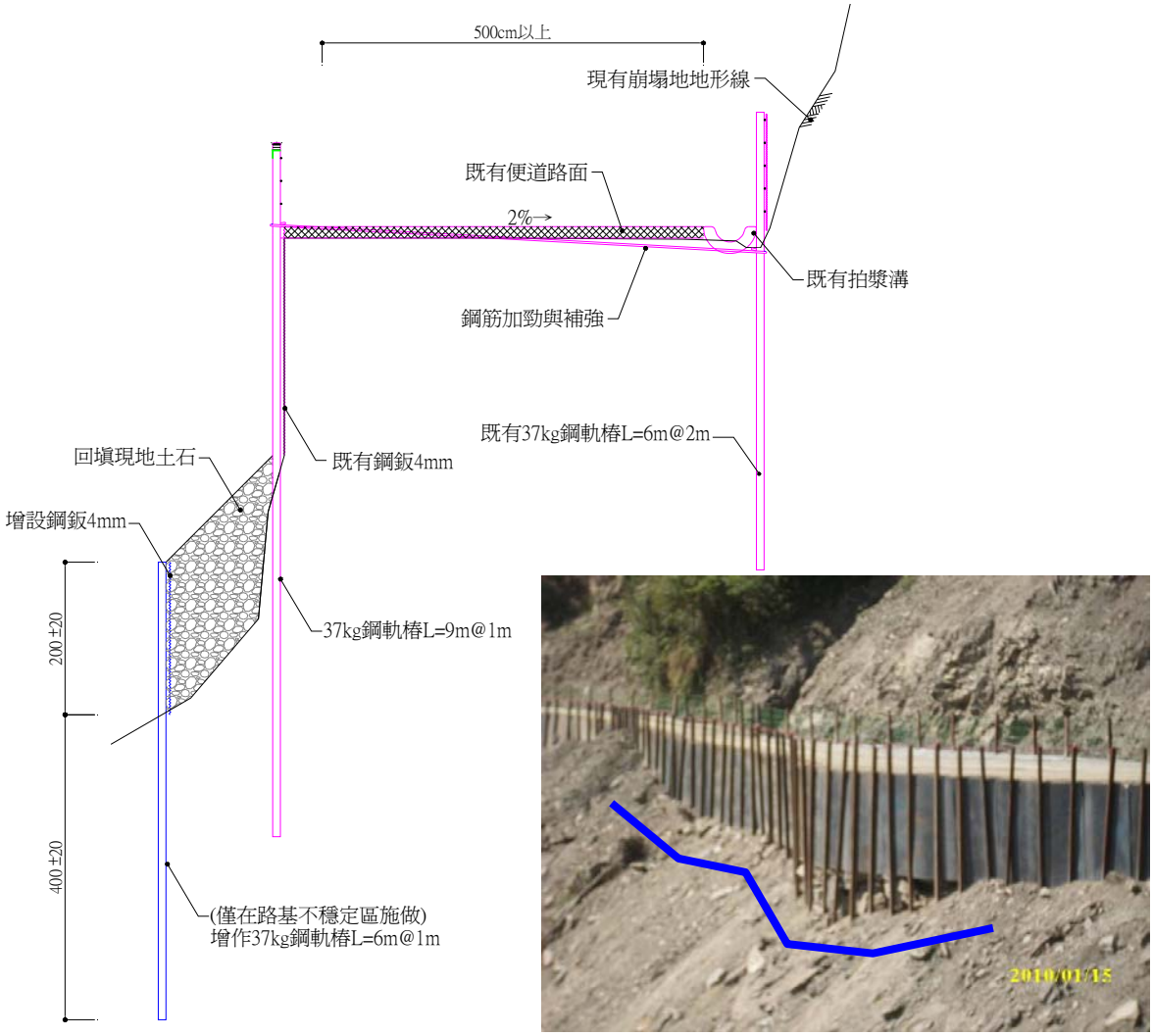


圖 5.40　藤枝 10.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式

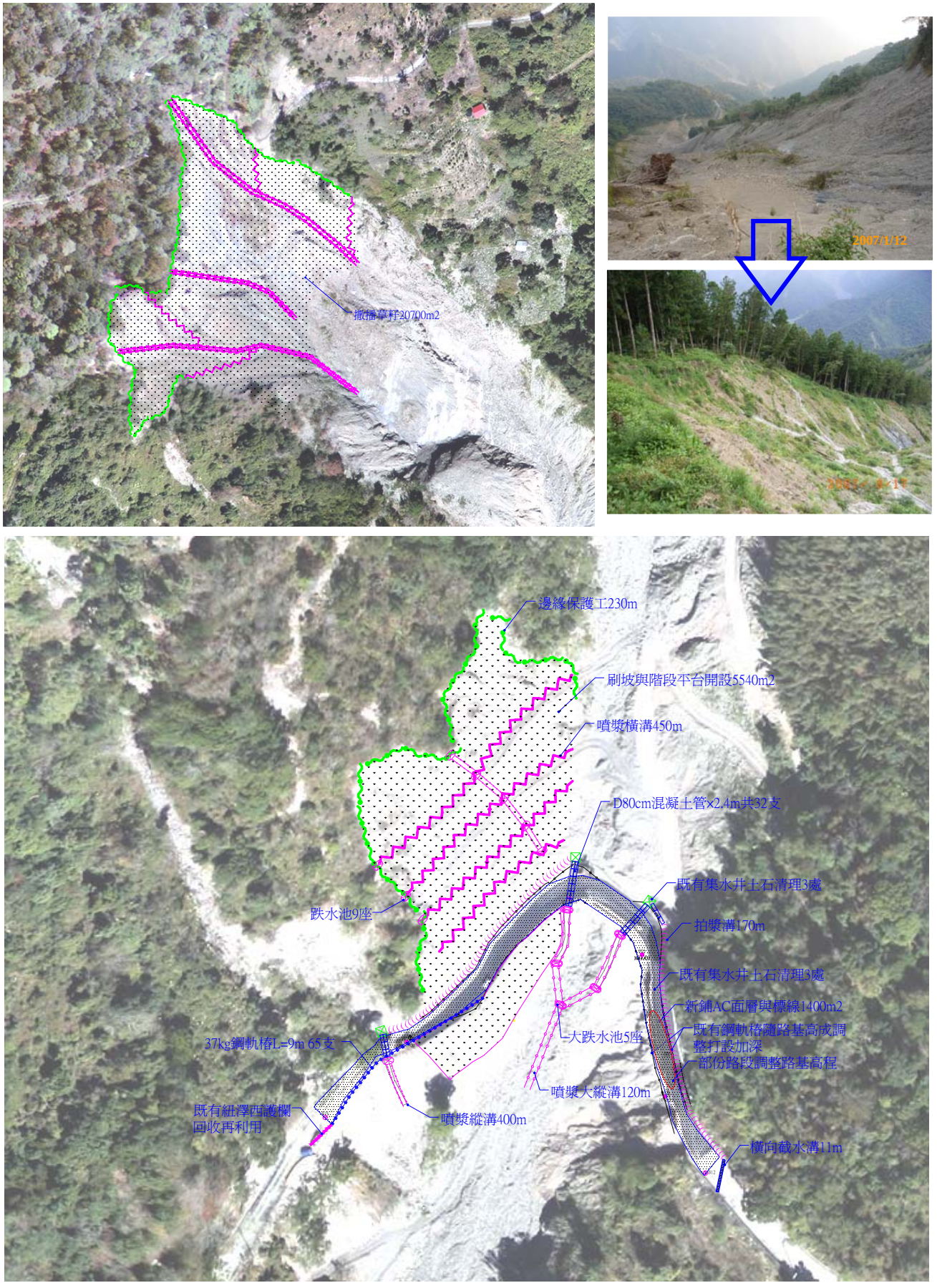


圖 5.41　藤枝 10.6K 短期復建規劃之配置示意圖

（三）藤枝 10.6K 崩塌地之中期復建規劃

藤枝林道 10.6K 崩塌地中期復建規劃，分甲案（主動防護策略）與乙案（被動防護策略），以下分述甲乙兩案之規劃構想。

（1）藤枝 10.6K 中期復建規劃***甲案***（構想詳圖 5.42）：以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

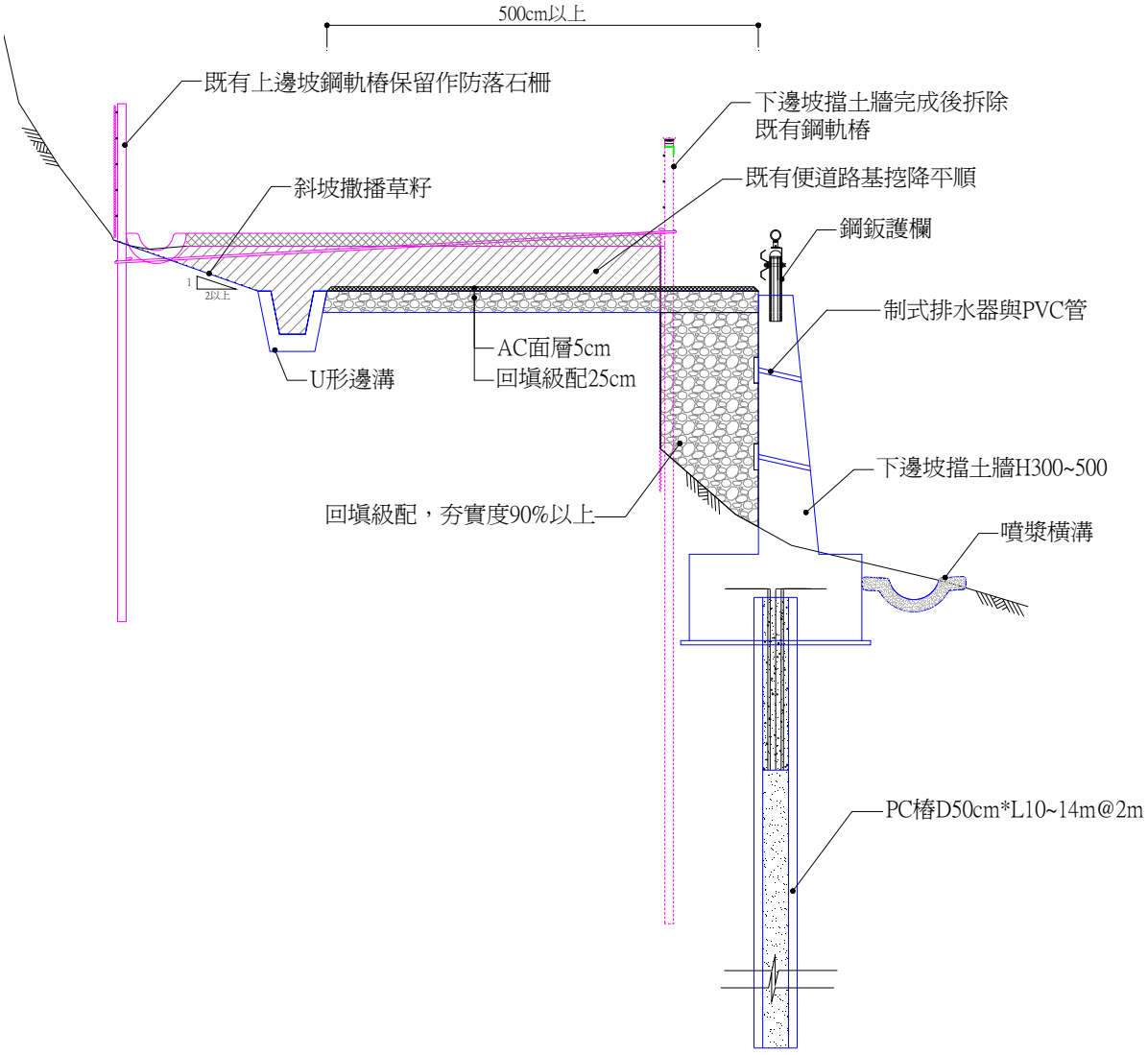


圖 5.42　藤枝 10.6K 中期復建規劃甲案之路基復建標準斷面

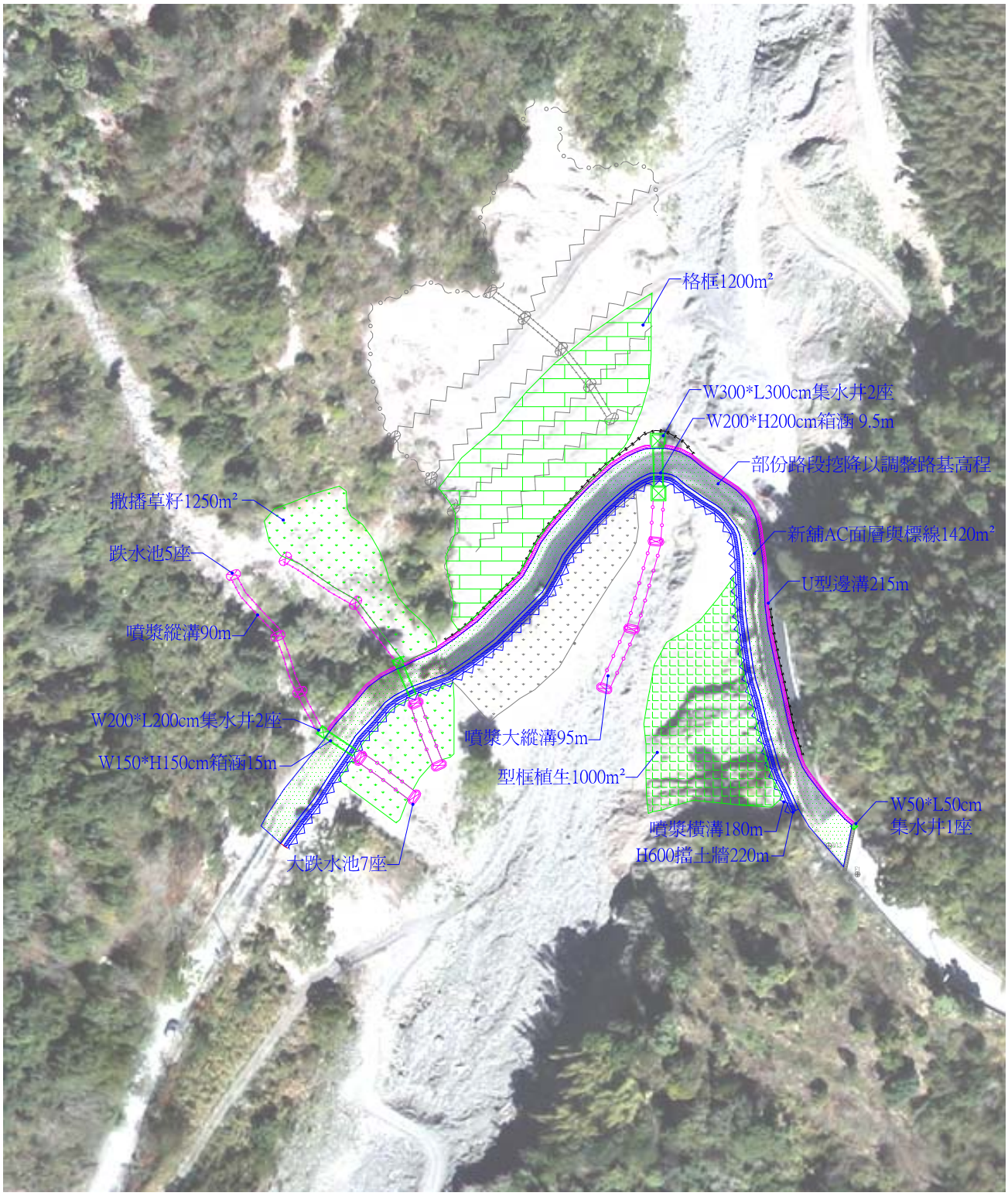


圖 5.43　藤枝 10.6K 中期復建規劃甲案之配置示意圖

（2）藤枝 10.6K 中期復建規劃乙案之規劃（配置詳圖 5.44）：採用高架橋樑工法直接跨越坑溝崩塌區域，降低不穩定邊坡與坑溝對路基威脅，計畫橋樑全長 150m，2 座橋台與 5 墩柱，6 跨預鑄 I 型樑@25m，線型曲線半徑統一用 50m。計畫縱向斷面主要構想爲既有地表線以下施做人工挖掘式基樁 D200cm，深度暫訂統一採 15m（後續細設階段之樁長依實際鑽探成果修正），既有地表線至計畫帽樑底施做墩柱 D200cm，各支墩柱之高度視現地地形調整，約介於 5m 至 17m 間（詳圖 5.53 綠色墩柱長度），並設置必要安全警示與導引牌示設施。

（3）復建規劃乙案之丙種林道設計規範檢討：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度與曲線坡度等主要項目皆符合，但坡度 12%之規範長度限制爲 50m，本案坡長 150m「不符合」，將於林道入口與橋樑兩端各設立告示牌只准中型 20 人巴士與以下車輛通行，禁止遊覽車與大貨車等大型車進入林道。

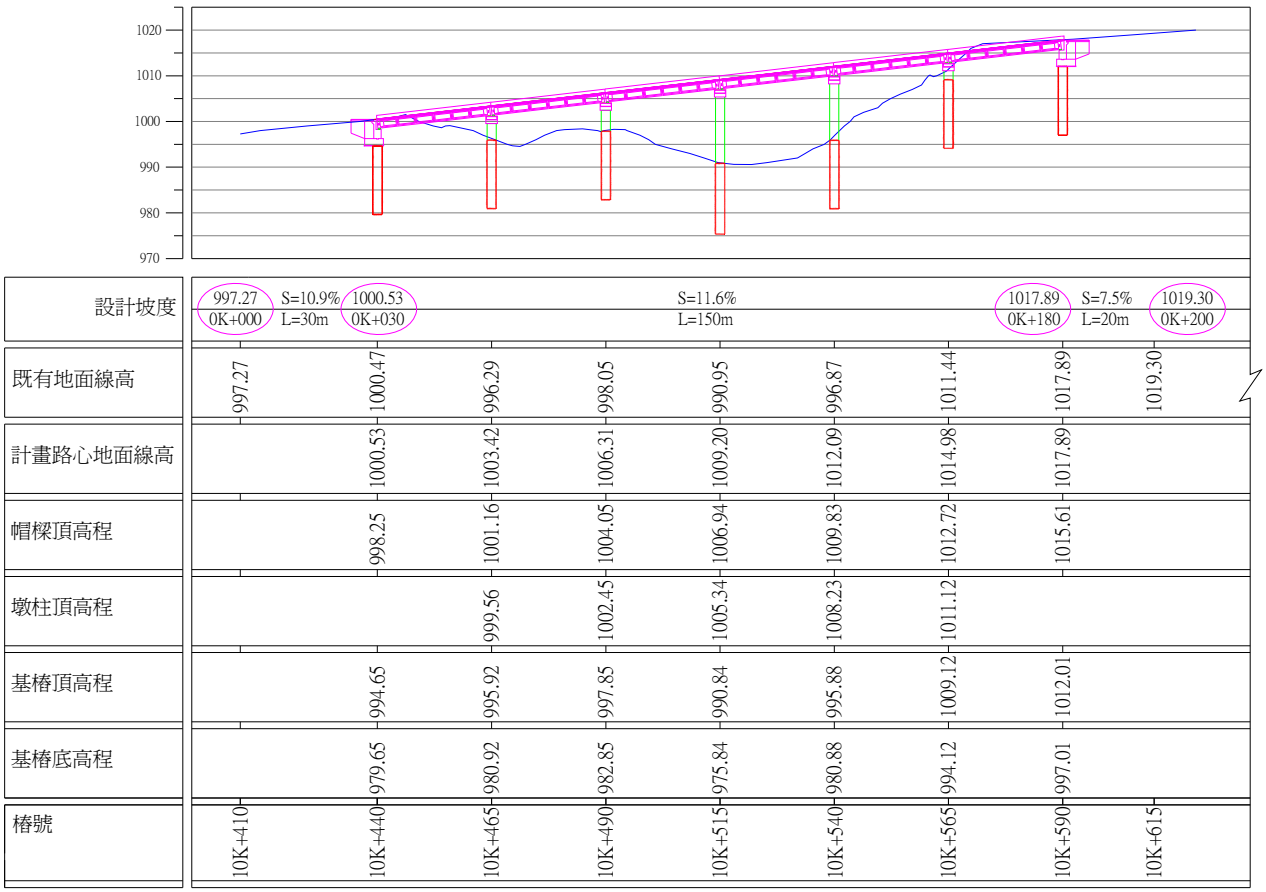


圖 5.44　藤枝 10.6K 崩塌地中期復建規劃乙案之計畫縱向斷面圖

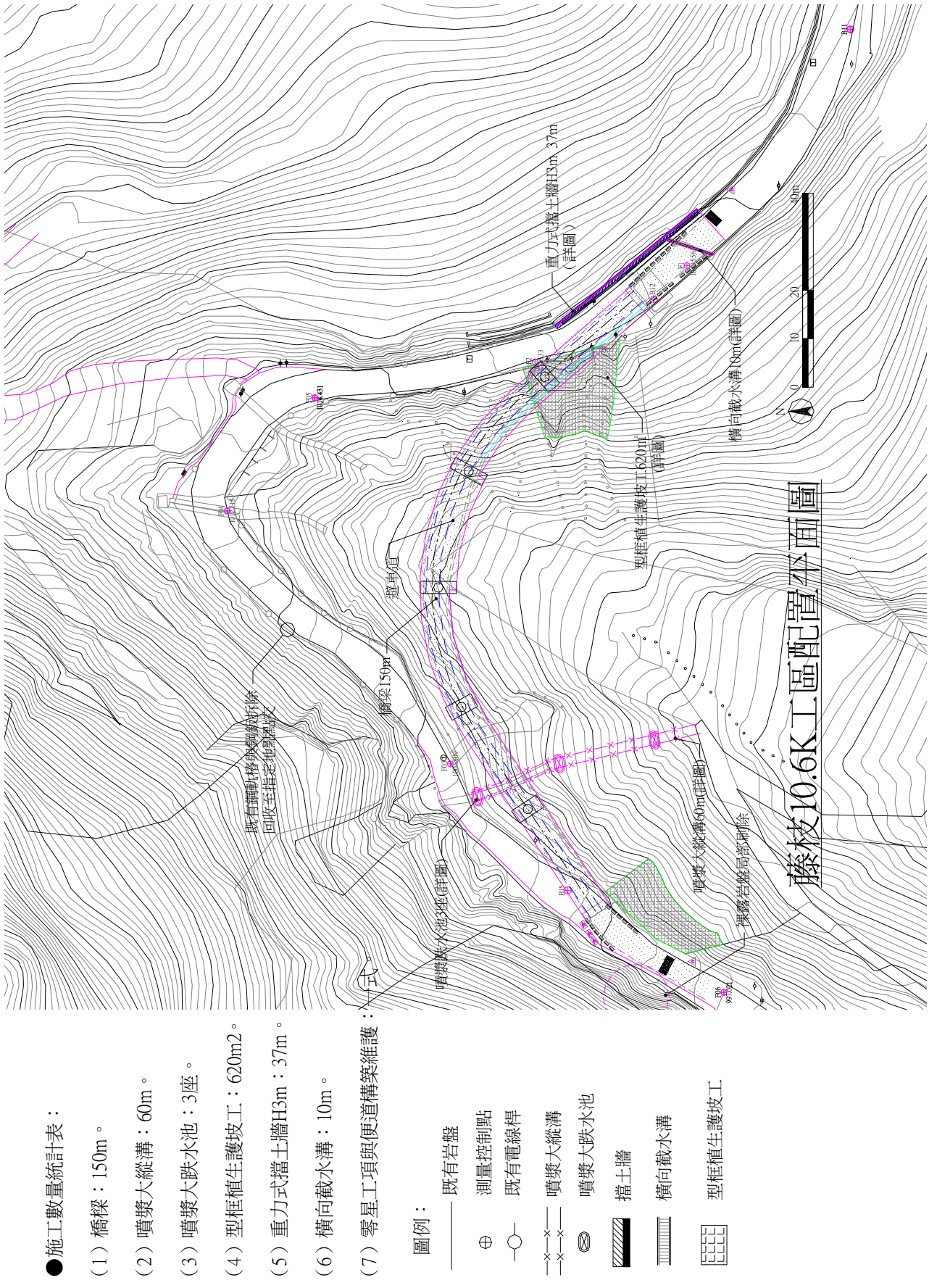


圖 5.45　藤枝 10.6K 中期復建規劃乙案之配置示意圖

（4）中期復建規劃甲案與乙案優劣比較：上述二方案各有其優缺點，本團隊已針對不同規劃復建方案，併列比較其施工性、交通影響、工期、施工經費、維護費用（5 年期）及使用年限，供主辦機關屏東處作爲決策參考，詳表 5.7。

（5）中期復建規劃建議方案：綜合考量二案之施工性、交通影響、工期、工程經費、維護經費及使用年限等因素，且橋樑方案以災前原路基線型爲大綱，局部微調線型以避開邊坡不穩定區域、降低坡面落石對交通妨礙、坑溝上游崩塌土石無害通過、減少後續道路維修等因素，坑溝之開挖擾動及環境衝擊均相對較小，故建議採高架橋樑作爲中期復建方案。

表 5.7　中期復建規劃甲案與乙案優劣比較表

方案比較	甲案 （擋土牆＆PC 樁）	乙案 （150m 橋樑）
施工考量	1. 臨時開挖擋土措施 2. PC 樁存放與吊運 3. 臨時邊坡穩定與排水計畫 4. 交通維持計畫	1. 橋樑施工技術較高 2. 預鑄樑場設置地點 3. 大型吊車進出動線 4. 施工便道打設 5. 交通維持計畫
施工階段 交通影響	沿現有便道施作，交通衝擊較大	除橋台段基礎須全開挖另設便道外，餘與現有便道互不干擾
工期需求	200 工作天	240 工作天
中期復建經費	主體工程約 1,440 萬 坡面工程約　635 萬 稅雜與包商管理費 685 萬 總計 2,760 萬	主體工程約 1,893 萬 坡面工程約　197 萬 稅雜與包商管理費 690 萬 總計 2,780 萬
長期復建經費 坑溝治理	約 1,954.5 萬	約 1,954.5 萬
維護費用 以 5 年計算	路面及坡面維修率約 5%， 維修費約 104 萬(2075 萬*5%) ＊局部路基下陷、坡面崩塌	坡面維修率約 5%， 維修費約 10 萬(197 萬*5%) ＊局部坡面崩陷塌
使用年限	<30 年	50 年

（6）橋樑橋台 A1 與墩柱 P5 之計畫位置緊鄰裸露邊坡（詳圖 5.46），邊坡裸露如遭受大雨沖刷易造成崩塌與土石滑動，將對墩柱造成額外之衝擊。規劃以形框植生護坡工保護坡面。

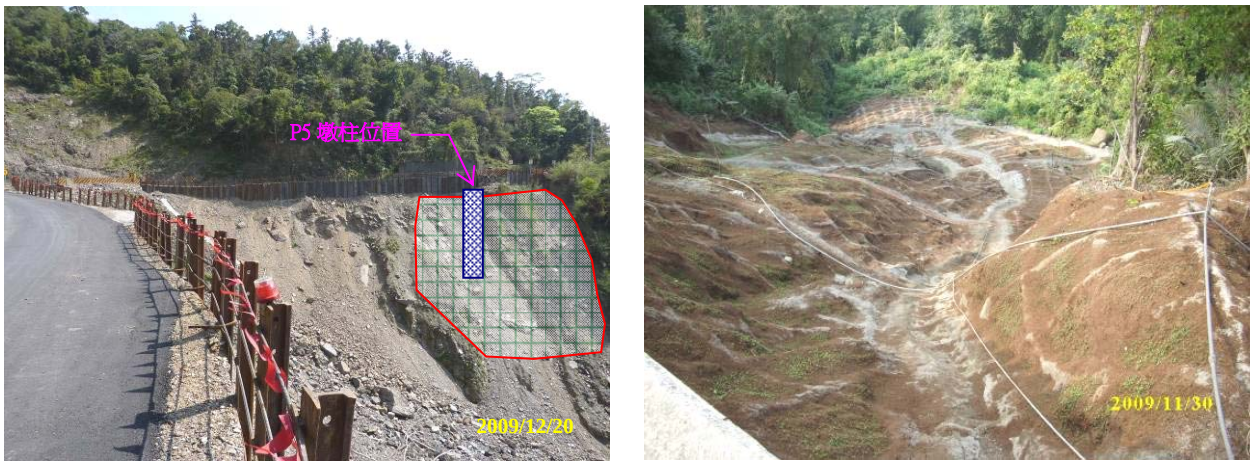


圖 5.46　墩柱 P5 之計畫型框植生規劃施作位置

（7）施工前之鑽探作業目的在得知承載層之深度，作爲樁基礎設計之重要依據。故**建議鑽探作業於短期復建完成後即可優先辦理**，以利後續中期復建之設計工作；本工區規劃鑽探作業 8 孔*35m，施工時視現地岩盤深度調整各孔位鑽探深度。

（四）藤枝 10.6K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 10.0K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.47。

（2）穩定坑溝崩積土石爲常見整治目標，本案長期復建規劃施作數組防砂壩以穩定河道與積蓄上游崩積土石，保護土石崩積區趾部與加速崩塌坡面復育，細設階段需再評估各型防砂壩之功能需求與可行性（詳圖 5.63）。

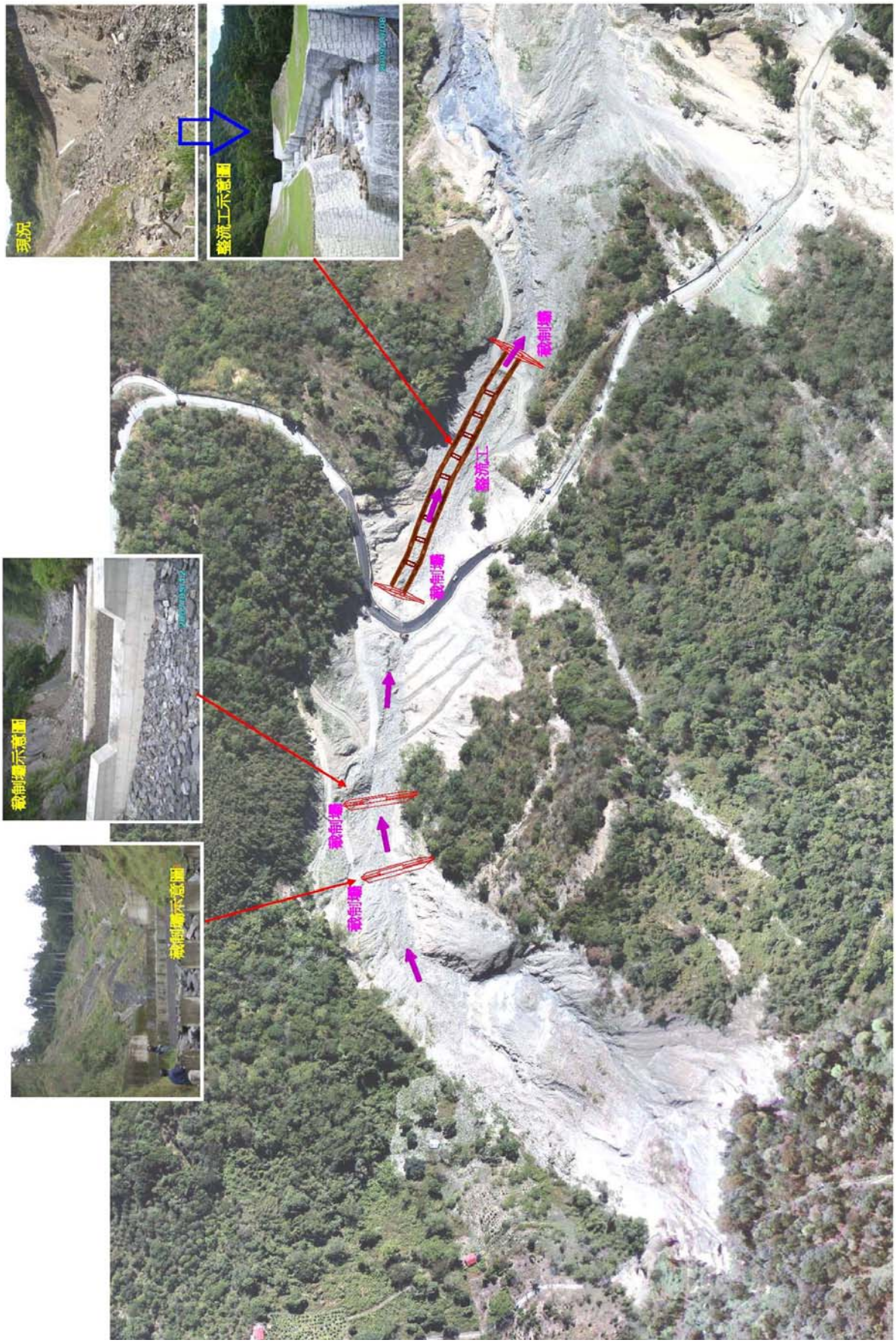


圖 5.47　藤枝崩塌地 10.6K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 10.6K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃（分甲乙兩案）與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳附錄二。

（2）短期補強規劃經費爲 8,600,000 元，中期補強規劃經費甲案（傳統擋土牆工法）爲 27,600,000 元，中期補強規劃經費乙案（橋梁工法）爲 27,800,000 元，長期補強規劃經費爲 19,545,000 元。

（六）藤枝 10.6K 崩塌地之水理分析

藤枝 10.6K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算既有渠道水理分析：既有渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，既有之溝壁高度不足，需增高至 170 公分才可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 135 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 10.6K 崩塌地之用地計畫

藤枝 10.6K 土地權屬套繪詳圖 3.14，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。前述規劃採用高架橋梁工法直接跨越坑溝，但既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉寶山段 289、293、294 地號總計 3 筆（詳圖 5.48 與表 5.8），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則**。

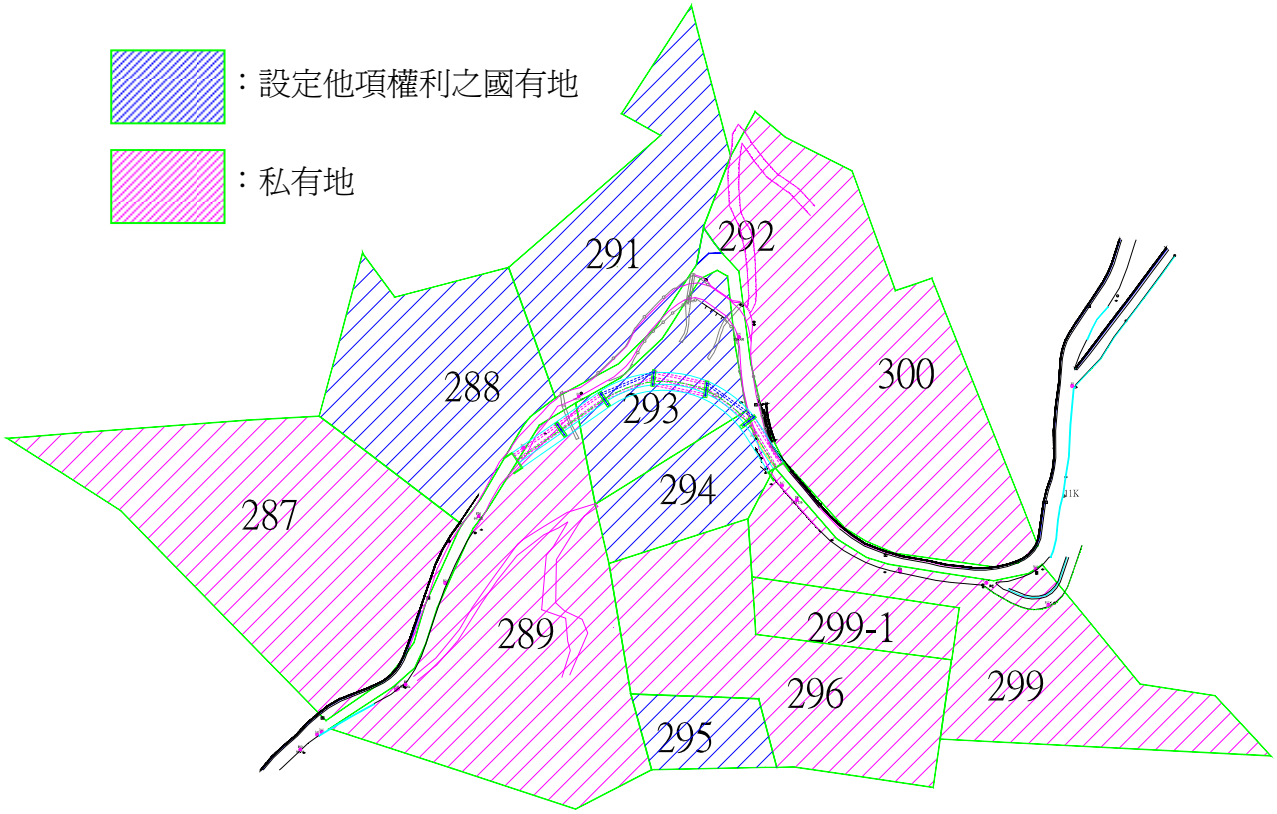


圖 5.48　藤枝 10.6K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.8　藤枝 10.6K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	289	賴○傑		
桃源鄉	寶山段	293	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	寶山段	294	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利

5.7 藤枝 11.1K 坑溝復建規劃

（1）保全對象：藤枝 11.1K 屬寶山村，爲藤枝林道主要部落之一，構造物多依山坡地開階建設，因此房舍均緊臨邊坡。該處崩塌地位於寶山村正下方，且坑溝持續往路基發展；而地表水路面逕流於轉彎處溢流，沖蝕下邊坡形成沖蝕溝（如下圖 5.49），亦對寶山村居民生命財產造成威脅。



圖 5.49　藤枝 11.1K 坑溝之邊坡現況

（2）用地問題：藤枝 11.1K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.17，該崩塌地主要位於道路下邊坡，尚未發展至藤枝林道路基，而寶山村部落裡之沖蝕溝、部份損壞之構造物、邊溝等由鄉公所負責整治，因此在道路復建上無用地問題。未來進行長期復建時，坑溝治理及邊坡穩定所面臨的用地問題，將以取得土地使用同意書爲原則。

（3）坑溝沖蝕：雖然藤枝 11.1K 崩塌地尚未延伸發展至路基，但路面地表逕流水沖蝕下邊坡、農路雨水匯集造成溢流均加速崩塌地之惡化，因此該崩塌地道路復建須著重於坑溝整治及部落內排水放流，減緩坑溝惡化，保障部落居民之安危。

（3）工法相容性：藤枝林道復建負責單位爲林務局，而部落周邊設施爲鄉公所負責，日後整體復建須協調雙方施做項目及範圍，避免工法或治理觀念上有所衝突如排水放流位置、部落內之水土保持等，導致整治成效不彰。



圖 5.50　藤枝 11.1K 坑溝之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 11.1K 坑溝之短期與中期復建規劃

（1）藤枝 11.1K 林道路基原即無明顯災情，寶山主要災區集中於村落下方坑溝之向源侵蝕災害，有感於寶山村坑溝若無適當施做蝕溝控制工，後續遭遇颱風豪雨極易造成重大災情，故於先期工作報告書增加納入本案規劃範圍，但鄉公所已針對寶山村內災害復建及蝕溝控制，已委外著手進行設計與施工，故本案暫時擱置藤枝 11.1K 坑溝之短期與中期復建規劃。

（2）針對 11.1K 坑溝周邊零星復建工程，已彙整納入另案工程完成規劃設計（即東龜山周邊災後復建工程，預計 99 年 6 月上網公開閱覽），其施工平面配置圖詳圖 5.51，主要於路面設置橫向截水溝截除路面逕流水，在安全放流至下邊坡既有渠道，避免道路下邊坡因排水形成沖蝕溝造成二次災害。

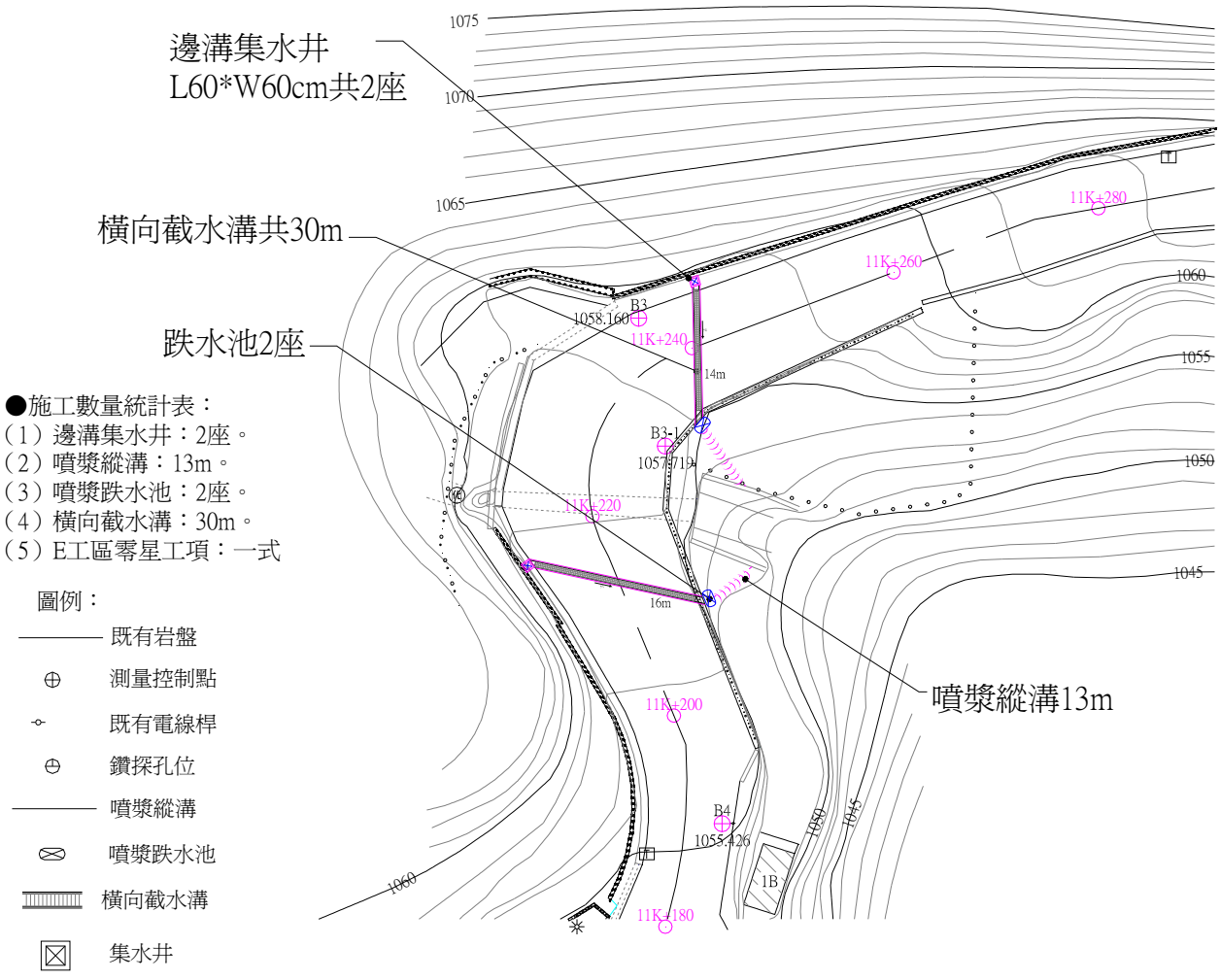


圖 5.51　11.1K 坑溝周邊零星復建工程之配置平面圖

（三）藤枝 11.1K 坑溝之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 11.1K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.52。

（2）穩定坑溝崩積土石爲常見整治目標，本案後續工程規劃施作兩座防砂壩以穩定河道與積蓄上游崩積土石，保護土石崩積區趾部與加速崩塌坡面復育並搭配整流工，控制渠道範圍內流體及土石之流向，防止側向侵蝕造成坑溝兩側坡面崩塌。未來在細設階段時需再評估各型防砂壩之功能需求與可行性，以符合現地需求。

（3）藤枝 11.1K 水理計算詳附錄二。

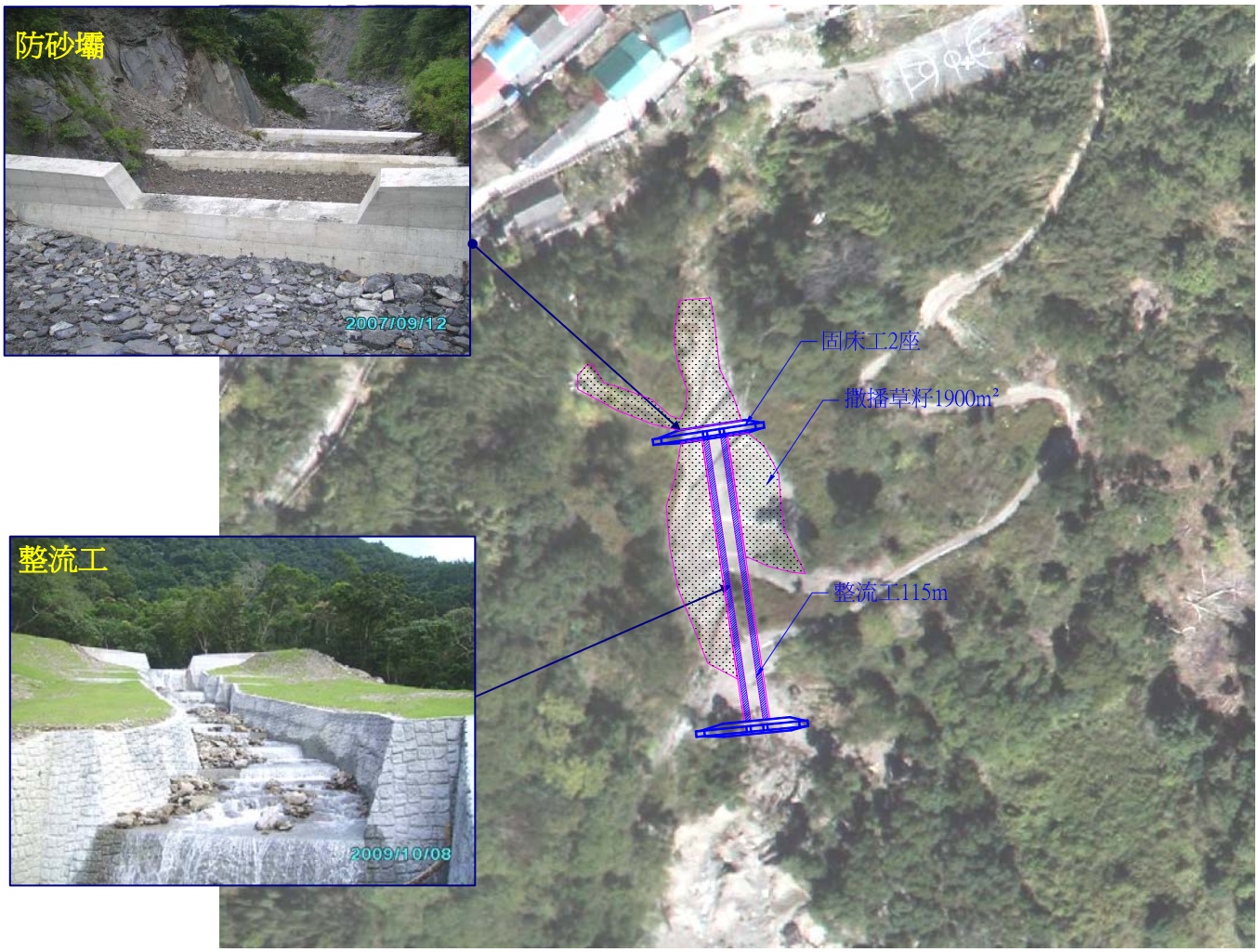


圖 5.52　藤枝 11.1K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 11.1K 坑溝復建之用地計畫

枝 11.1K 土地權屬套繪詳圖 3.15，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。本工區路基無明顯損害，道路復建完全依照舊有道路線型，因此無用地問題。未來復建規劃該工區著重於坑溝治理，治理範圍內之土地包含，桃源鄉寶山段 187、208、210、211、212、303、304、305、306 等 9 筆地號（詳圖 5.53 與表 5.9）。

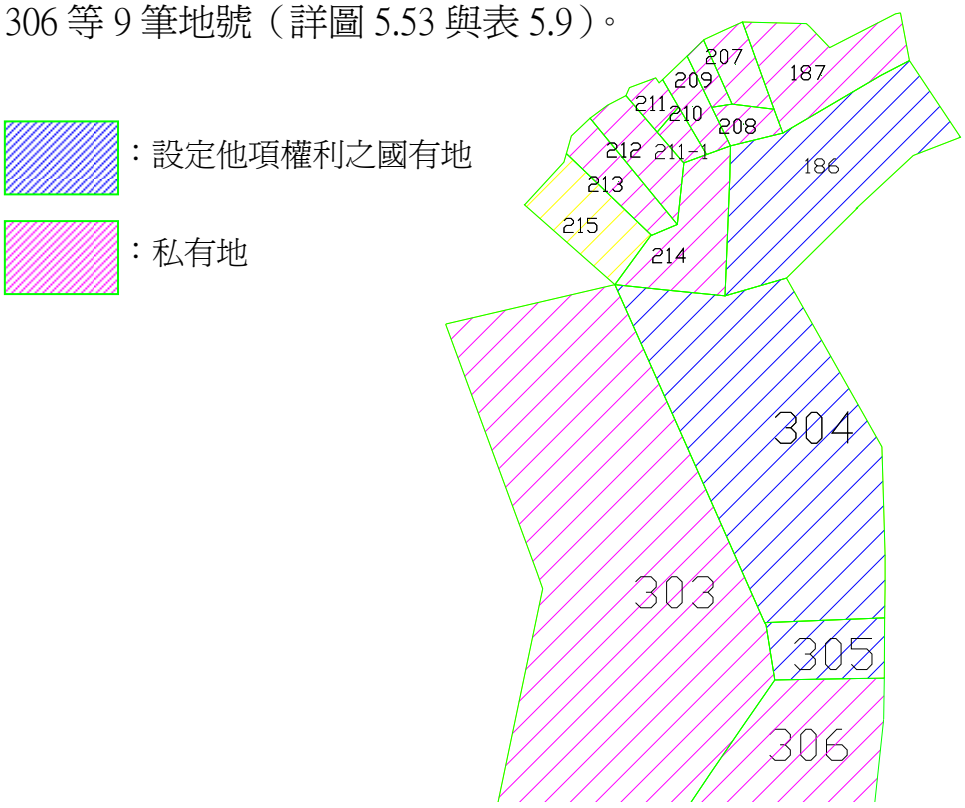


圖 5.53　藤枝 11.1K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.9　藤枝 11.1K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	187	洪○盛		
桃源鄉	寶山段	208	謝○龍		
桃源鄉	寶山段	210	謝○賢		
桃源鄉	寶山段	211	謝○忠		
桃源鄉	寶山段	212	謝○忠		
桃源鄉	寶山段	303	陳○輝		
桃源鄉	寶山段	304	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	305	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	306	杜○		

5.8 藤枝 11.6K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 11.6K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 11.6K 邊坡現況詳圖 5.54。該工區規模較大之崩塌如 11K+750 主因爲農地墾植，鬆散之土石遇水軟化，土壤剪力強度降低，坡面土石荷載增加造成崩塌。目前坡面裸露，表層均爲崩積土石，岩盤尚未出露，且路基暫時構築於崩積土石上方，連日豪雨易造成坡面沖蝕，路基再次流失。



圖 5.54　藤枝 11.6K 崩塌地之邊坡現況

（2）大範圍坑溝崩塌：藤枝 11.6K 崩塌地由數個沖蝕溝沖蝕而成，匯集於下邊坡造成既有坑溝崩塌。而沖蝕溝之形成多來至路面排水設施放流處理不當，沖蝕坡腳造成路基淘空。

（3）用地問題：藤枝 11.6K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.15，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題，各期林道線型套繪詳圖 5.55。

（4）私有地之水土保持：藤枝 11K+750 崩塌地包含寶山段 135 及 156 地號兩筆土地並橫跨藤枝林道，135 地號位於藤枝林道上邊坡主要供農地墾植，該區疑似水土保持措施不盡完善造成坡面崩塌，因此未來道路復建須連同私有農地之水土保持一併改善，才能有效解決問題。



圖 5.55　藤枝 11.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 11.6K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 11.6K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.56。

（2）圖 5.57 照片爲藤枝 11.6K 臨時便道現況，多數路段以活動式預鑄護欄塊做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.56 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定，配合崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、調整目前便道路基縱向坡度等。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

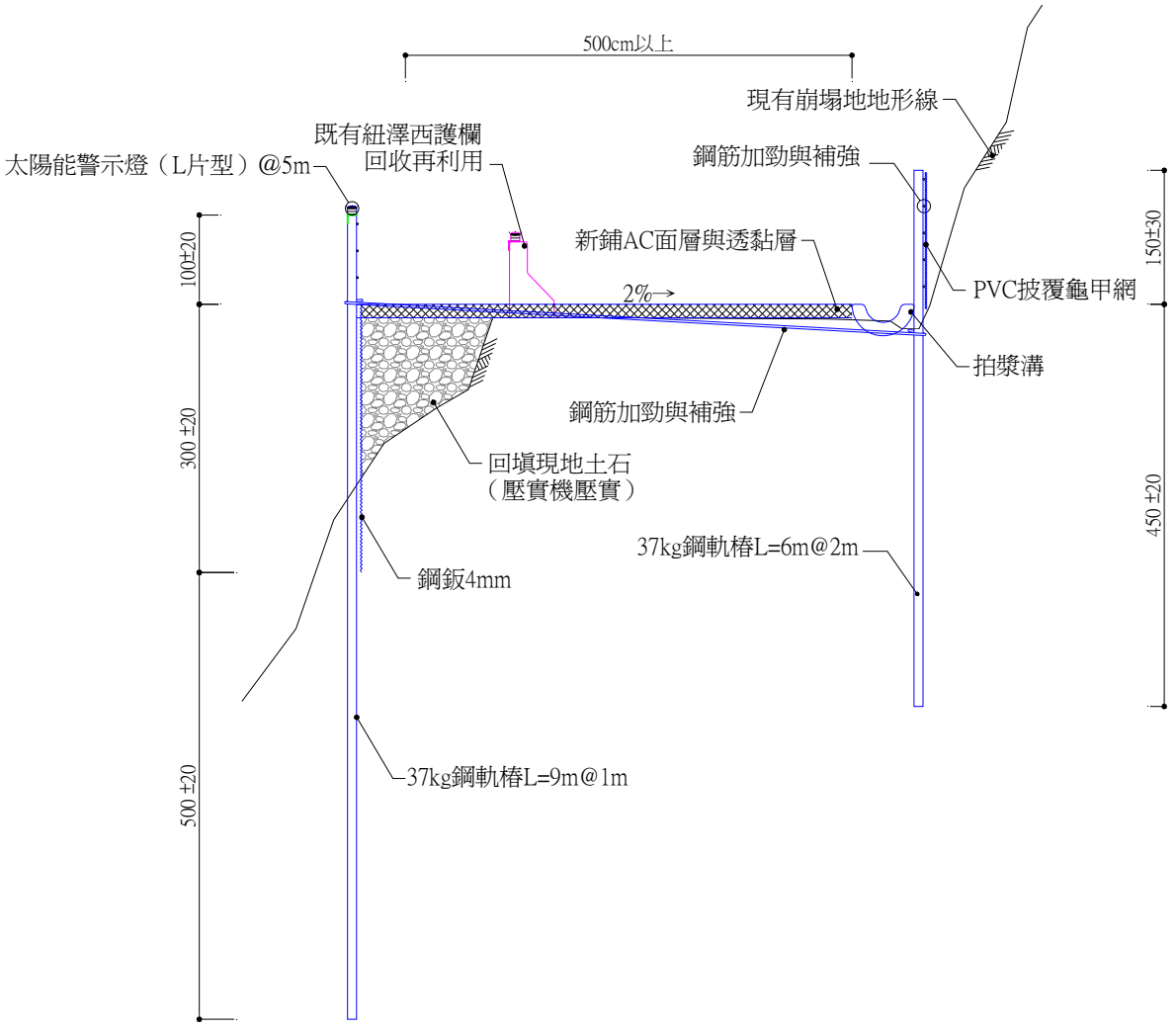


圖 5.56　藤枝 11.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式



圖 5.57　藤枝 11.6K 路基短期復建規劃之配置示意圖

（三）藤枝 11.6K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 11.6K 中期復建規劃（構想詳圖 5.58）：以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

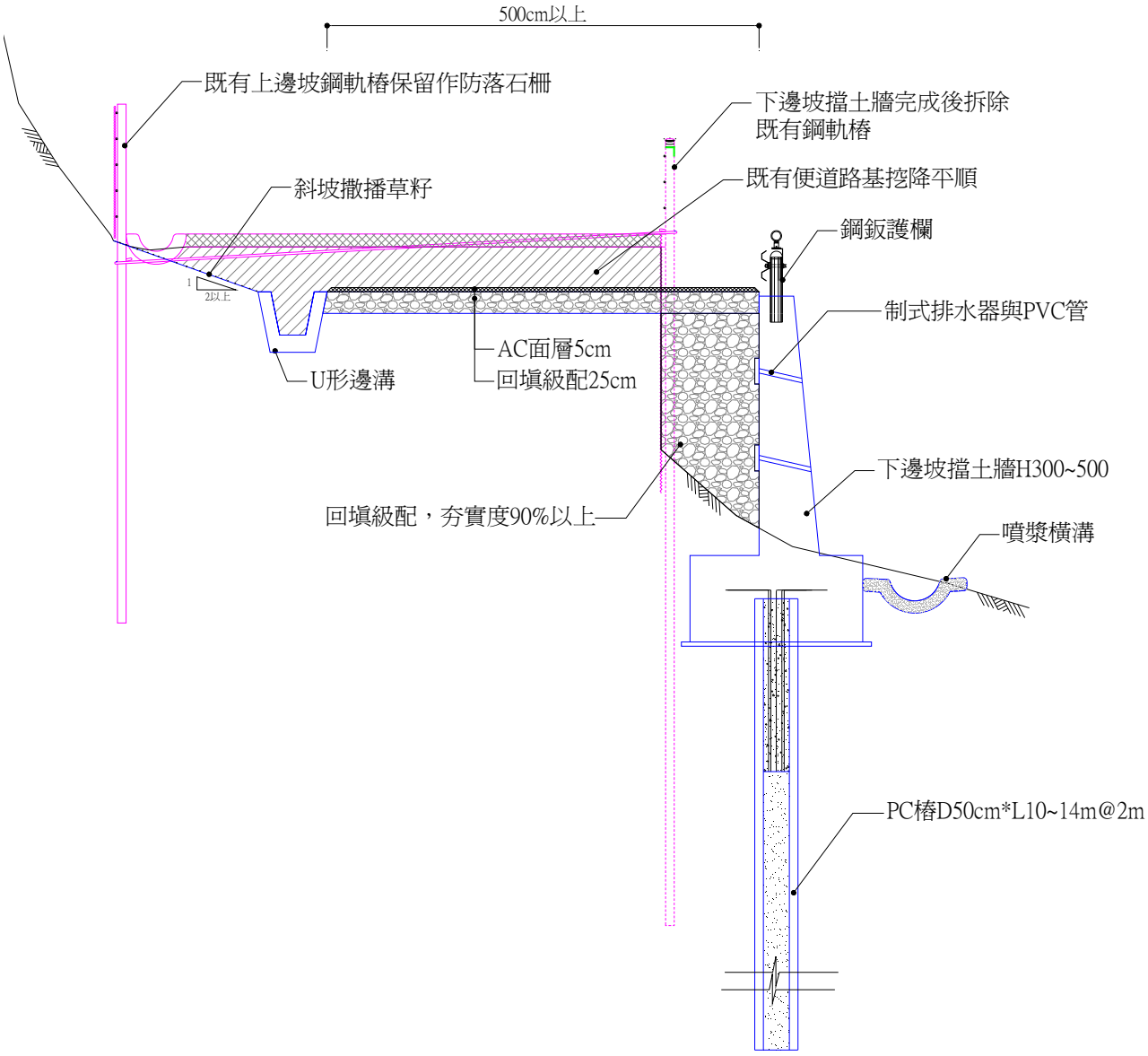


圖 5.58　藤枝 11.6K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

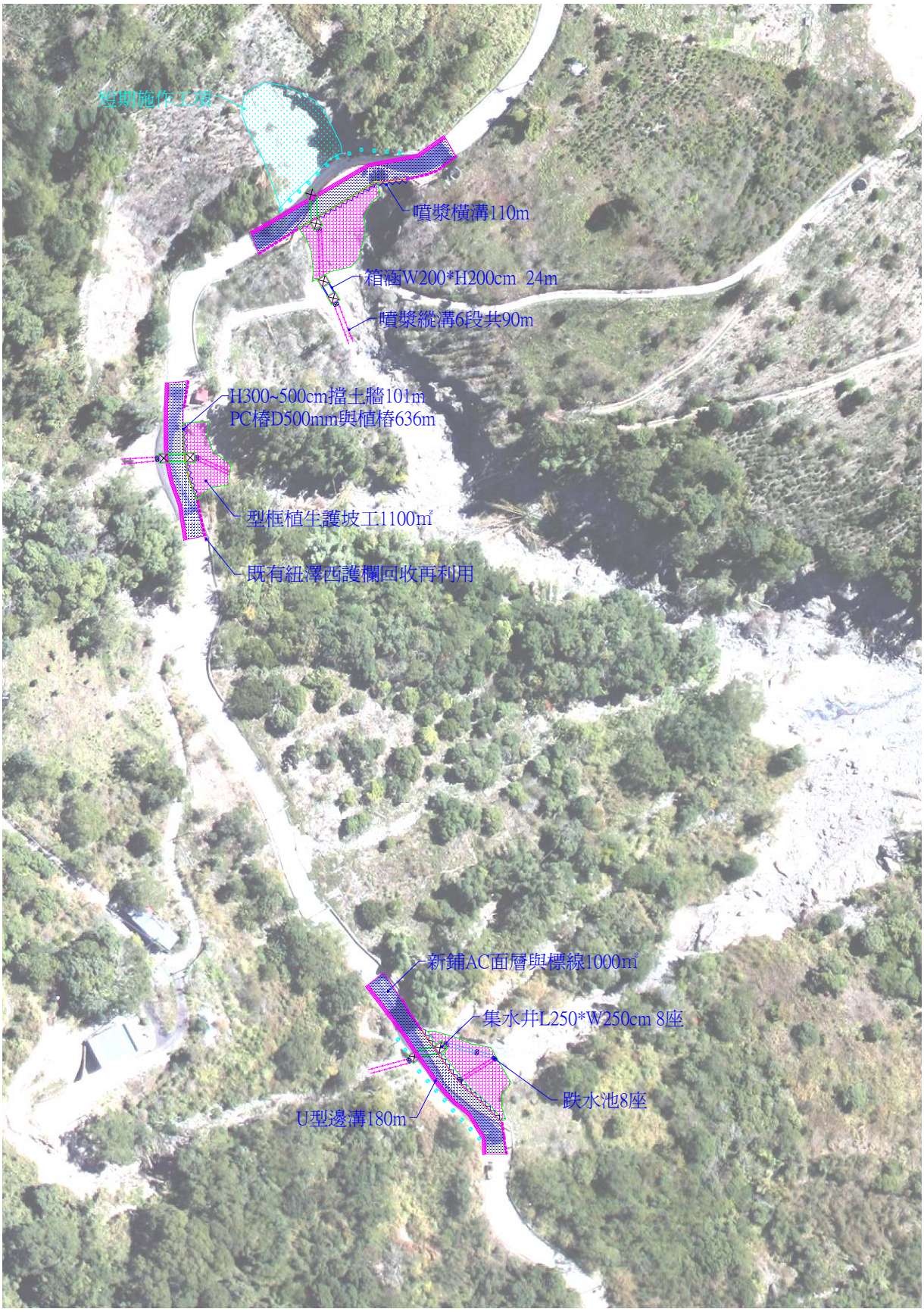


圖 5.59　藤枝 11.6K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 11.6K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 11.6K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.60。



圖 5.60 藤枝 11.6K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 11.6K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 2,619,700 元，中期補強規劃經費爲 11,837,300 元，長期補強規劃經費爲 23,287,600 元。

（六）藤枝 11.6K 崩塌地之水理分析

藤枝 11.6K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 200 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之有效水高大於 93 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（4）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W150*H150cm，其通洪斷面之有效水高大於 145 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 11.6K 崩塌地之用地計畫

藤枝 11.6K 土地權屬套繪詳圖 5.61，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉寶山段 135、156、161、162、170、171、172、173 地號總計 7 筆（詳圖 5.61 與表 5.10），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則。**

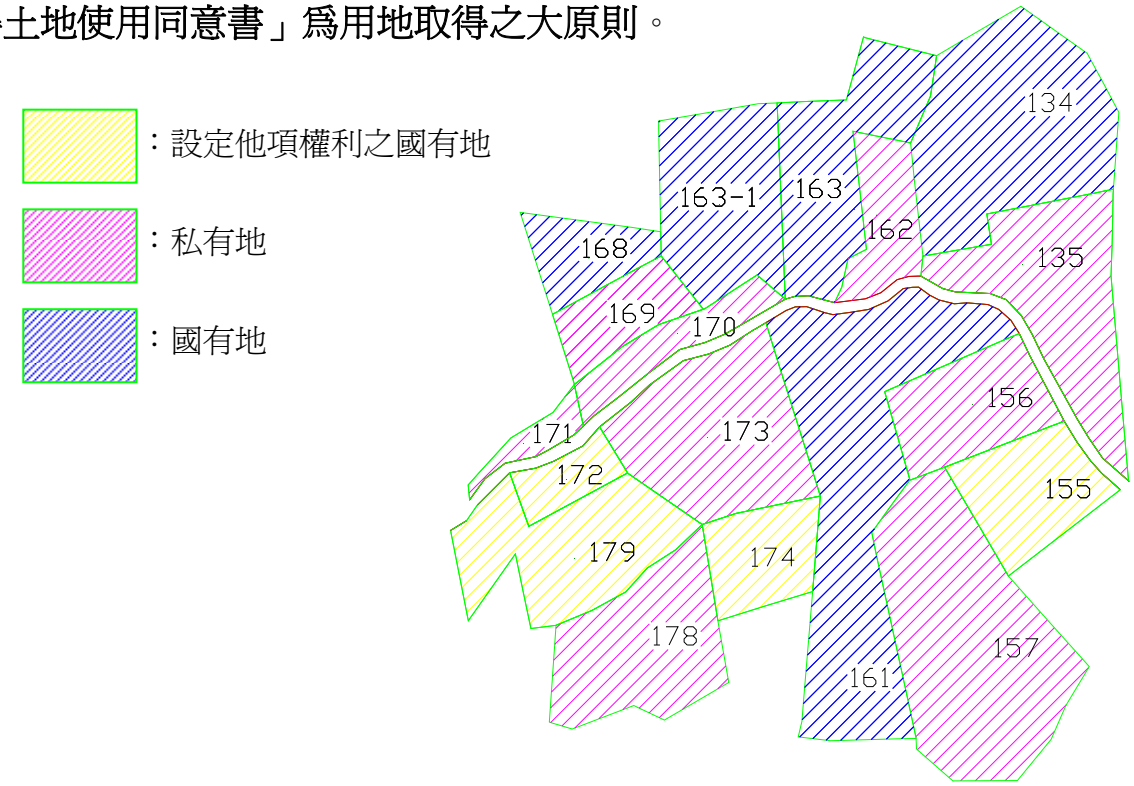


圖 5.61　藤枝 11.6K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.10　藤枝 11.6K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	135	洪○典		
桃源鄉	寶山段	156	杜○風		
桃源鄉	寶山段	161	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	162	謝○成		
桃源鄉	寶山段	170	賴○明		
桃源鄉	寶山段	171	謝○盛		
桃源鄉	寶山段	172	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	寶山段	173	賴○明		

5.9 藤枝 12.6K 崩塌地復建規劃

（一）基地限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 12.6K 崩塌地之邊坡現況詳圖 5.62。雖然該處崩塌地既有便道上邊坡已出露岩盤，但風化程度高顯示溝底常有水流經過，質地破碎鬆散；又崩塌範圍內坡面仍堆積大量不穩定土石，日後如再次遭逢大雨侵襲，將造成嚴重崩塌與土石災害。



圖 5.62　藤枝 12.6K 崩塌地之邊坡現況

（2）用地問題：土地權屬套繪詳圖 3.16。根據調查藤枝林道 12.6K 沿線周邊均屬於私有地以及設有他向權利之用地，然而目前路基已完全流失且便道路心離原路線中心已偏移 23 公尺。道路復建線型以原路線建構爲主，如果因道路規範或避開危險邊坡之限制，使復建路線偏離原路線而必須使用到他人用地時，以向地主協調取得土地使用同意書爲原則。

（3）大範圍坑溝崩塌：藤枝 12.6K 崩塌地造成藤枝林道 160 公尺流失（詳圖 5.63），周邊現況詳圖 5.63，其中 12K+600~12K+690 位於主要坑溝流心，便道暫時構築於崩積土上方，原道路中心線與目前便道中心線偏移 23 公尺，既有路基已完全流失於坑溝中。



圖 5.63　藤枝 12.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 12.6K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 12.6K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.64。

（2）圖 5.65 照片爲藤枝 12.6K 便道路基現況，多數路段以既有便道內外側做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.66 所示，主要於路基較不穩定區域之既有便道下邊坡鋼軌樁外側增作 37kg@1m 鋼軌樁補強既有便道路基穩定，配合崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、調整目前便道路基縱向坡度等。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

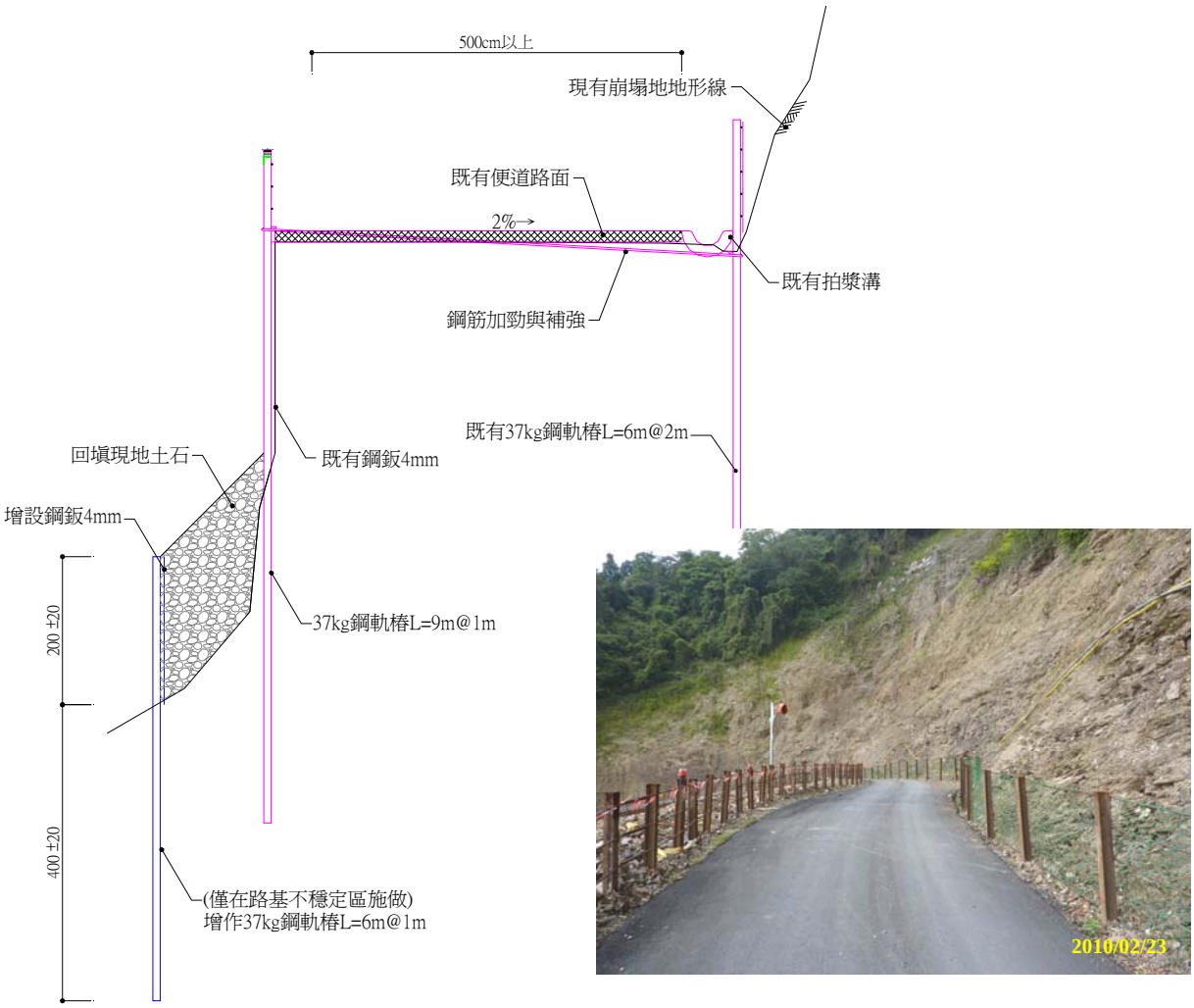


圖 5.64　藤枝 12.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式

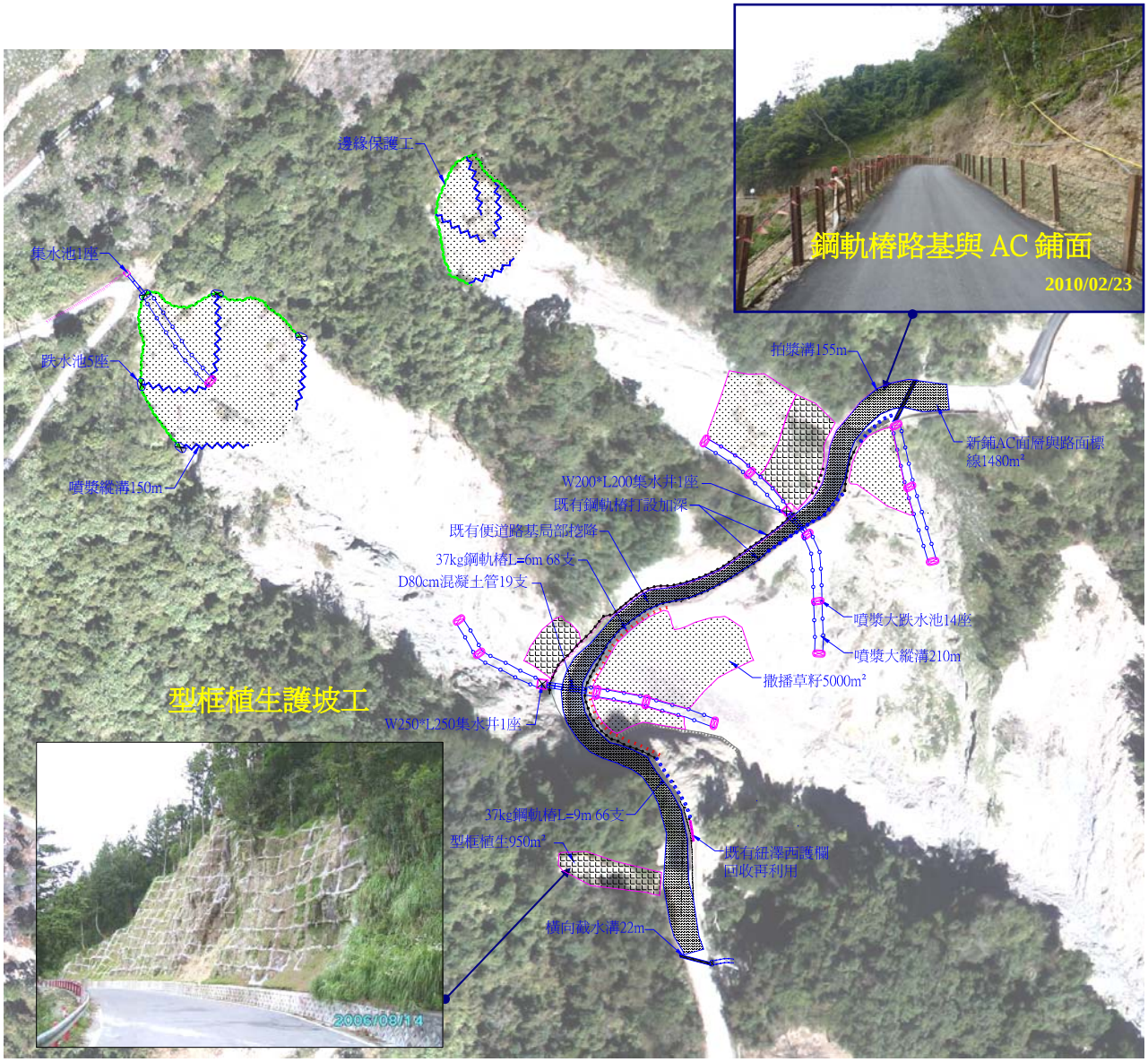


圖 5.65　藤枝 12.6K 路基短期復建規劃之配置示意圖

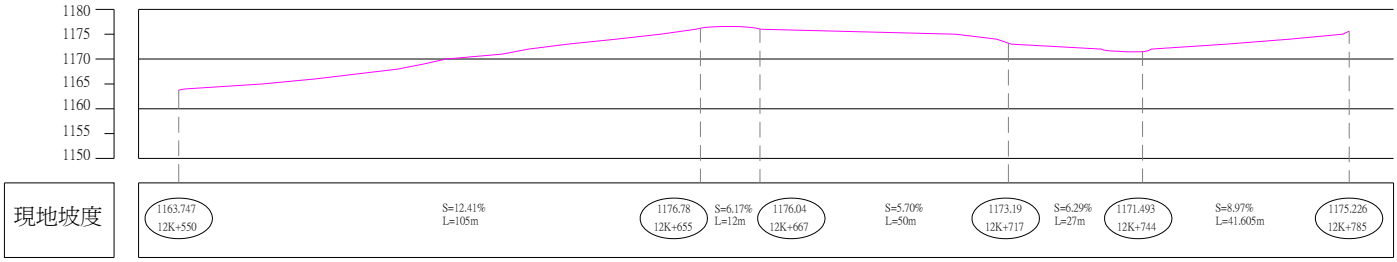


圖 5.66　藤枝 12.6K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖

（三）藤枝 12.6K 崩塌地之中期復建規劃

藤枝林道 12.6K 崩塌地中期復建規劃，分甲案（傳統擋土牆路基工法）與乙案（高架橋樑工法），以下分述甲乙兩案之規劃構想。

（1）藤枝 12.6K 中期復建規劃***甲案***（構想詳圖 5.67）：以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

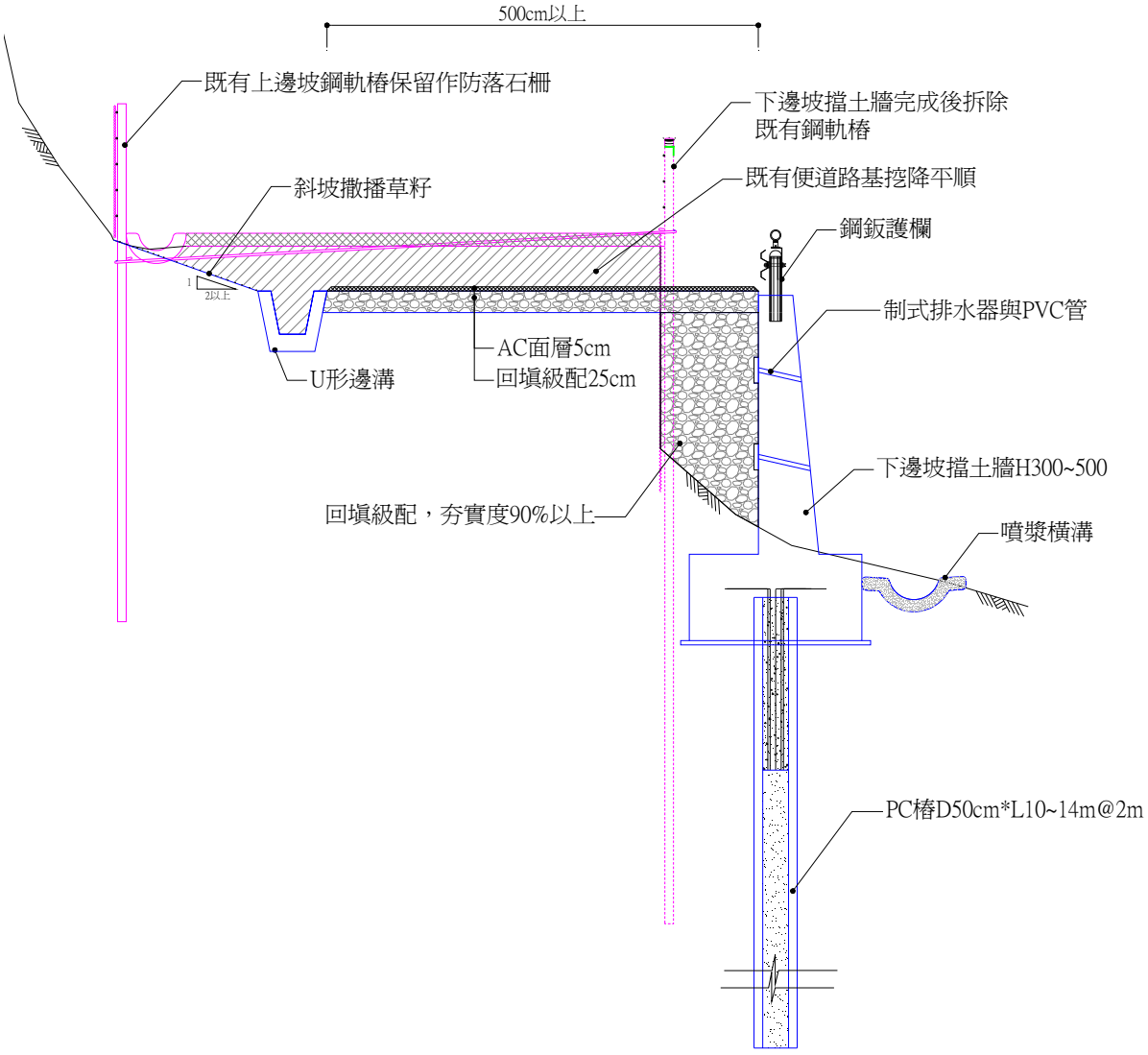


圖 5.67　藤枝 12.6K 中期復建規劃甲案之路基復建標準斷面

（2）藤枝 12.6K 中期復建規劃乙案（配置詳圖 5.68）：採用高架橋樑工法直接跨越坑溝崩塌區域，降低不穩定邊坡與坑溝對路基威脅，計畫橋樑全長 150m，2 座橋台與 5 墩柱，6 跨預鑄 I 型樑@20m 或@20m（配合避開坑溝陡坡處），線型曲線半徑統一用 50m。計畫縱向斷面主要構想爲既有地表線以下施做人工挖掘式基樁 D200cm，深度暫訂統一採 15m（後續細設階段之樁長依實際鑽探成果修正），既有地表線至計畫帽樑底施做墩柱 D200cm，各支墩柱之高度適現地地形調整，約介於 5m 至 12m 間（即圖 5.69 綠色墩柱長度），並設置必要安全警示與導引牌示設施。

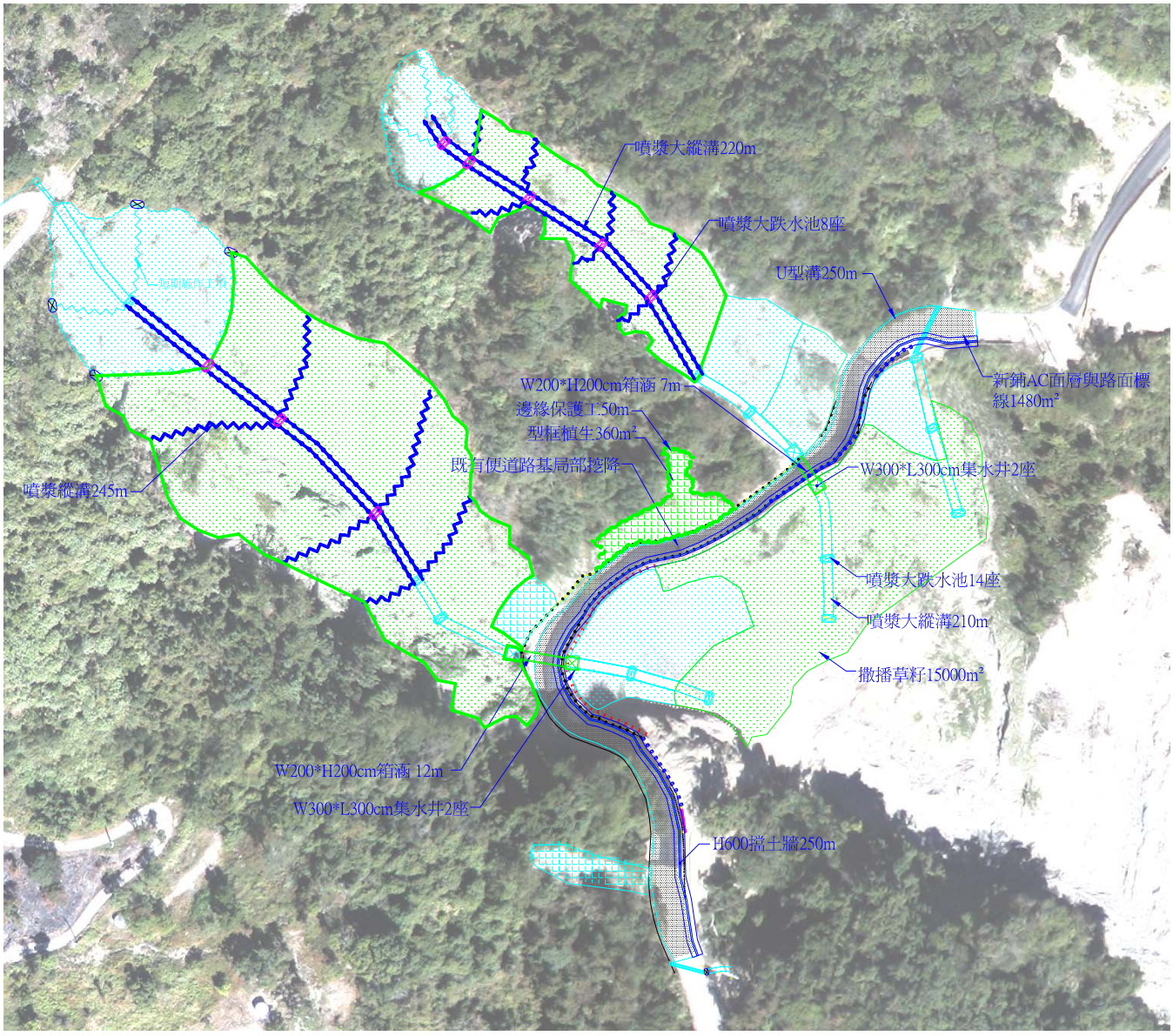


圖 5.68　藤枝 12.6K 中期復建規劃甲案之配置示意圖

（3）復建規劃乙案之丙種林道設計規範檢討：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度與曲線坡度等主要項目皆符合，甚至連藤枝 10.6K「不符合」之坡度長度限制，於藤枝 12.6K 處符合丙種林道設計規範（坡度 4.9%之規範長度限制爲 1000m，本案坡長 135m，符合）。

（4）施工前之鑽探作業目的在得知承載層之深度，作爲樁基礎設計之重要依據。故**建議鑽探作業於短期復建完成後即可優先辦理**，以利後續中期復建之設計工作；本工區規劃鑽探作業 8 孔*35m，施工時視現地岩盤深度調整各孔位鑽探深度。

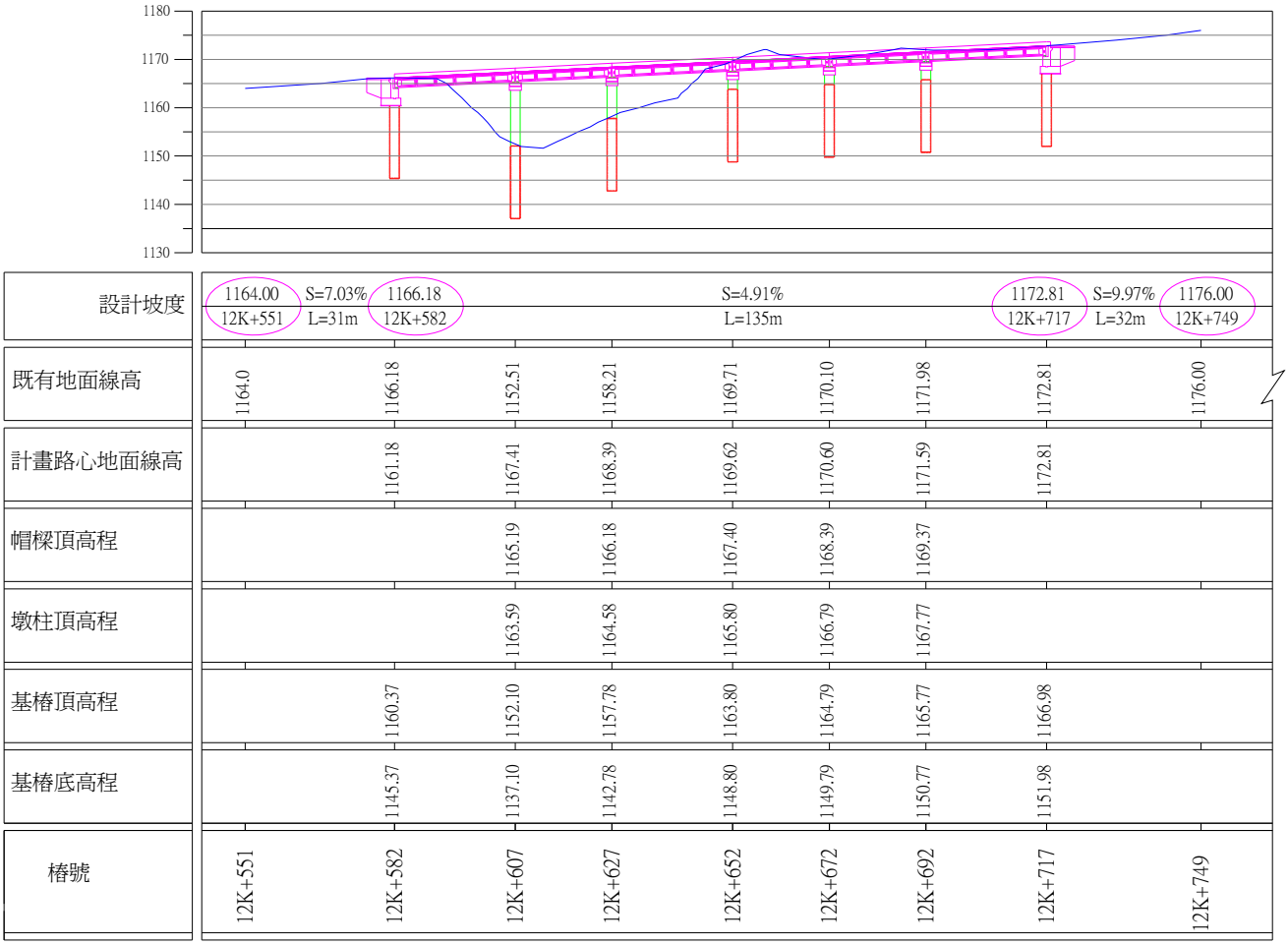
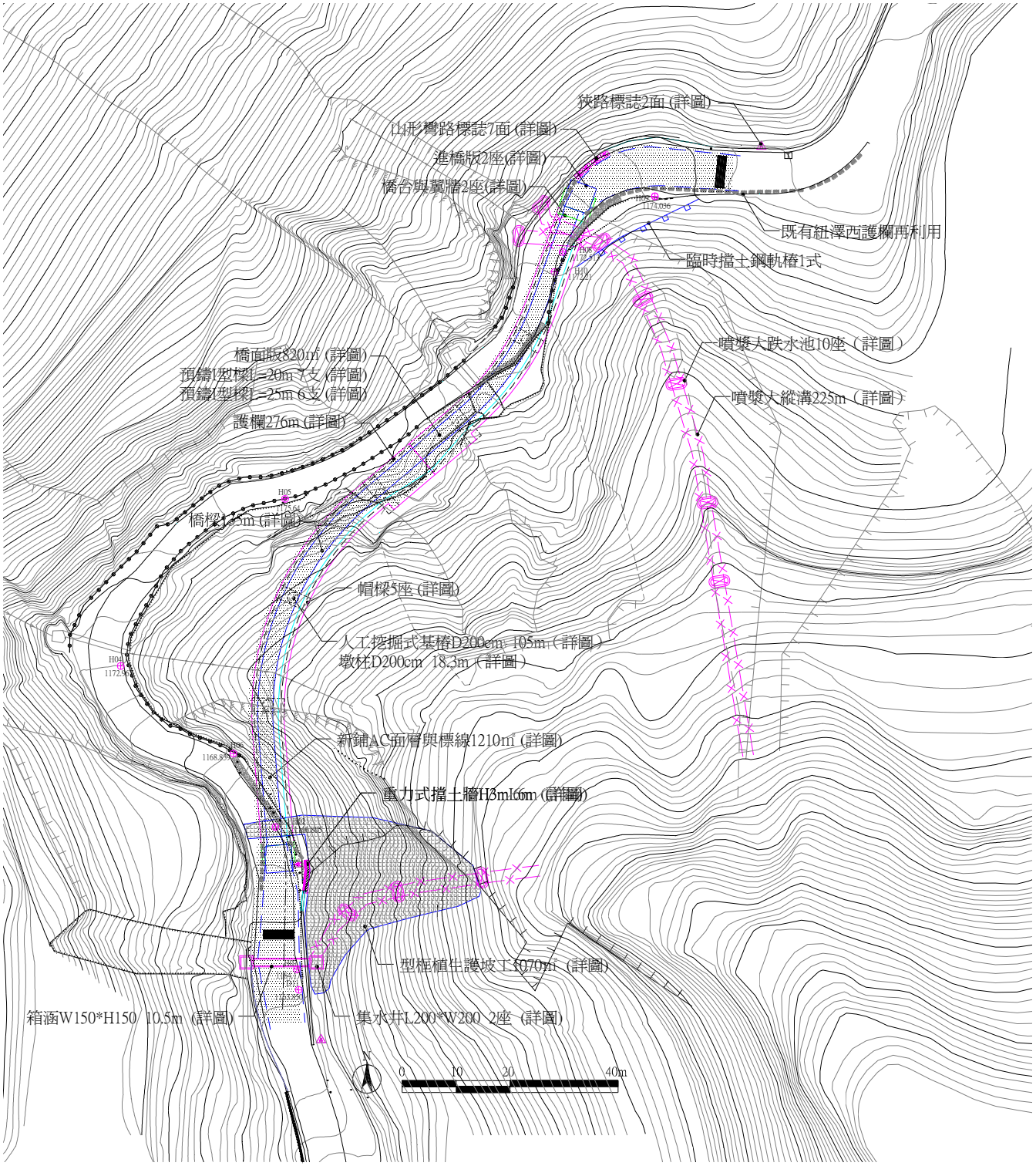


圖 5.69　藤枝 12.6K 工區主體工程計畫縱向斷面圖



●施工數量統計表：

（1）人工挖掘式基樁D200cm：105m。
（2）橋台與翼牆：2座。
（3）帽樑：5座。
（4）墩柱D200cm：18.3m。
（5）預鑄I型樑L=20m：7支。
（5）預鑄I型樑L=25m：6支。
（6）橋面版：820m²。
（7）進橋版：2座。
（8）新鋪AC面層與標線：1210m²。
（9）護欄：276m。
（10）重力式擋土牆H3m：6m。
（11）噴漿大縱溝：225m。
（12）噴漿大跌水池：10座。
（13）型框植生護坡工：1070m²。
（14）集水井L200*W200：2座。
（15）箱涵W150*H150：10.5m。
（16）臨時擋土鋼軌樁：一式。
（17）機械挖土岩方：500m³。
（18）機械回填方與夯實：200m³。
（19）餘方指定地點清運與堆置整平：300m³。
（20）零星工項與便道構築維護：一式。

圖例：

既有岩盤
測量控制點
既有電線桿
鑽探孔位
噴漿縱溝
噴漿橫溝
噴漿大縱溝
噴漿大跌水池
擋土牆
新鋪AC面層
橫向截水溝
基樁帽樑
型框植生護坡工

圖 5.70　藤枝 12.6K 中期復建規劃乙案之配置示意圖

（4）中期復建規劃甲案與乙案優劣比較：上述二方案各有其優缺點，本團隊已針對不同規劃復建方案，併列比較其施工性、交通影響、工期、施工經費、維護費用（5 年期）及使用年限，供委託單位參考作爲決策者之考量，詳表 5.11。

（5）中期復建規劃建議方案：綜合考量二案之施工性、交通影響、工期、工程經費、維護經費及使用年限等因素，其中以乙案較具優勢，且橋樑方案對整體區域排水、地下水壓升降、坑溝之開挖擾動及環境衝擊均相對較小，故建議採乙案作爲中期復建方案較爲妥適。

表 5.11　中期復建規劃甲案與乙案優劣比較表

方案比較	甲案 （擋土牆＆PC 樁）	乙案 （150m 跨越橋樑）
施工考量	1. 臨時開挖擋土措施 2. PC 樁存放與吊運 3. 臨時邊坡穩定與排水計畫 4. 交通維持計畫	1. 橋樑施工技術較高 2. 預鑄樑場設置地點 3. 大型吊車進出動線 4. 施工便道打設 5. 交通維持計畫
施工階段 交通影響	沿現有便道施作，交通衝擊較大	除橋台段基礎須全開挖另設便道外，餘與現有便道互不干擾
工期需求	200 工作天	240 工作天
中期復建經費	主體工程約 1,612 萬 坡面工程約　452 萬 稅雜與包商管理費 682 萬 總計 2,746 萬	主體工程約 1,761 萬 坡面工程約　341 萬 稅雜與包商管理費 694 萬 總計 2,796 萬
長期復建經費 坑溝治理	約 847 萬	約 847 萬
維護費用 以 5 年計算	路面及坡面維修率約 5%， 維修費約 103 萬(2064 萬*5%) ＊局部路基下陷、坡面崩塌	坡面維修率約 5%， 維修費約 17 萬(341 萬*5%) ＊局部坡面崩陷塌
使用年限	<30 年	50 年

（四）藤枝 12.6K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程可待全線多數災害點之中期復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 12.6K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.71。

（2）穩定坑溝崩積土石爲常見整治目標，本案長期復建規劃施作數組防砂壩以穩定河道與積蓄上游崩積土石，細設階段需再評估各型防砂壩之功能需求與可行性。



圖 5.71　藤枝崩塌地 12.6K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 12.6K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃（分甲乙兩案）與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳附錄二。

（2）短期補強規劃經費爲 7,985,000 元，中期補強規劃經費甲案（傳統擋土牆工法）爲 27,460,000 元，中期補強規劃經費乙案（橋梁工法）爲 27,960,000 元，長期補強規劃經費爲 8,470,000 元。

（六）藤枝 12.6K 崩塌地之水理分析

藤枝 12.6K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 200 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之有效水高大於 89 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 111 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 12.6K 崩塌地之用地計畫

藤枝 12.6K 土地權屬套繪詳圖 3.16，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。前述規劃採用高架橋梁工法直接跨越坑溝，但既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉寶山段 74、88 地號總計 2 筆（詳圖 5.72 與表 5.12），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則**。

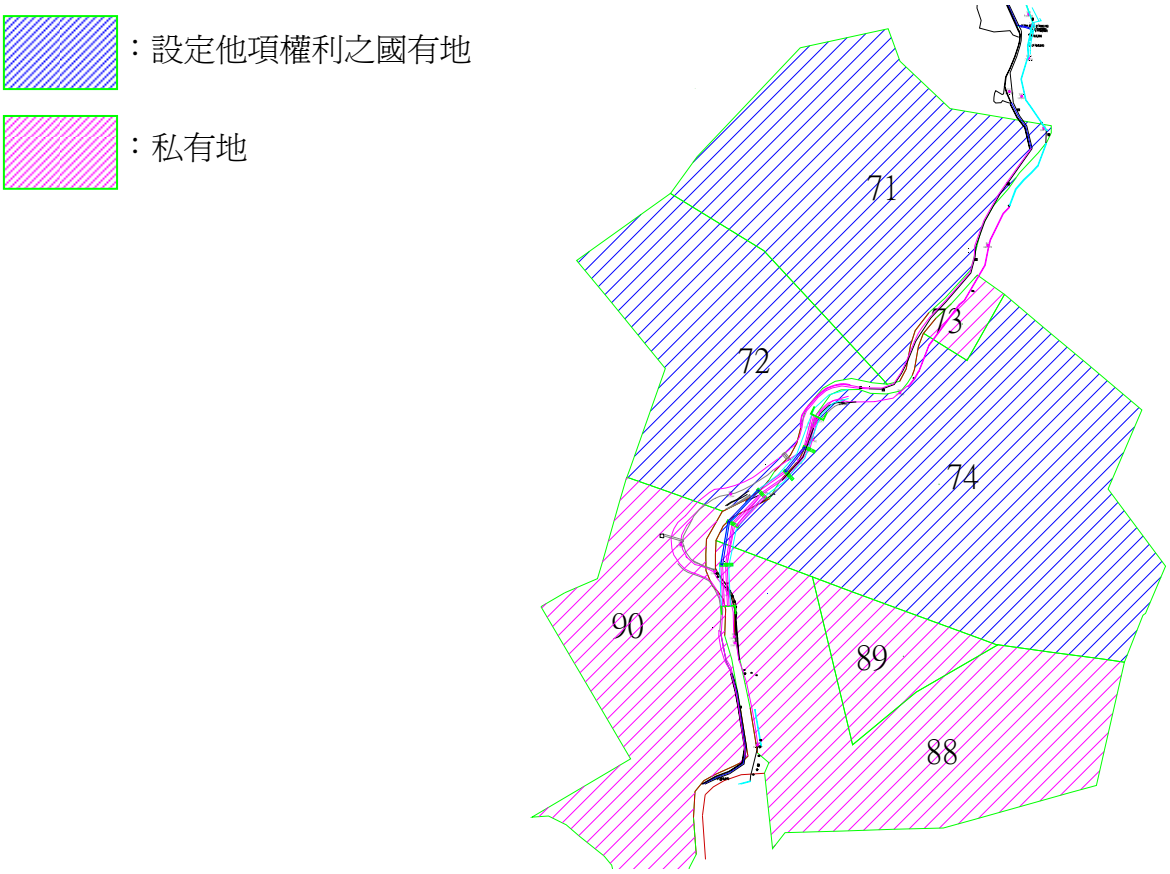


圖 5.72　藤枝 12.6K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.12　藤枝 12.6K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	74	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	寶山段	88	賴○明		

5.10　藤枝 13.2K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 13.2K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 13.2K 邊坡現況詳圖 5.73。該工區較大之不穩定坡面集中於下邊坡，尤其以 13K+380 最爲嚴重。目前坡面裸露，表層土石風化情形嚴重，且岩盤尚未出露，連日豪雨易造成坡面沖蝕，路基再次流失。道路上邊坡坡面沖蝕作用顯著，沖蝕面裸露，浮石現象嚴重，易有落石情形發生。



圖 5.73　藤枝 13.2K 崩塌地之邊坡現況

（2）大範圍坑溝崩塌：藤枝 13.2K 崩塌地爲舊有大型坑溝，河道兩側即有崩塌現象，經該次風災後，崩塌情形加劇並往上游發展至路基。圖 5.74 顯示，目前便道中心線與過去原路線中心線有些許差異，差距較大處先前均設有橫向排水設施，因大量排水造成構造物基礎淘空、路基流失，更加劇既有坑溝兩側坡面的崩塌。13K+140 先前已採用加勁式擋土牆進行道路復建，也因排水問題造成擋土牆損壞、流失。

（3）用地問題：藤枝 13.2K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.16，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題。



圖 5.74　藤枝 13.2K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 13.2K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 13.2K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.75。

（2）圖 5.76 照片爲藤枝 13.2K 臨時便道現況，多數路段以活動式預鑄護欄塊做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.77 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定，配合崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、調整目前便道路基縱向坡度等。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

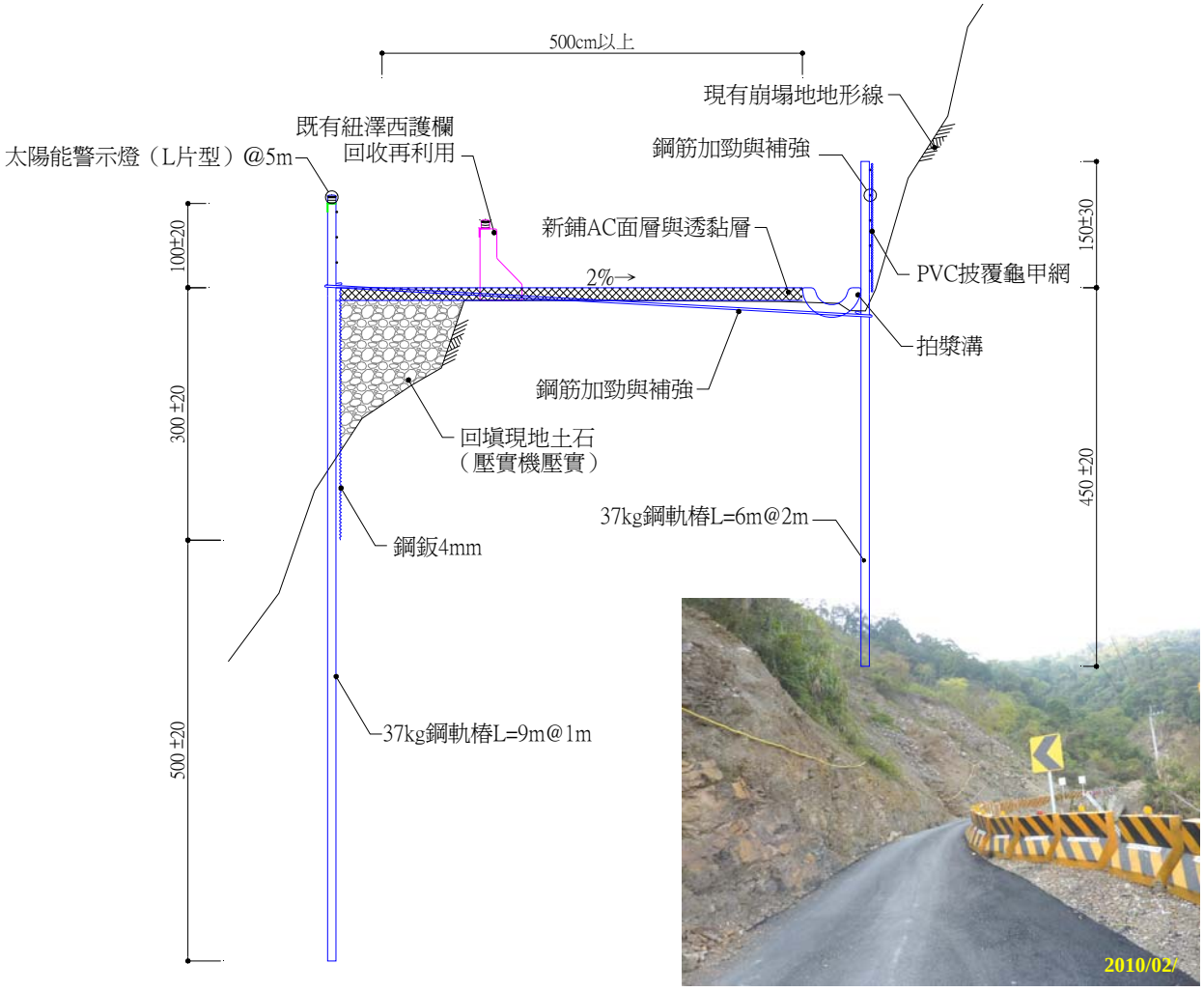


圖 5.75　藤枝 13.2K 短期復建規劃之便道路基補強方式

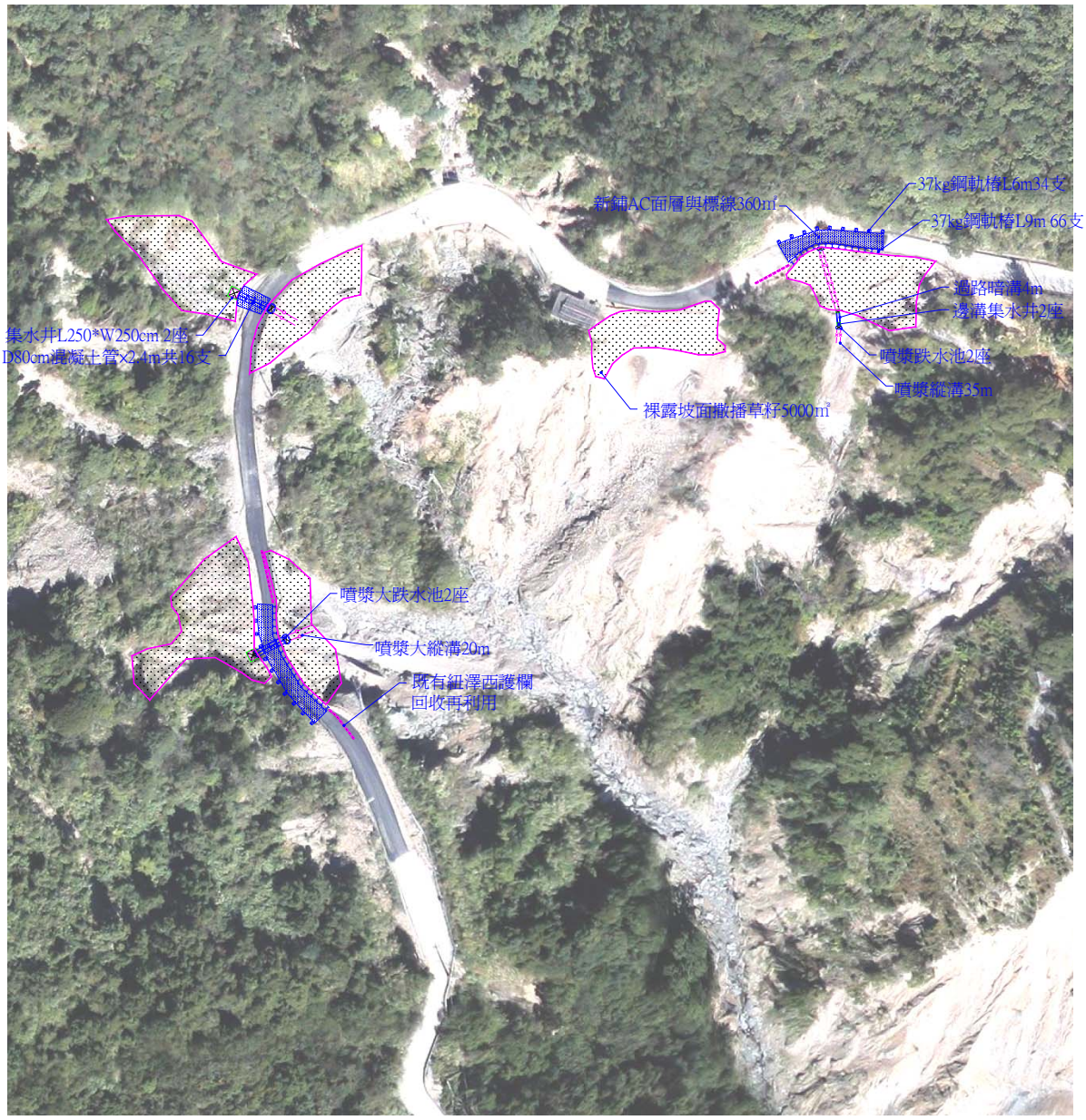


圖 5.76　藤枝 13.2K 路基短期復建規劃之配置示意圖

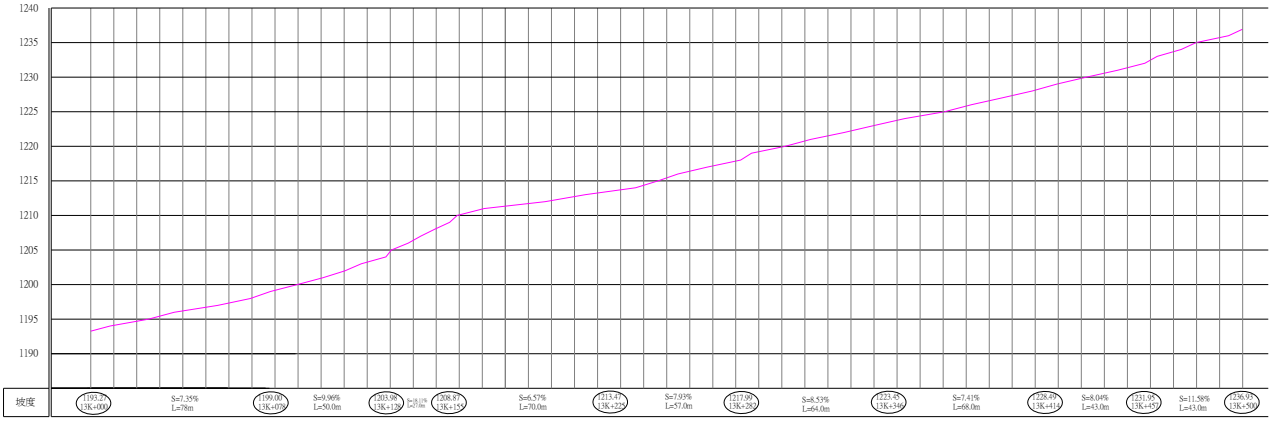


圖 5.77　13.2K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖

（三）藤枝 13.2K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 13.2K 中期復建規劃（構想詳圖 5.78）：規劃路線兩側以鑽掘式基樁鑽入崩塌地底下岩盤作爲承載樁，再以縱樑結合上部橋面版作爲永久性路基結構，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免底層崩積土滑動時影響路基。

（2）鑽掘式基樁鑽掘式基樁之設計樁長，建議先行施做地質鑽探工作，確認承載層岩盤深度與承載力，目前暫訂基樁長度爲 25m，基樁間距暫訂 10m，若有地層滑移跡象則基樁間距縮爲 3 至 5m。

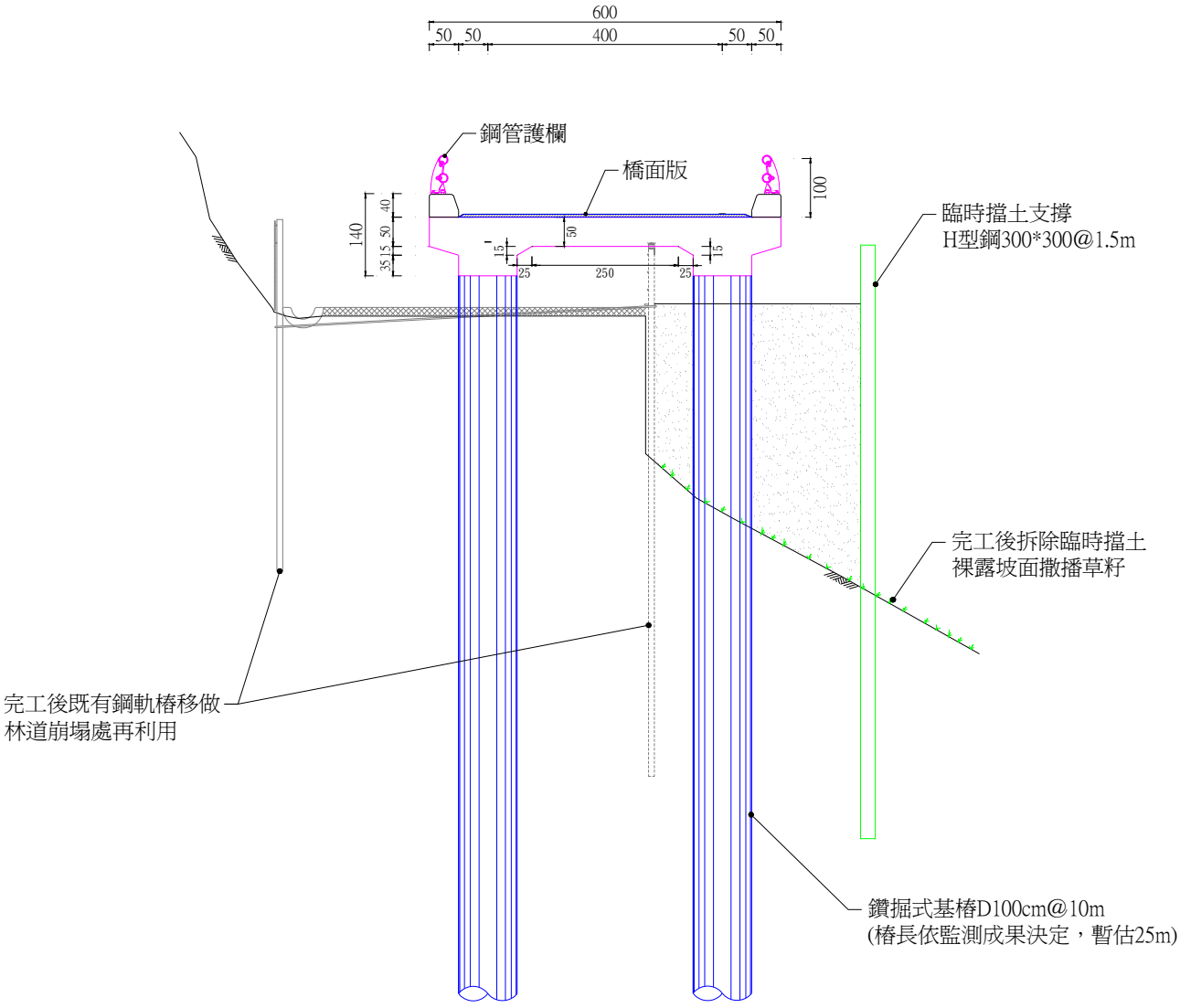


圖 5.78　藤枝 13.2K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

（3）藤枝 13.2K 工區爲舊崩塌地再次崩塌無地滑潛勢，經多次治理仍無法有效改善路基流失等問題，因此規劃鑽掘式基樁增加路基抗滑、承載及整體穩定性。而施工前之鑽探作業目的在得知承載層之深度，作爲樁基礎設計之重要依據。故**建議鑽探作業於短期復建完成後即可優先辦理**，以利後續中期復建之設計工作；本工區規劃鑽探作業 8 孔*35m，施工時視現地岩盤深度調整各孔位鑽探深度。

	工作項目與內容	數量	單位	單價(元)	複價(元)	備註
(1)	地質鑽探進尺	280.0	m	3,200.0	896,000.0	

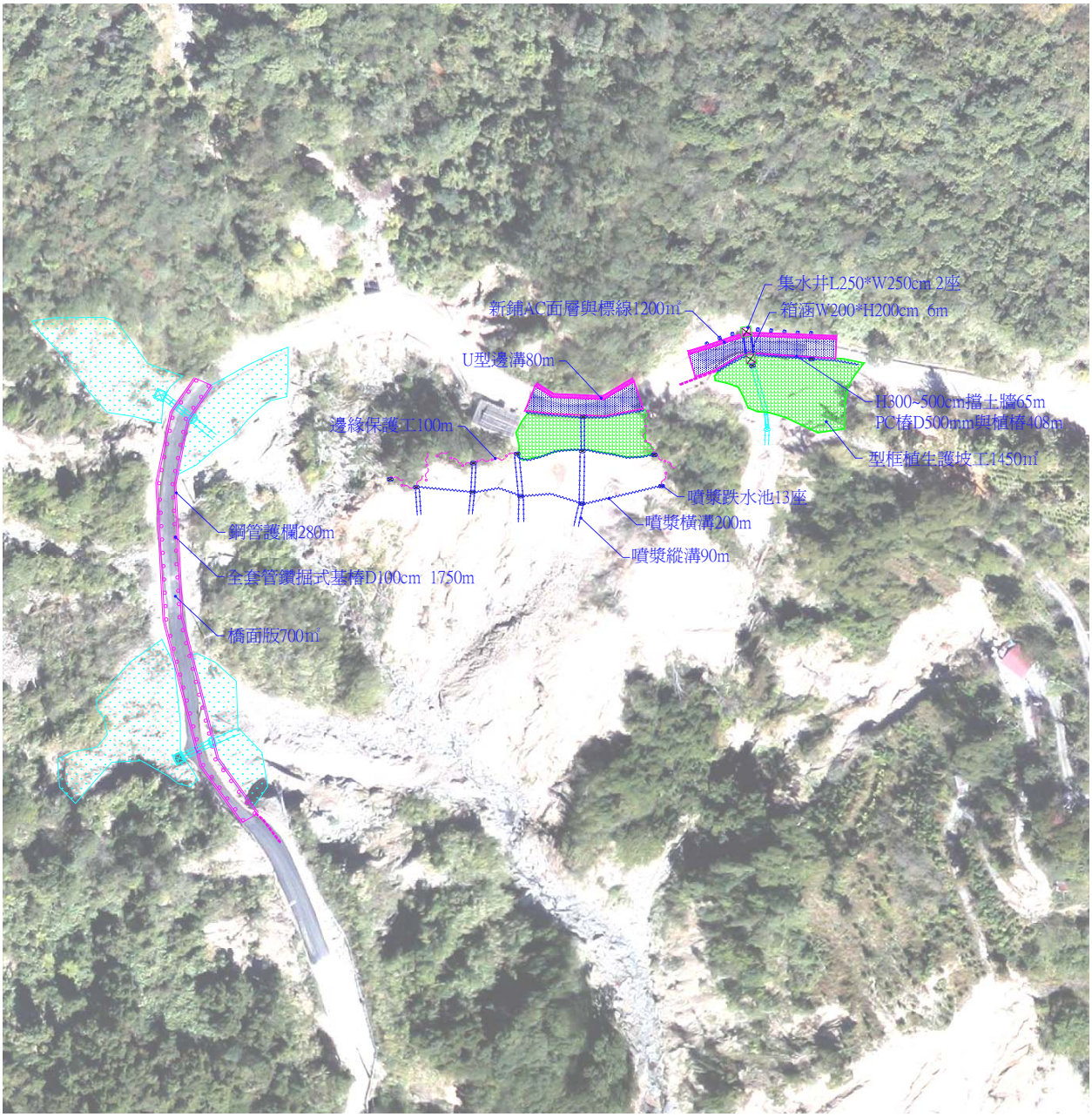


圖 5.79　藤枝 13.2K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 13.2K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 13.2K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.80。



圖 5.80　藤枝 13.2K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 13.2K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 2,320,900 元，中期補強規劃經費爲 27,677,700 元，長期補強規劃經費爲 11,833,000 元。

（六）藤枝 13.2K 崩塌地之水理分析

藤枝 13.2K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 15 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之有效水高大於 115 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 123 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 13.2K 崩塌地之用地計畫

藤枝 13.2K 土地權屬套繪詳圖 5.81，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。本工區之地籍資料與藤枝林道用地部份路段無法套疊，問題可能在於該路段過去局部改線而地籍資料尚未更新所造成。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉寶山段等 15 筆地號(詳圖 5.81 與表 5.13)，有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則**。

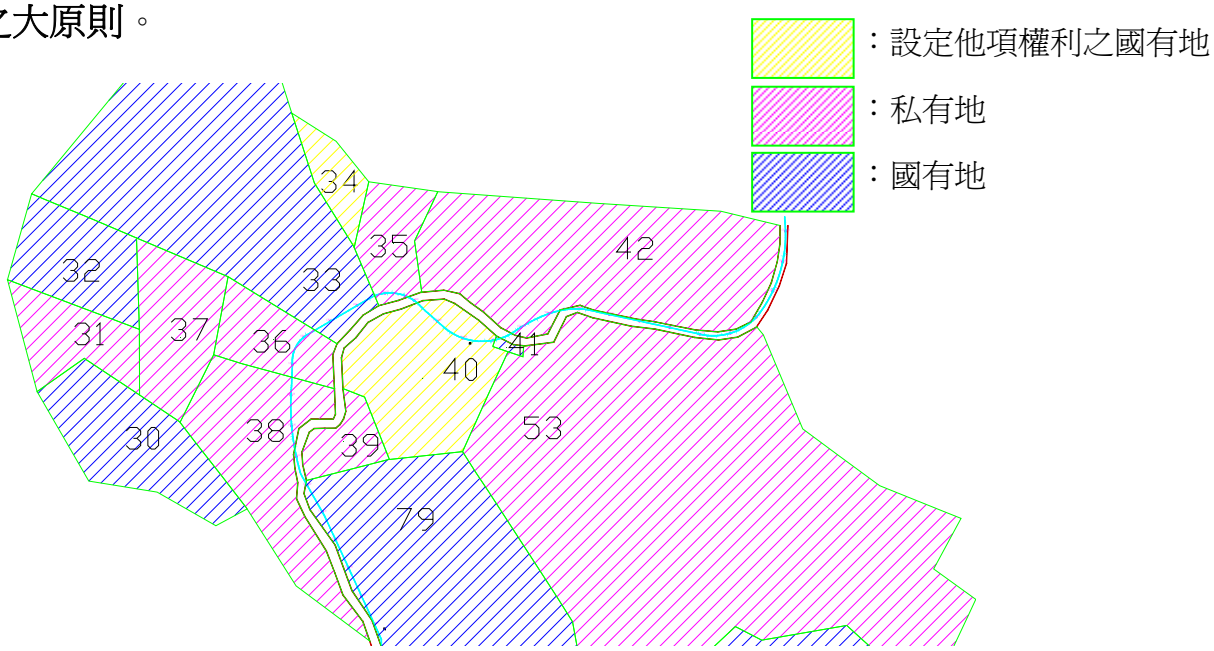


圖 5.81　藤枝 13.2K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.13　藤枝 13.2K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	30	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	33	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	34	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	寶山段	35	趙○珠、林○威、林○威、林○青		
桃源鄉	寶山段	36	謝○花		
桃源鄉	寶山段	37	陳○極		
桃源鄉	寶山段	38	陳○德		
桃源鄉	寶山段	39	謝○花		
桃源鄉	寶山段	40	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	寶山段	41	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	42	張○雲		

5.11　藤枝 14.1K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 14.1K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 14.1K 邊坡現況詳圖 5.82。由現地崩塌面觀察，道路上邊坡坡面均爲風化土石，岩盤無出露現象。地勢陡峭爲造成該處崩塌之主因，且風化土石質地鬆散、均勻，雨水滲入使土體達飽和形成圓弧形破壞。冠部地表開裂，坡面裸露，如遭逢大雨易使坡面再次滑動、崩塌。而下邊坡平均坡度超過 85%，表層崩積土難以堆積於坡面，岩盤出露，但質地破碎，表層缺乏植被，因此物理性風化作用明顯、劇烈。



圖 5.82　藤枝 14.1K 崩塌地之邊坡現況

（2）大範圍坡面崩塌：圖 5.83 顯示，既有便道中心線與原有道路中心線偏移約 3~5 公尺，原有路基均已流失。根據現地坡面倖存之植生得知，該坡面植生與周邊之樹種明顯不同，以草類植物爲主，因此研判該處過去亦爲崩塌地，且原有道路直接構築於崩積土層上方。

（3）用地問題：藤枝 14.1K 崩塌地土地權屬套繪詳圖 3.17，屬國有地之原住名保留地，而保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題。

（4）大面積之農地墾殖：該崩塌地冠部爲大面積農地墾殖，因此農地之水土保持直接影響邊坡坡面之穩定性，對藤枝林道永續經營更是一大考驗。

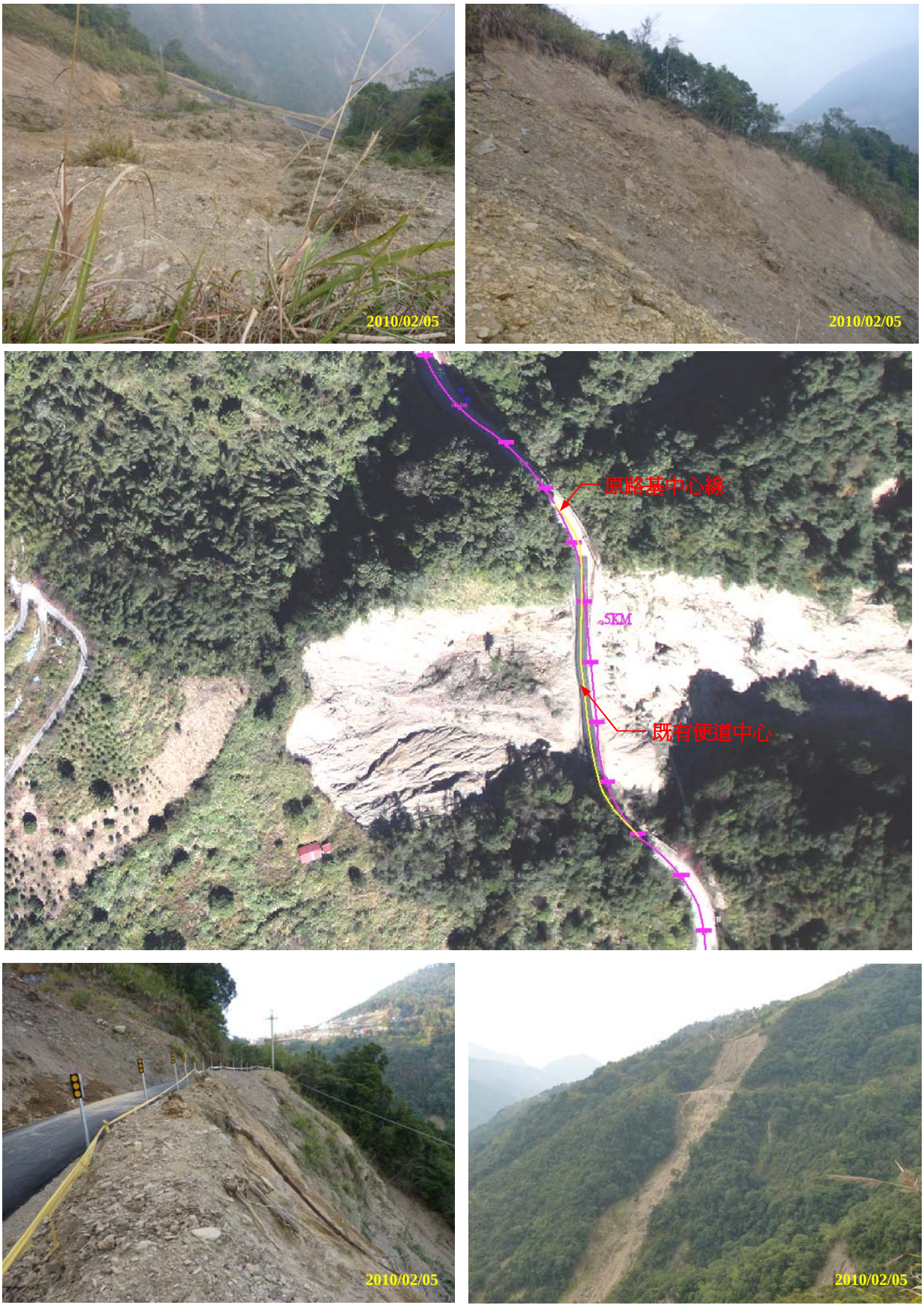


圖 5.83　藤枝 14.1K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 14.1K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 14.1K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.84。

（2）圖 5.85 照片爲藤枝 14.1K 臨時便道現況，多數路段以活動式預鑄護欄塊做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.86 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定，配合崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、調整目前便道路基縱向坡度等。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

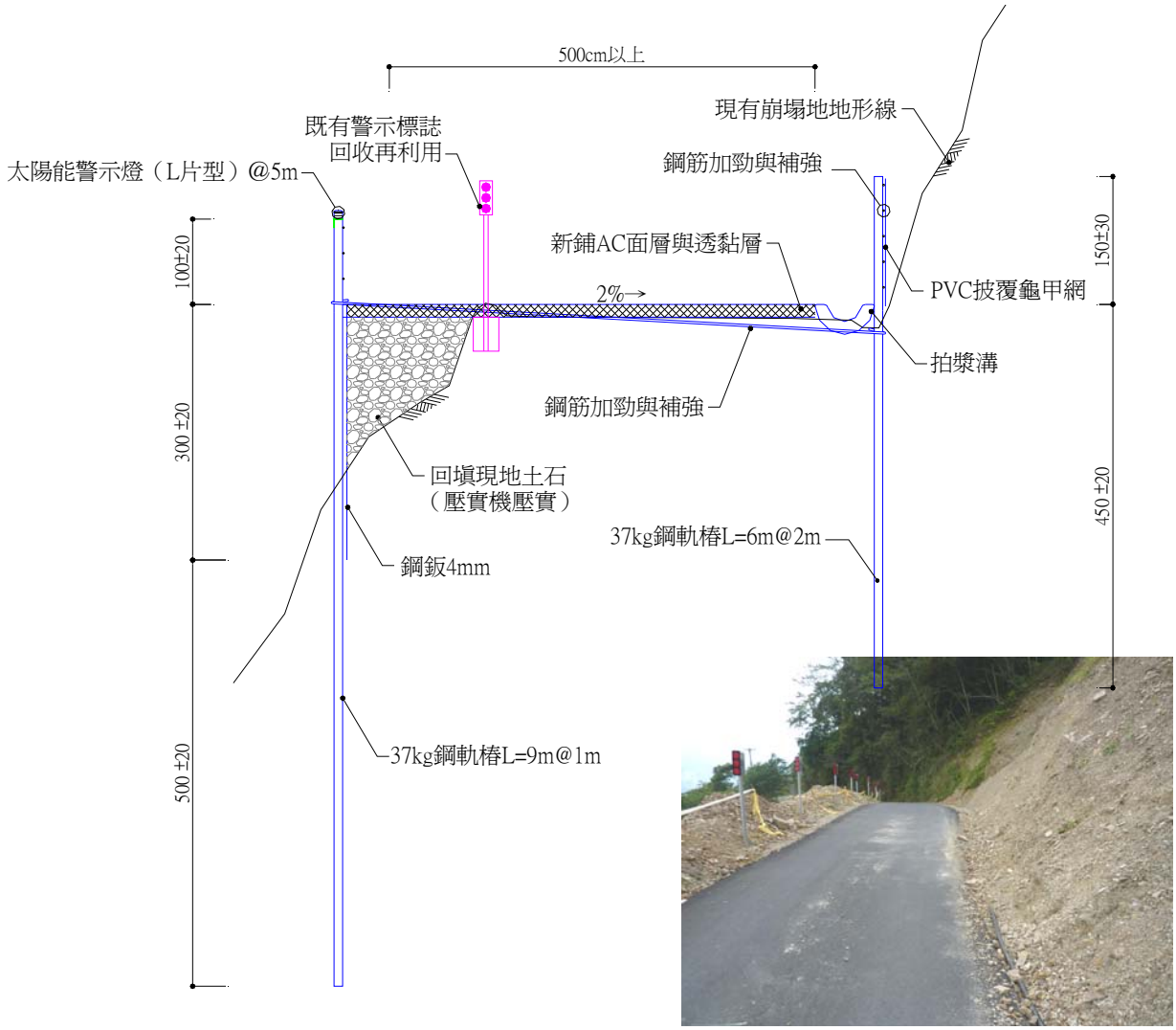


圖 5.84　藤枝 14.1K 短期復建規劃之便道路基補強方式

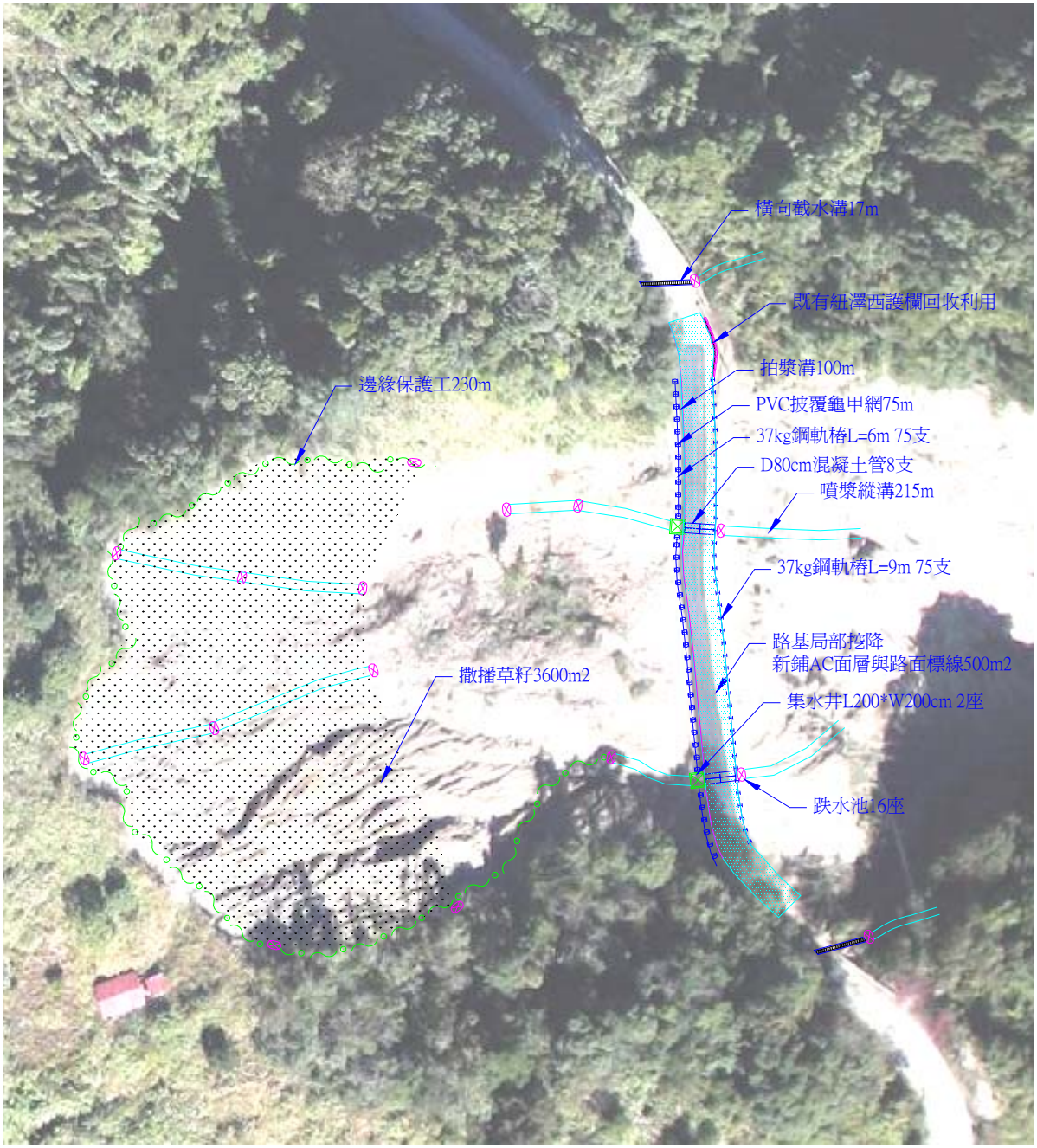


圖 5.85　藤枝 14.1K 路基短期復建規劃之配置示意圖

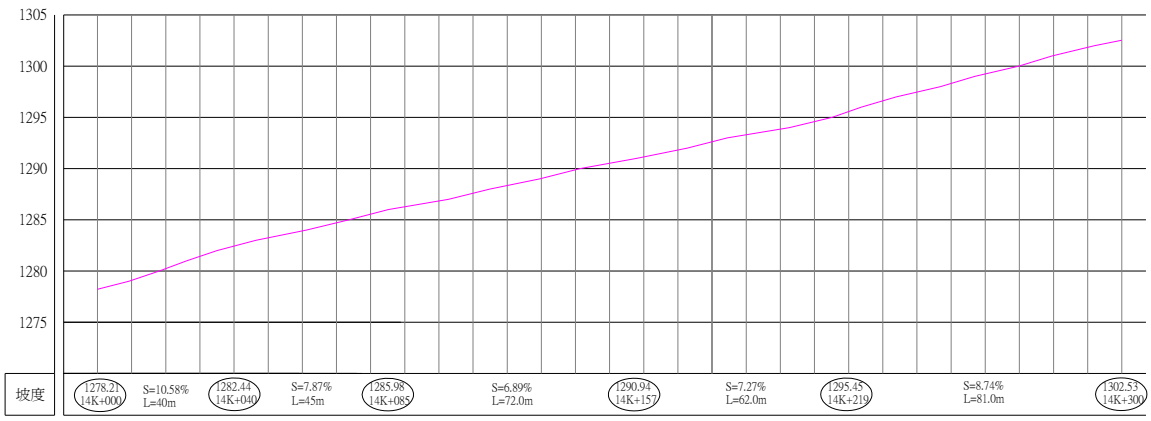


圖 5.86　14.1K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖

（三）藤枝 14.1K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 14.1K 中期復建規劃（構想詳圖 5.87）：以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

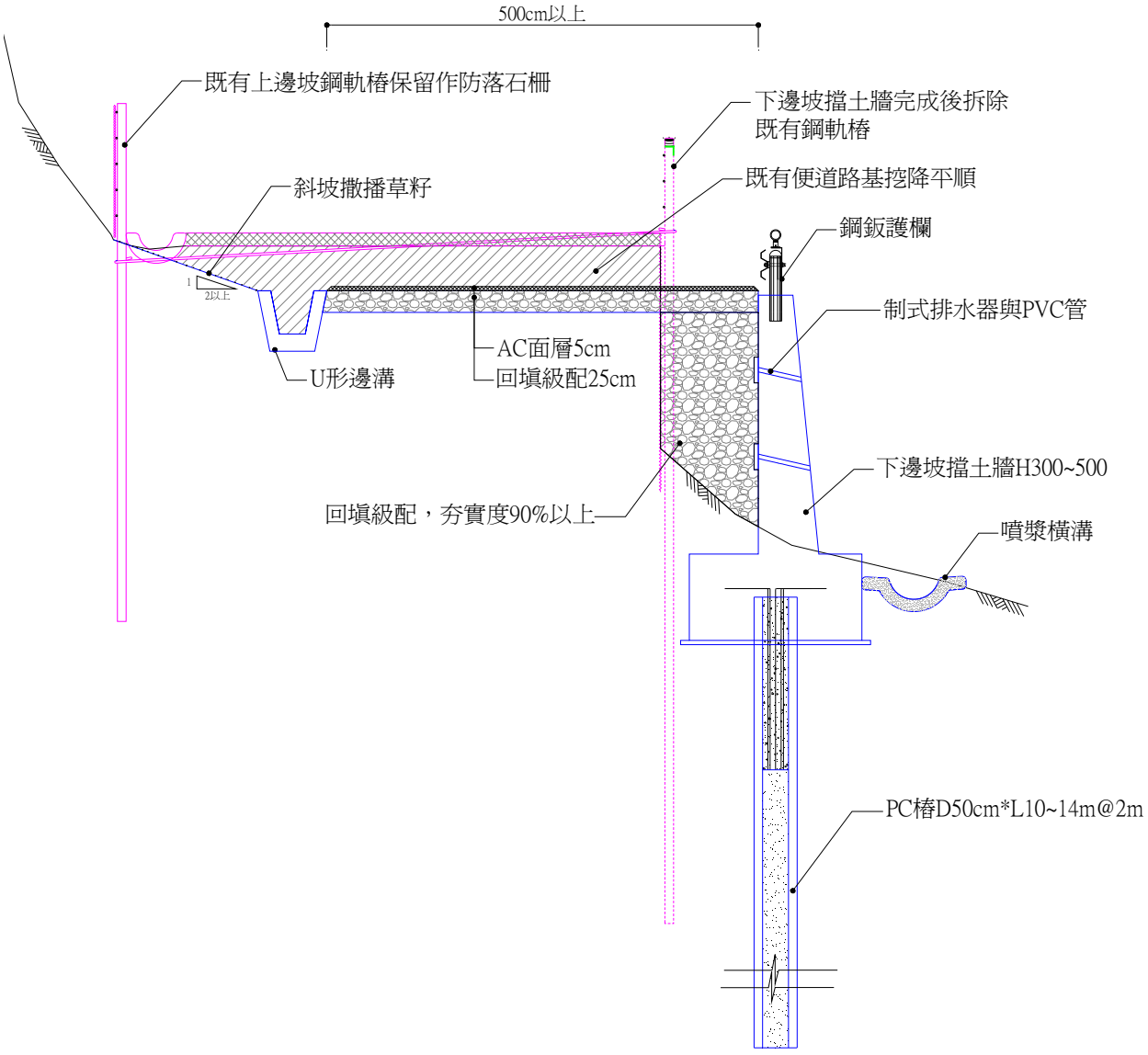


圖 5.87　藤枝 14.1K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

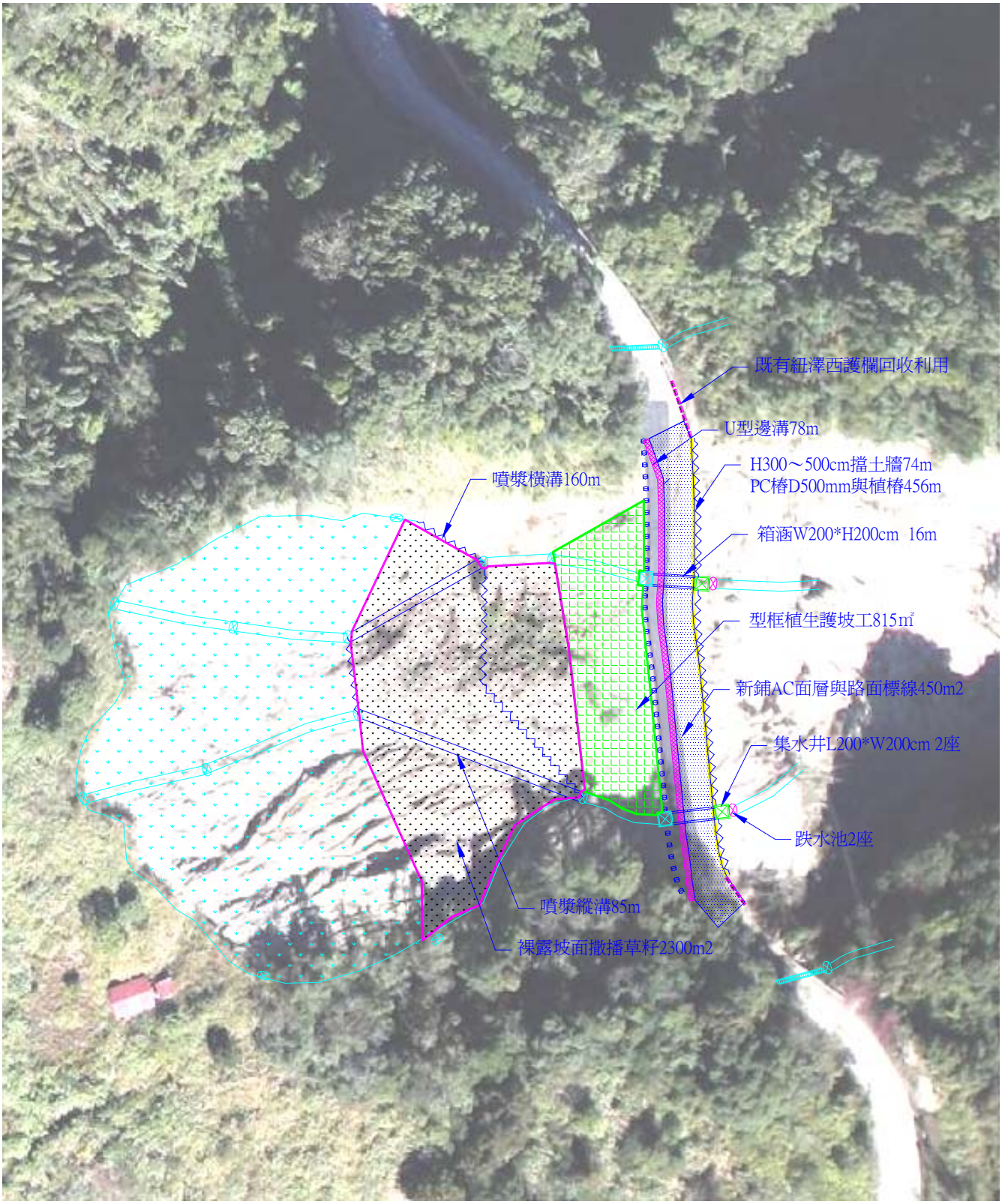


圖 5.88　藤枝 14.1K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 14.1K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 14.1K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.89。



圖 5.89　藤枝 14.1K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 14.1K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 4,547,170 元，中期補強規劃經費爲 8,055,500 元，長期補強規劃經費爲 2,084,400 元。

（六）藤枝 14.1K 崩塌地之水理分析

藤枝 14.1K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 150 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 81 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 74 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 14.1K 崩塌地之用地計畫

藤枝 14.1K 土地權屬套繪詳圖 3.17，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉寶山段 5、19、386 地號總計 3 筆（詳圖 5.90 與表 5.14），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則。**

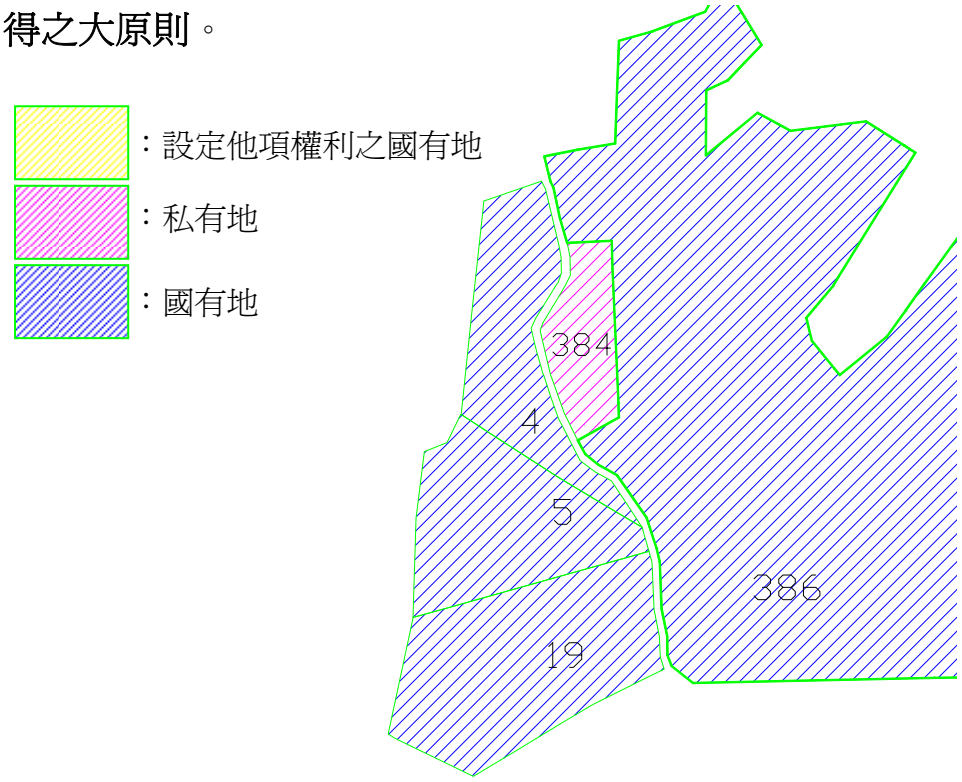


圖 5.90　藤枝 14.1K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.14　藤枝 14.1K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	寶山段	5	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	19	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	寶山段	386	中華民國	行政院原住民族委員會	

5.12　藤枝 15.3K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 15.3K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡：藤枝 15.3K 邊坡現況詳圖 5.91。該工區邊坡主要由板岩構成，質地破碎、表層風化嚴重，且既有便道緊鄰不穩定坡面，常有落石發生。冠部崩塌地源頭爲農路之迴頭彎，路面排水由此處溢流沖蝕坡面，加速惡化坡面之穩定性。下邊坡仍覆蓋大量崩積土，局部有露頭出露，質地破碎，連日豪雨易造成坡面沖蝕，路基再次流失，溝底仍有持續刷深之虞。



圖 5.91　藤枝 15.3K 崩塌地之邊坡現況

（2）大範圍坑溝崩塌：藤枝 15.3K 崩塌地爲舊有大型坑溝，河道兩側無明顯崩塌現象，經莫拉克風災後，崩塌情形加劇並往上游發展至路基。圖 5.92 顯示，目前便道中心線與過去原路線中心線約偏離 9 公尺，原有林道路基已完全流失，既有便道目前構築於崩積土層，兩側採鋼軌樁對拉方式暫時穩固路基。

（3）用地問題：藤枝 15.3K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.17，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題。



圖 5.92　藤枝 15.3K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 15.3K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 15.3K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.93。

（2）圖 5.94 照片爲藤枝 15.3K 臨時便道現況，多數路段以活動式預鑄護欄塊做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.93 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定，配合崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、調整目前便道路基縱向坡度等。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

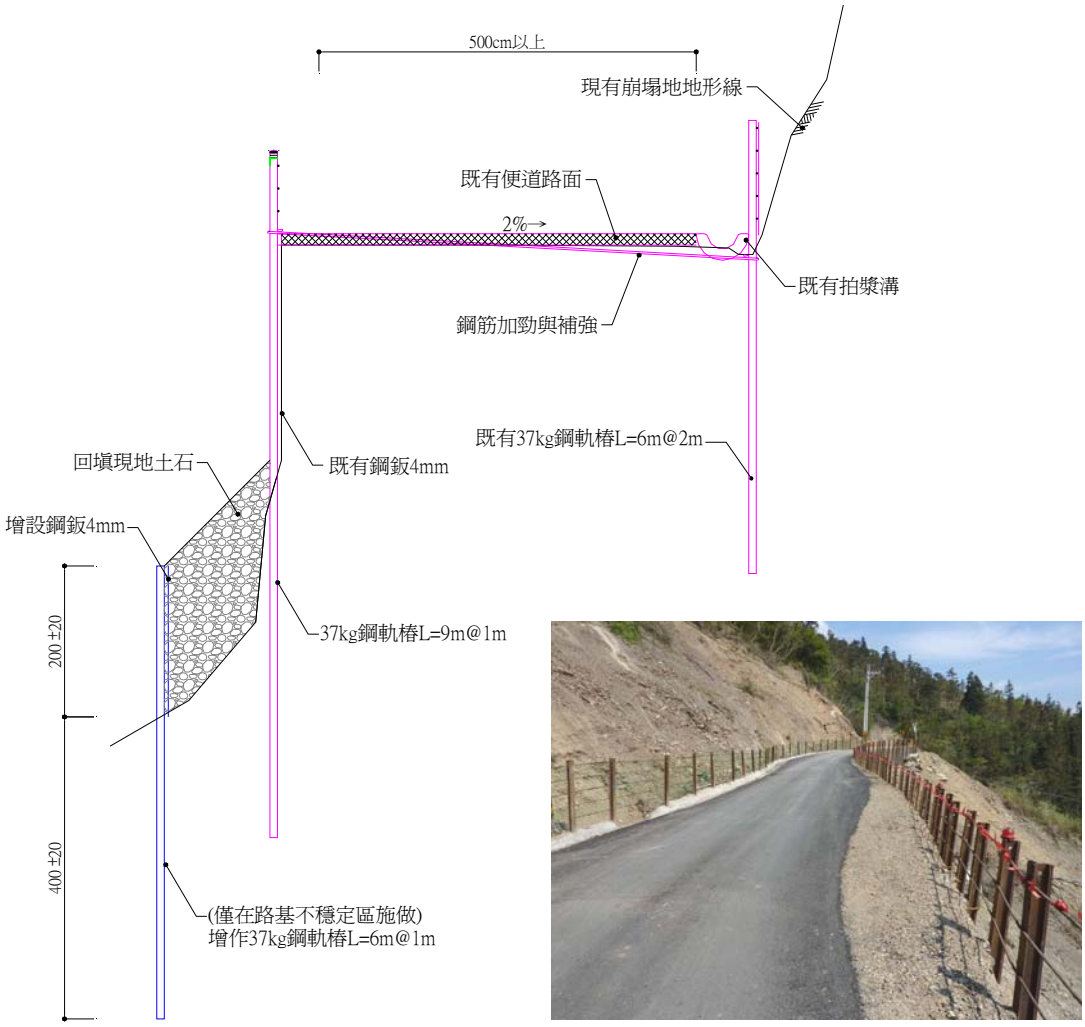


圖 5.93　藤枝 15.3K 短期復建規劃之便道路基補強方式

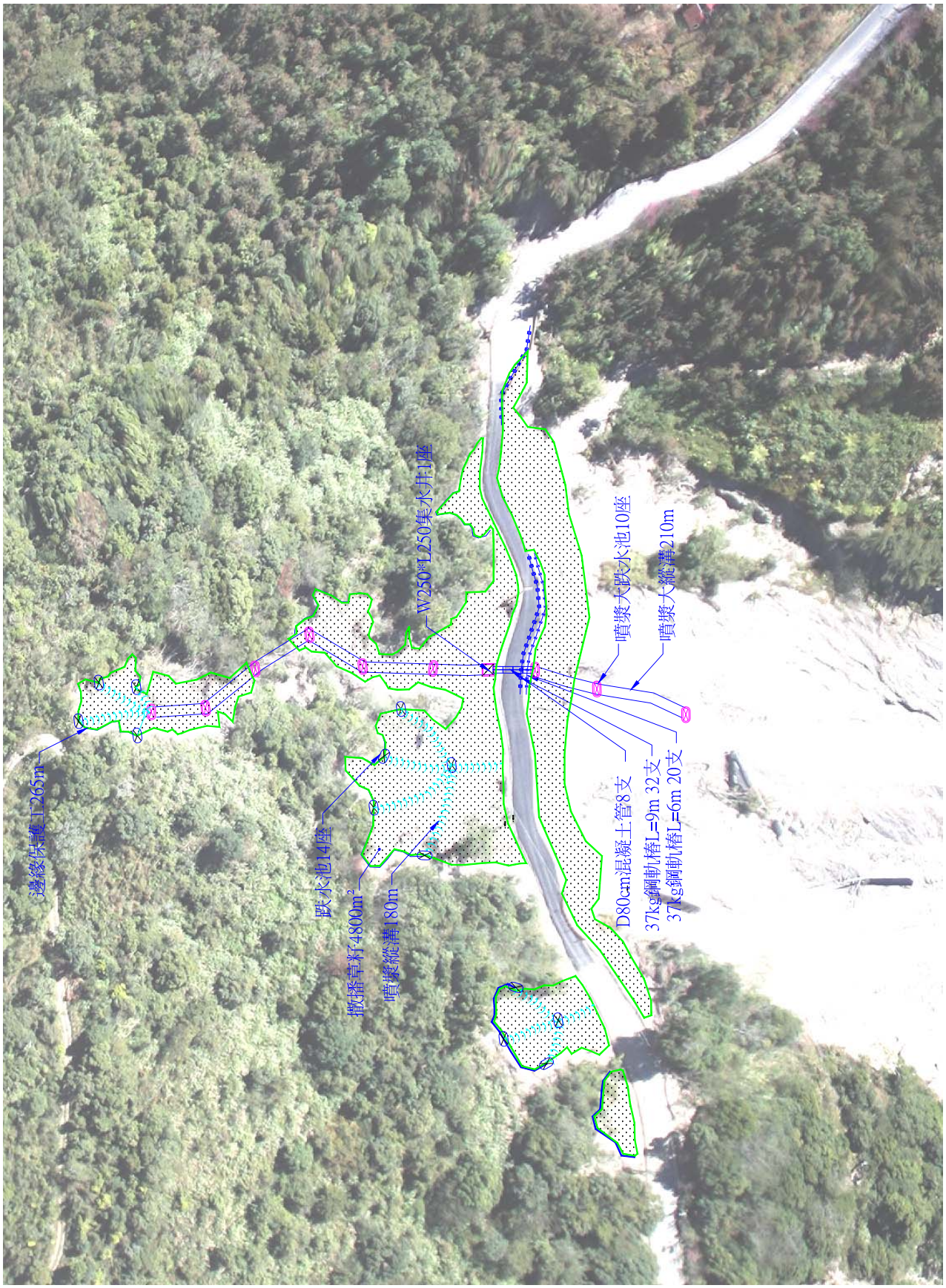


圖 5.94　藤枝 15.3K 路基短期復建規劃之配置示意圖

（三）藤枝 15.3K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 15.3K 中期復建規劃（構想詳圖 5.95）：以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程進度。

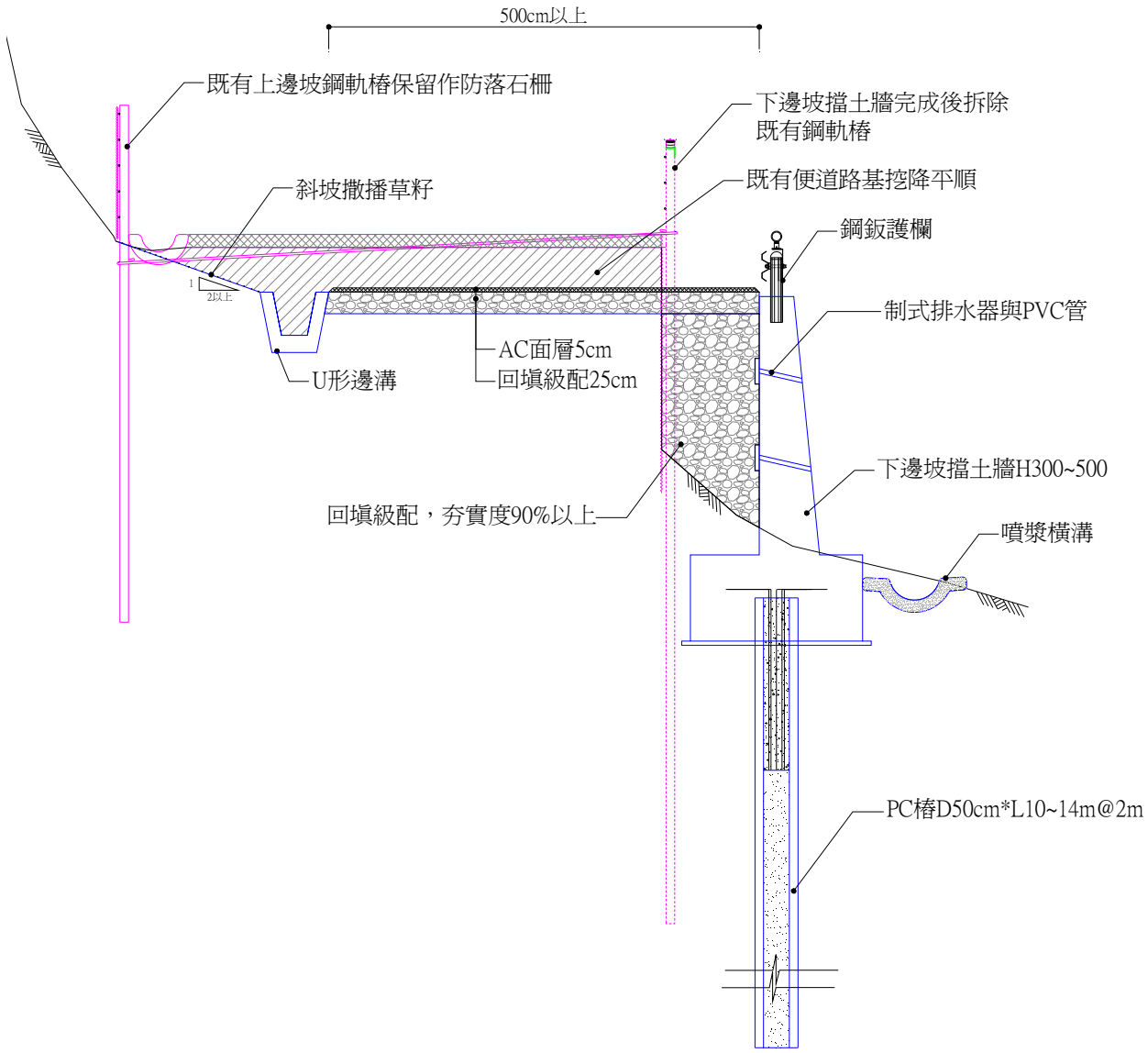


圖 5.95　藤枝 15.3K 路基中期復建規劃之路基標準斷面



圖 5.96　藤枝 15.3K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 15.3K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 15.3K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.97。

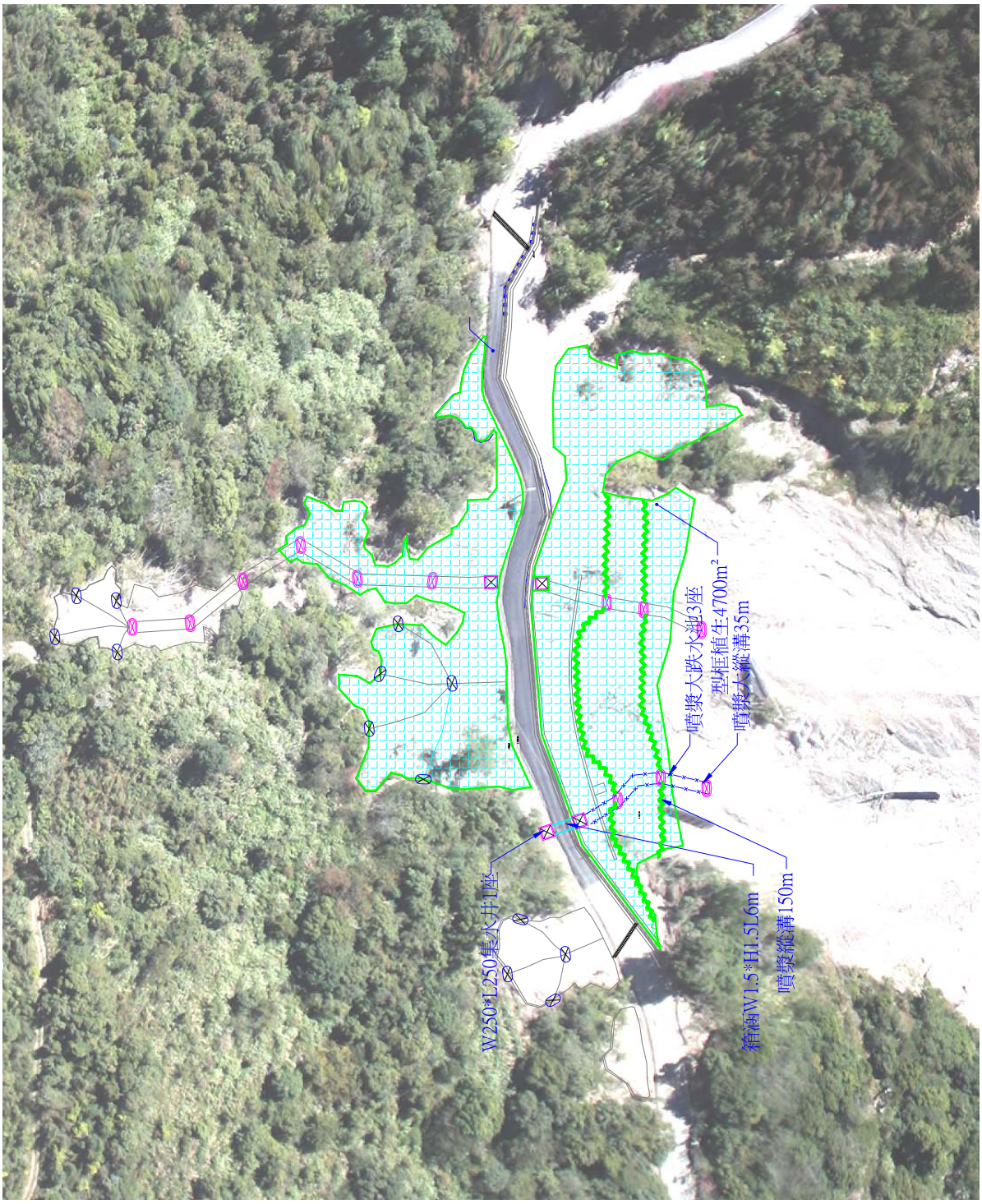


圖 5.97　藤枝 15.3K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 15.3K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 5,655,000 元，中期補強規劃經費爲 17,275,000 元，長期補強規劃經費爲 6,732,000 元。

（六）藤枝 15.3K 崩塌地之水理分析

藤枝 15.3K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 150 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 138 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 136 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 15.3K 崩塌地之用地計畫

藤枝 15.3K 土地權屬套繪詳圖 3.17，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關地號爲桃源鄉藤枝段等 7 筆地號（詳圖 5.98 與表 5.15），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則**。

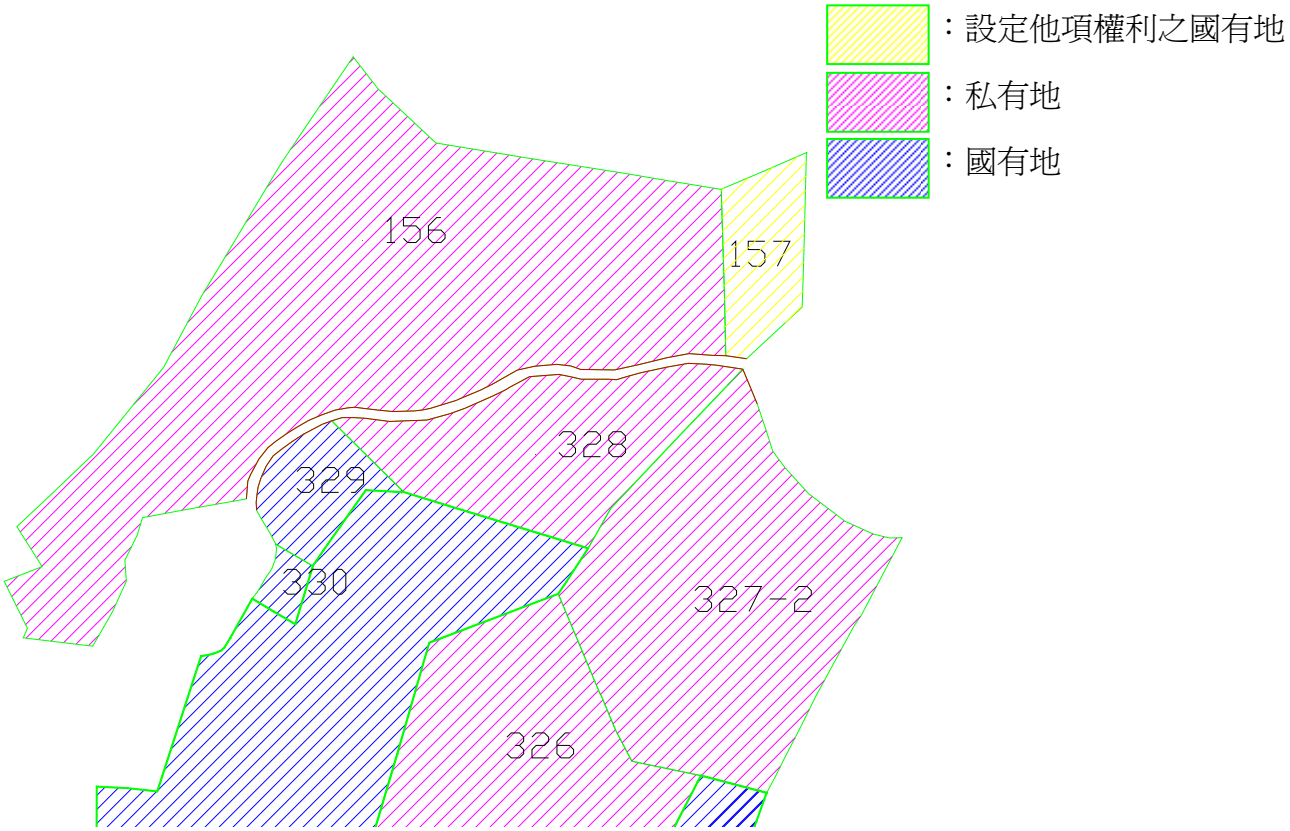


圖 5.98　藤枝 15.3K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.15　藤枝 15.3K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	藤枝段	156	吳○霖		
桃源鄉	藤枝段	157	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	326	林○蘭		
桃源鄉	藤枝段	327	曾○順		
桃源鄉	藤枝段	328	曾○國		
桃源鄉	藤枝段	329	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	330	中華民國	行政院原住民族委員會	

5.13　藤枝 18.0K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 18.0K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡與大面積坡面崩塌：藤枝 18.0K 邊坡現況詳圖 5.99。該工區爲舊有崩塌地，坡面已有裸露現象，經莫拉克風災後，鬆散之土石遇水軟化，土壤剪力強度降低，坡面土石荷載增加使崩塌地迅速擴大。目前坡面裸露，表層均爲崩積土石，雖偶有岩盤出露，但風化情形嚴重極易剝落，且路基暫時構築於崩積土石上方，連日豪雨易造成坡面沖蝕、路基再次流失。



圖 5.99　藤枝 18.0K 崩塌地之邊坡現況

（2）向源侵蝕：藤枝 18.0K 崩塌地位於邦腹北溪源頭，且坡趾處於河道凹岸，向源侵蝕嚴重，崩塌地易因坡趾之崩土遭水流帶走而尚失穩定造成崩塌範圍擴大，往路基延伸。

（3）用地問題：藤枝 18.0K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.18，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題，各期林道線型套繪詳圖 5.100。

（4）地滑潛勢區域：藤枝 18.0K 爲地滑潛勢區域，地滑現象明顯，冠部地表裂縫落差大；圖 5.100 顯示，雖然大部份路基已流失，但悻存之道路雖看似完整，但經航照套繪結果目前道路中心線與舊有道路中心線已外推五公尺以上。該崩塌地地理位置已接近山脊線，因此地下水位深遠，應不足以致災，但須嚴防暴雨時之地表逕流水滲入地表裂縫與坡面沖蝕。



圖 5.100　藤枝 18.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 18.0K 崩塌地之既有監測成果

（1）屏東處 98 年初曾辦理「藤枝林道設施檢查、測量監測、排水規劃技術服務案」，規劃進行藤枝林道沿線設施檢視、崩塌地穩定分析、排水災害調查、後續整治規劃、道路 GIS 建置、地形測量、長期監測等工作，於本案藤枝 18.0K 崩塌地周邊區域配置有 4 支傾斜管等監測設施，配置詳圖 5.101 所示。

（2）藤枝 18.0K 崩塌地之 D5 至 D8 傾斜管監測成果（詳圖 5.102）：莫拉克颱風前變位不顯著，莫拉克颱風後監測發現 D5 至 D8 傾斜管皆已斷裂或擠壓損壞，顯示 18.0K 部落周邊地層有明顯滑移狀況發生，建議後續重新佈設監測設施，以掌握確認滑動之範圍及深度，供復建工程設計之重要參考依據。



圖 5.101　藤枝 18.0K 崩塌地之既有傾斜管配置圖

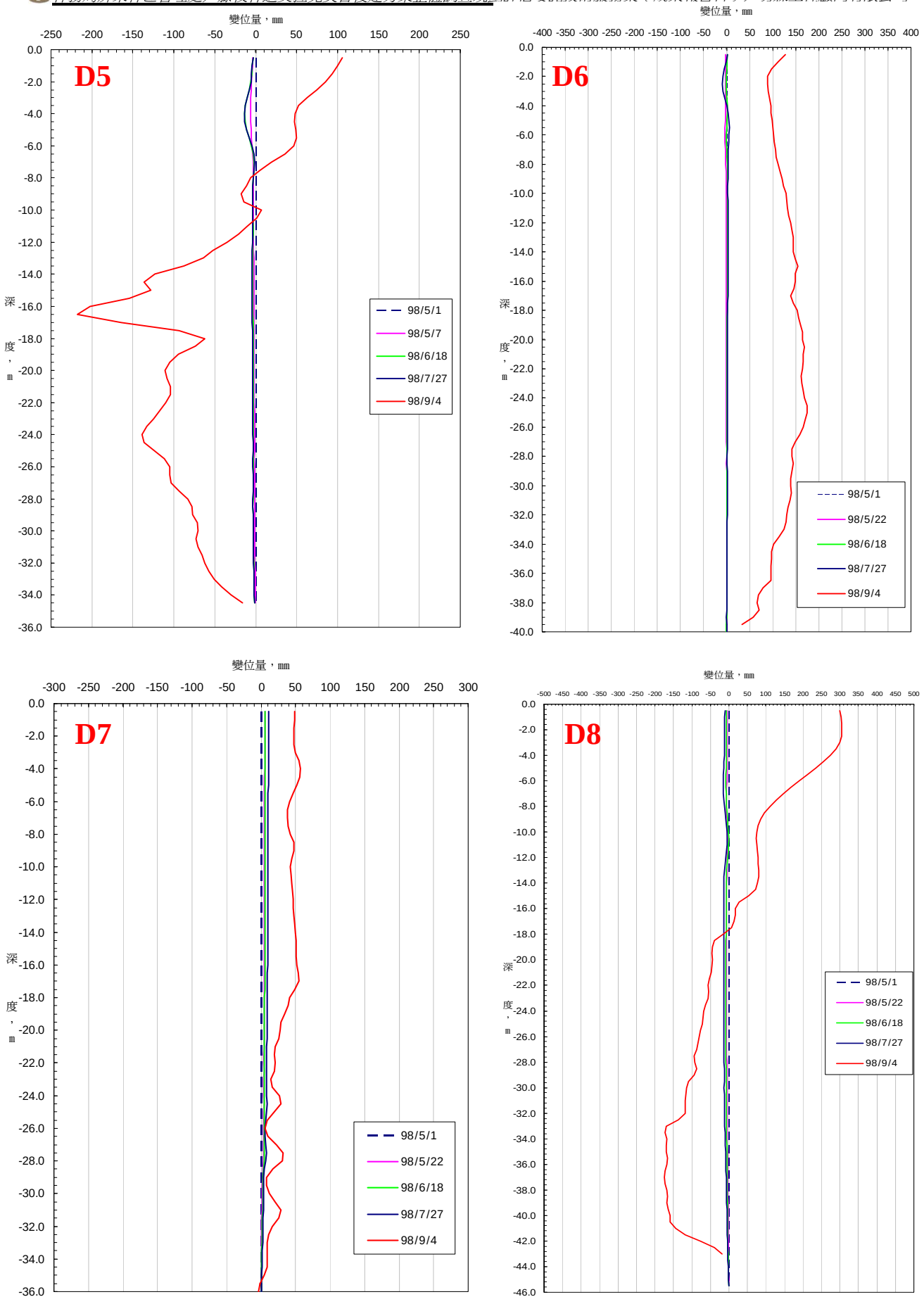


圖 5.102　藤枝 18.0K 崩塌地之既有傾斜管監測成果圖

（三）藤枝 18.0K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 18.0K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.103。

（2）圖 5.104 照片爲藤枝 18.0K 便道現況，多數路段爲雙側鋼軌樁作爲便道路基，少數路段以紐澤西護岸避開危險，此路段穩定性稍差。本案短期復建之標準斷面詳圖 5.105 所示，主要以鋼軌樁補強便道路基下邊坡穩定，配合崩塌邊坡護坡工與冠部導水、挖降與調整目前便道路基縱向坡度，改善周邊路面邊溝與橫向截水溝達到分散排水，減緩坡面沖蝕。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

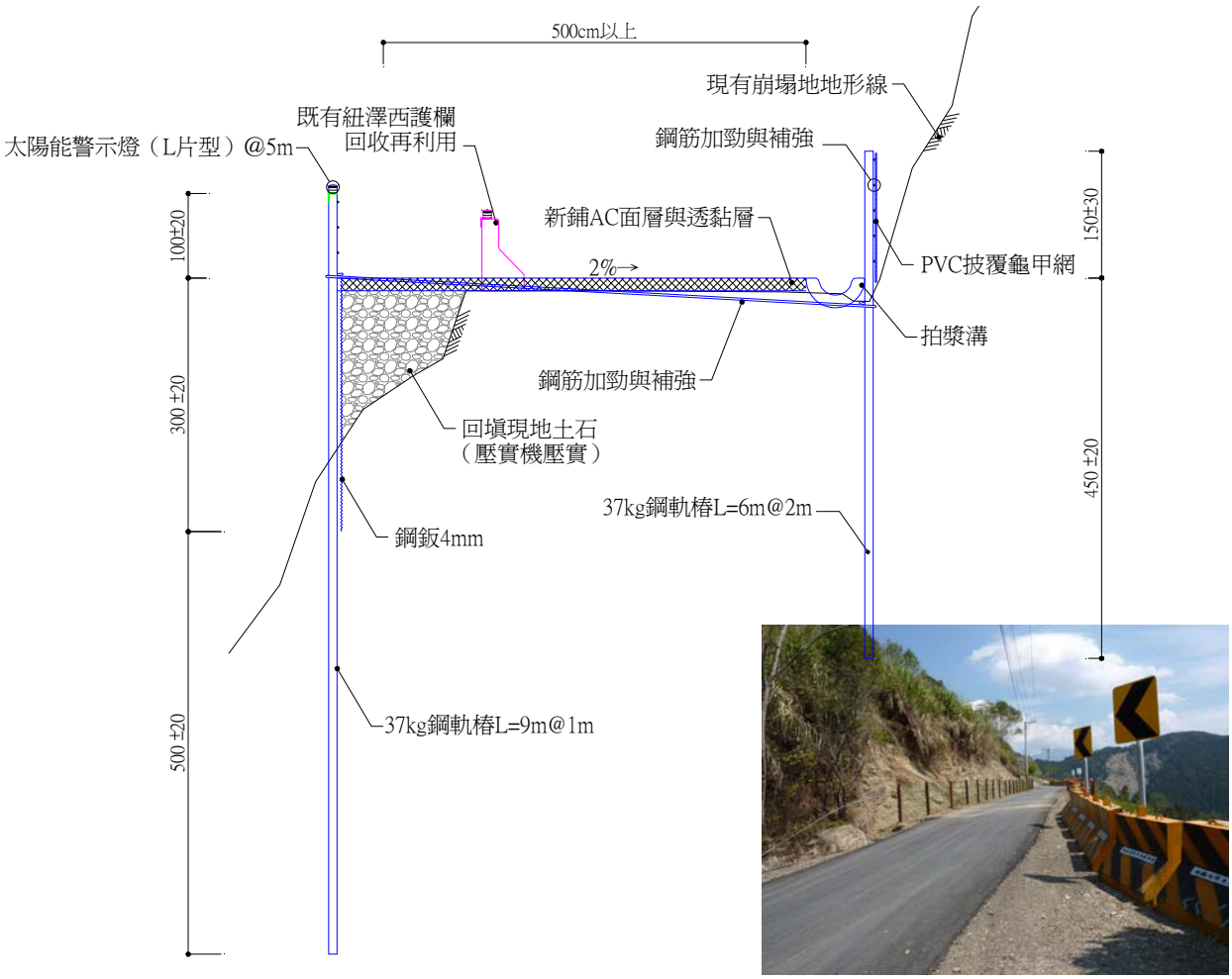


圖 5.103　藤枝 18.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式



圖 5.104　藤枝 18.0K 路基短期復建規劃之配置示意圖

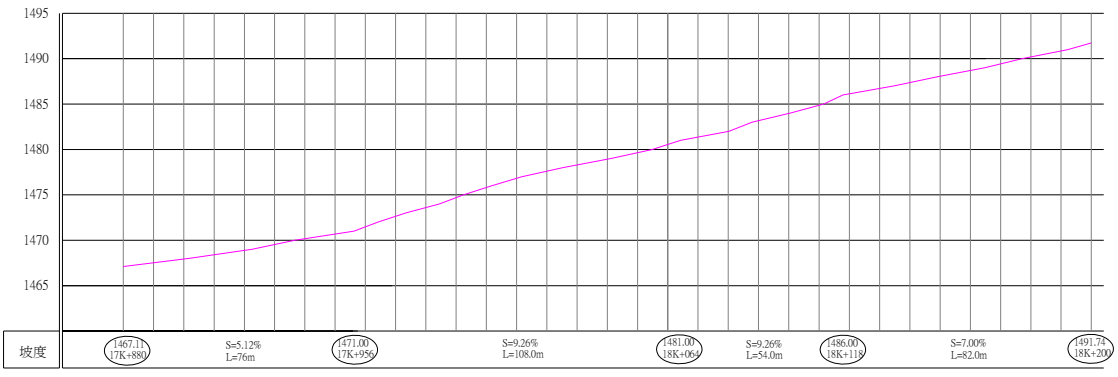


圖 5.105　藤枝 18.0K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖

（四）藤枝 18.0K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 18.0K 中期復建規劃（構想詳圖 5.106）：本區林道位在明顯地滑區域冠部，規劃於短期復建施做之既有鋼軌樁擋土牆外側，依地質鑽探成果分析，以鑽掘式基樁深入承載層作爲抗滑樁，基樁連結帽樑並於內側以濾水性良好土石籠袋作爲林道下邊坡處擋土支撐。鑽掘式基樁與帽樑完成後，將便道改至外側，後續施做上邊坡擋土牆與防落石柵以防止上邊坡崩坍落石，配合施做 U 型邊溝排水導入下方邊坡，搭配噴漿縱橫溝引導匯流水至下方坑溝。下方邊坡並施做帶狀型框植生護坡與階狀整坡以達到穩定坡面效果。

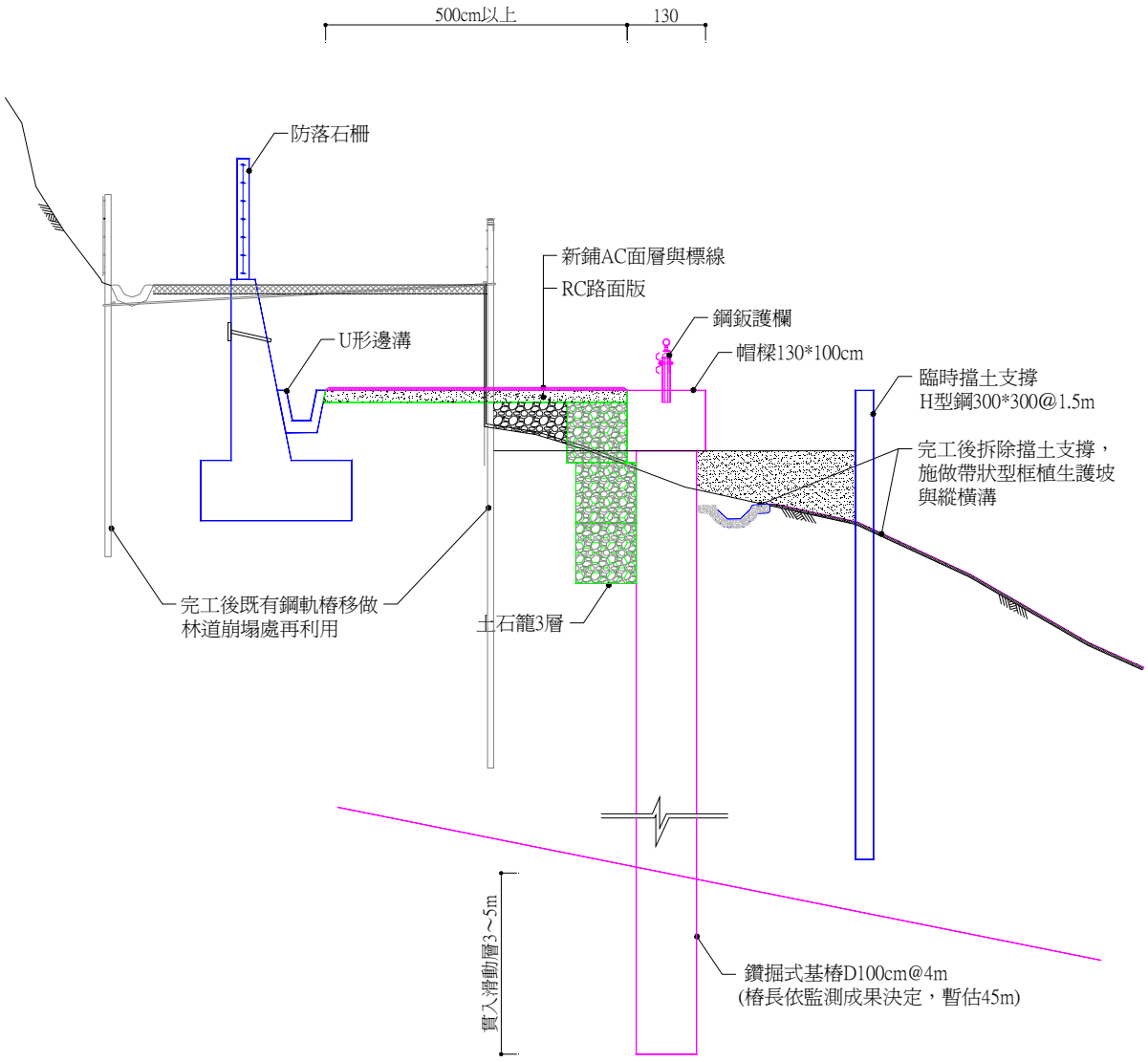


圖 5.106　藤枝 18.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

（2）藤枝 18.0K 位處於地滑潛勢區，中期復建規劃採鑽掘式基樁進行整治，爲得到較佳整治成效，設計前地質、地滑參數的取得相對重要。本區規劃鑽探孔數 8 孔*45m，傾斜管*4、自計式水位計*2。由於監測系統之建立及地層參數取得（監測作業）需耗時半年至一年以上，建議將鑽探監測工作提早於短期復建後獨立辦理，以利後續作業進行。

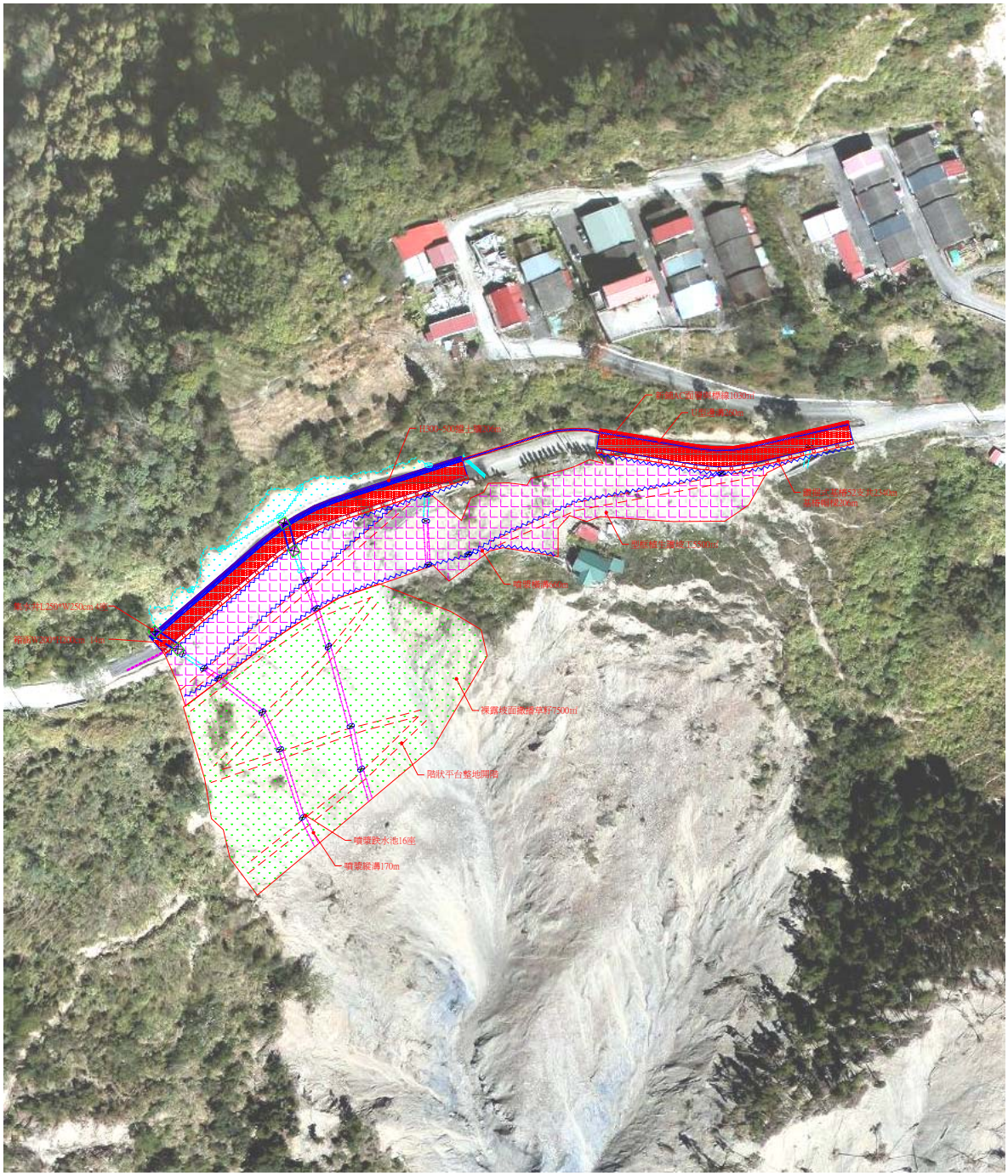


圖 5.107　藤枝 18.0K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 18.0K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 18.0K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.108。

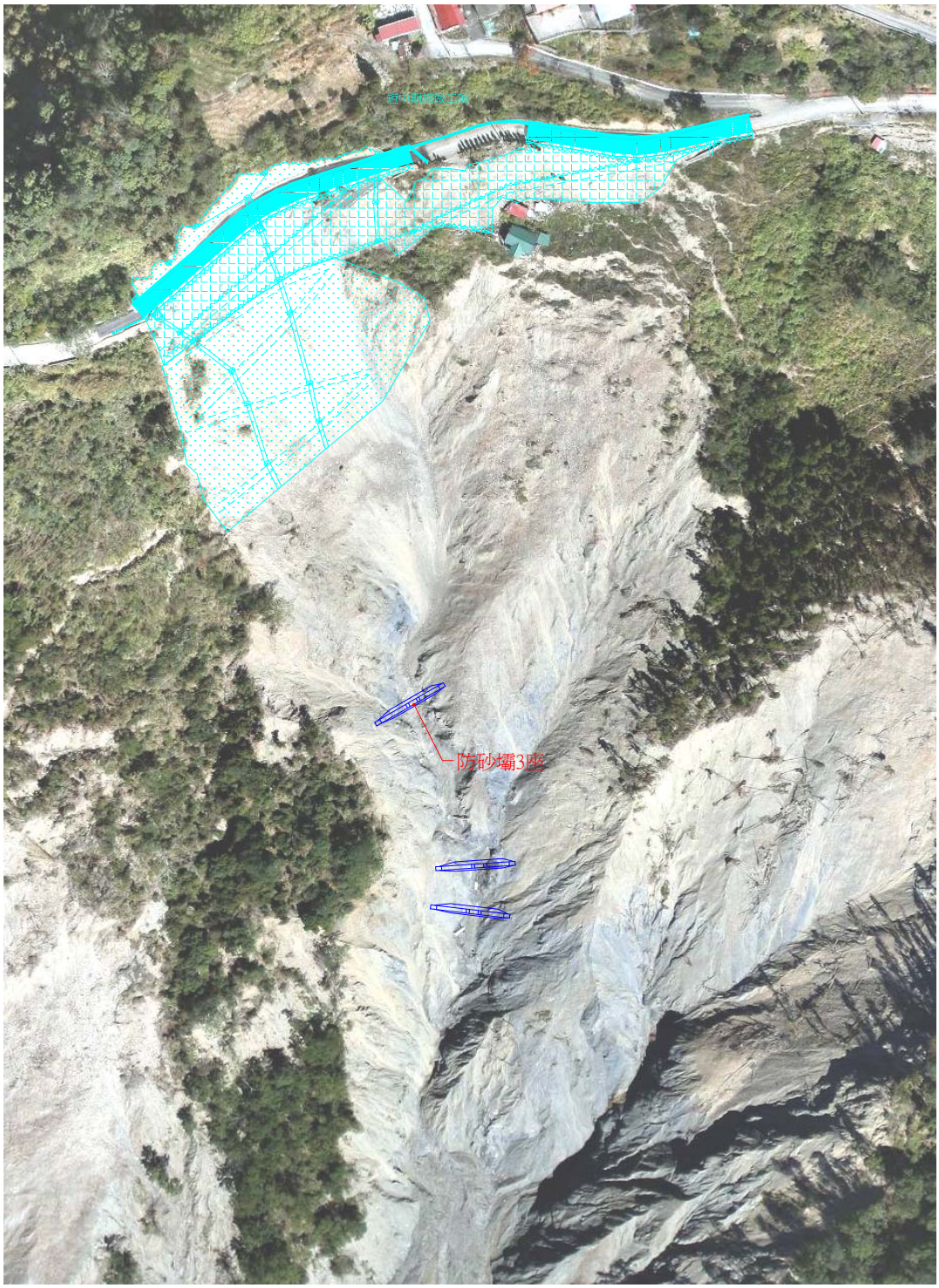


圖 5.108 藤枝 18.0K 長期復建規劃之配置示意圖

（六）藤枝 18.0K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 1,198,200 元，中期補強規劃經費爲 68,480,300 元，長期補強規劃經費爲 17,559,300 元。

（七）藤枝 18.0K 崩塌地之水理分析

藤枝 18.0K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計劃渠道水理分析：計劃渠道通洪斷面爲底寬 150 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 25 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 29 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（八）藤枝 18.0K 崩塌地之用地計畫

藤枝 18.0K 土地權屬套繪詳圖 3.18，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉藤枝段等 10 筆地號（詳圖 5.109 與表 5.16），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則。**

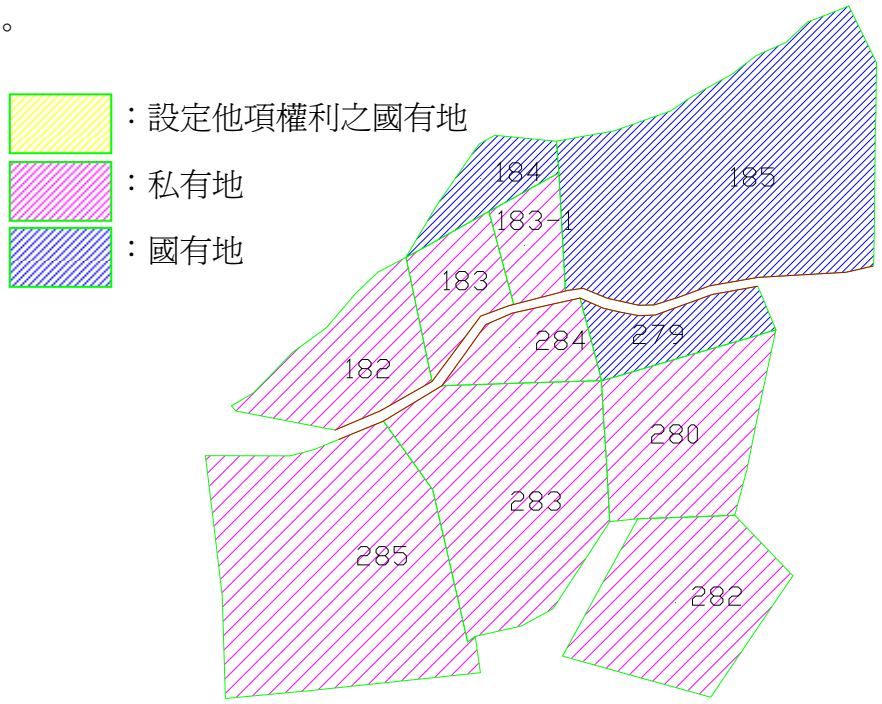


圖 5.109　藤枝 18.0K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.16　藤枝 18.0K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	藤枝段	182	陳○嫻		
桃源鄉	藤枝段	183	陳○嫻		
桃源鄉	藤枝段	183-1	陳○嫻		
桃源鄉	藤枝段	184	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	185	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	279	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	280	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	283	謝○高妹		
桃源鄉	藤枝段	284	林○雄		
桃源鄉	藤枝段	285	林○興		

5.14　藤枝 18.4K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 18.4K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡與大面積坡面崩塌：藤枝 18.4K 邊坡現況詳圖 5.110。該工區爲舊有崩塌地，坡面部份已有裸露現象，經莫拉克風災後，坡面土石因大量雨水使荷載增加造成崩塌地迅速擴大。目前坡面裸露，表層均爲崩積土石，雖偶有岩盤出露，但風化情形嚴重極易剝落，且路基暫時構築於崩積土石上方，連日豪雨易造成坡面沖蝕、路基再次流失。



圖 5.110　藤枝 18.4K 崩塌地之邊坡現況

（2）地滑潛勢區域：藤枝 18.4K 爲地滑潛勢區域，地滑現象明顯，冠部地表裂縫落差大；圖 5.111 顯示，雖然大部份路基已流失，但倖存道路雖看似完整，但經航照套繪結果目前道路中心線與舊有道路中心線以外推五公尺以上。該崩塌地地理位置已接近山脊線，因此地下水位深遠，應不足以致災，但崩塌地冠部地勢平坦，地表裂縫大且土質鬆散，須嚴防暴雨時之地表逕流水滲入地表裂縫與坡面沖蝕，避免崩塌情形迅速惡化。

（3）用地問題：藤枝 18.4K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.19，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題。

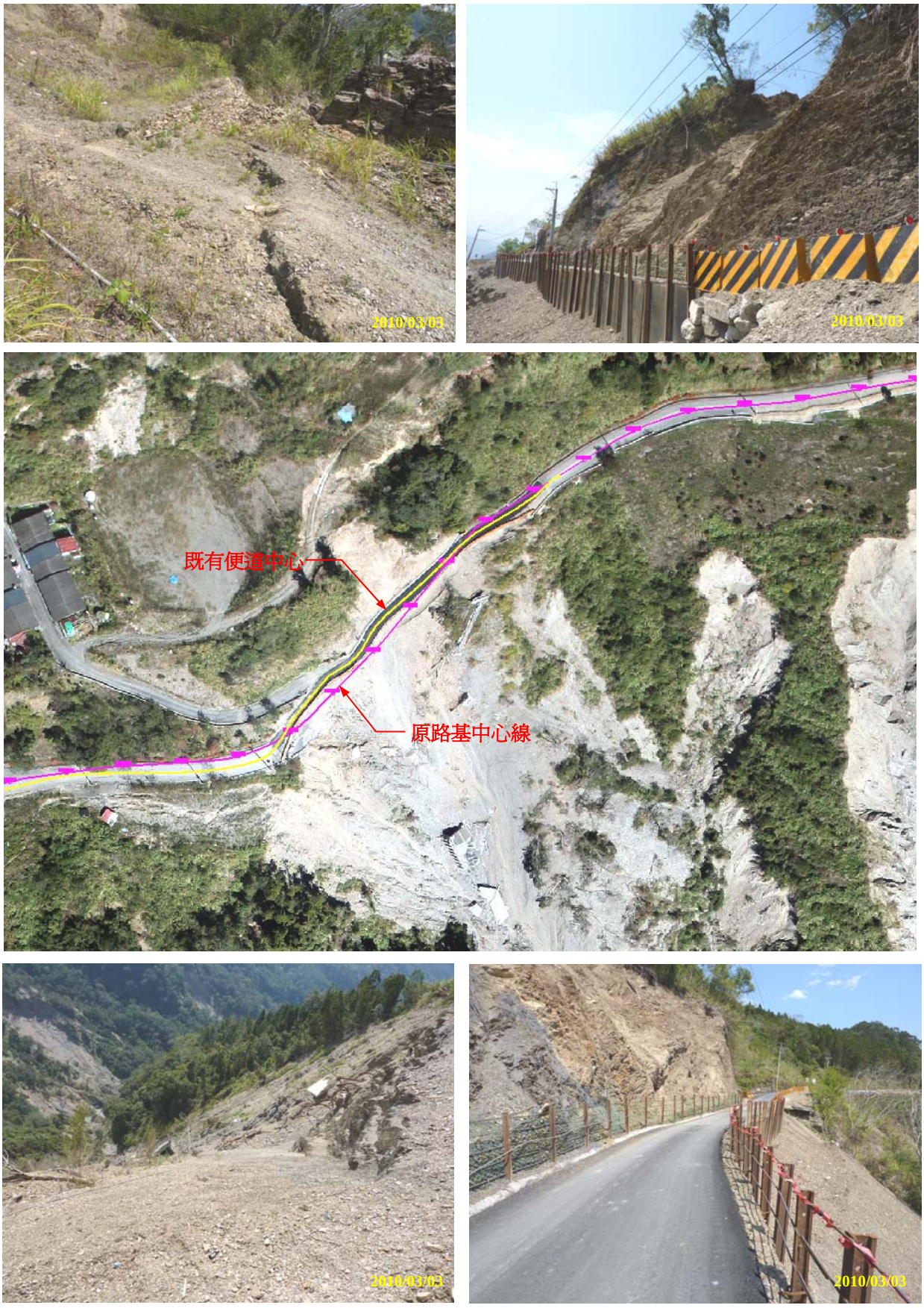


圖 5.111　藤枝 18.4K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 18.4K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 18.4K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.112。

（2）圖 5.113 照片爲藤枝 18.4K 臨時便道現況，多數路段以活動式預鑄護欄塊做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.114 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定，配合崩塌邊坡護坡工與冠部導水、挖降與調整目前便道路基縱向坡度，改善周邊路面邊溝與橫向截水溝達到分散排水，減緩坡面沖蝕。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

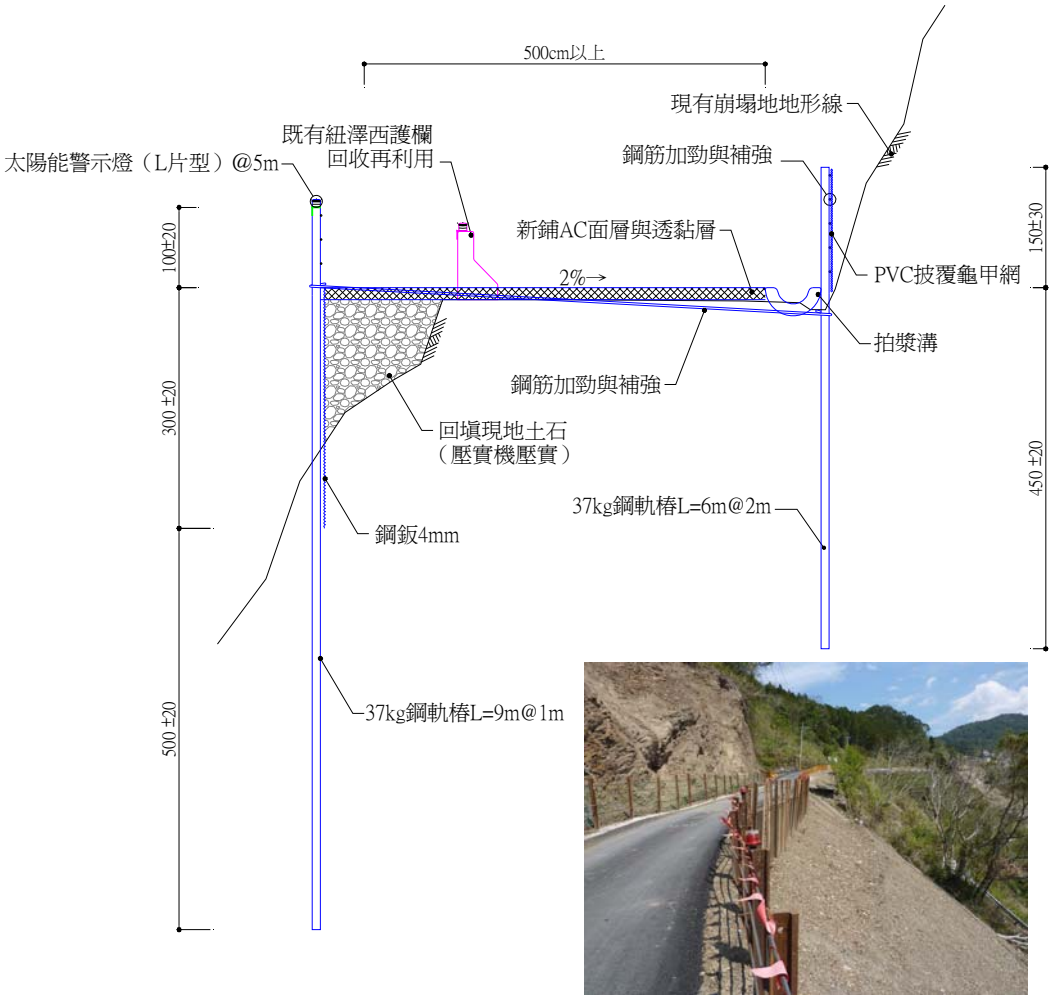


圖 5.112　藤枝 18.4K 短期復建規劃之便道路基補強方式



圖 5.113　藤枝 18.4K 路基短期復建規劃之配置示意圖

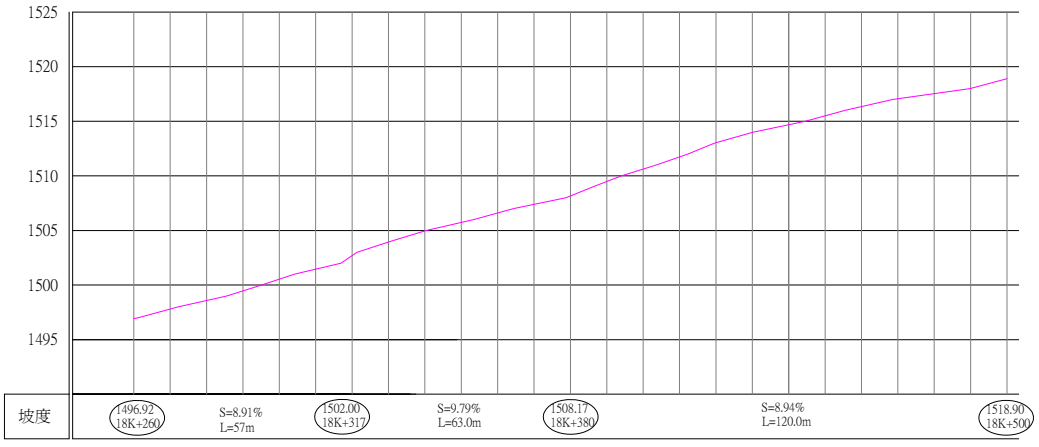


圖 5.114　藤枝 18.4K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖

（三）藤枝 18.4K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 18.4K 中期復建規劃（構想詳圖 5.115）：本區林道同 18.0K 位在明顯地滑區域冠部，搭配短期復建施做之崩塌邊坡護坡工、冠部導水與橫向截水溝截水，規劃施做集水井 L250*W250cm 與箱涵 W200*H200cm 將坡面與林道匯流水導入下邊坡噴漿縱溝。路基規劃同 18.0K 依地質鑽探成果分析，以鑽掘式基樁深入承載層作爲抗滑樁，基樁連結帽樑並於內側以濾水性良好土石籠袋作爲林道下邊坡處擋土支撐，下邊坡移除臨時擋土支撐後，以施做帶狀型框植生護坡達到穩定坡面效果。

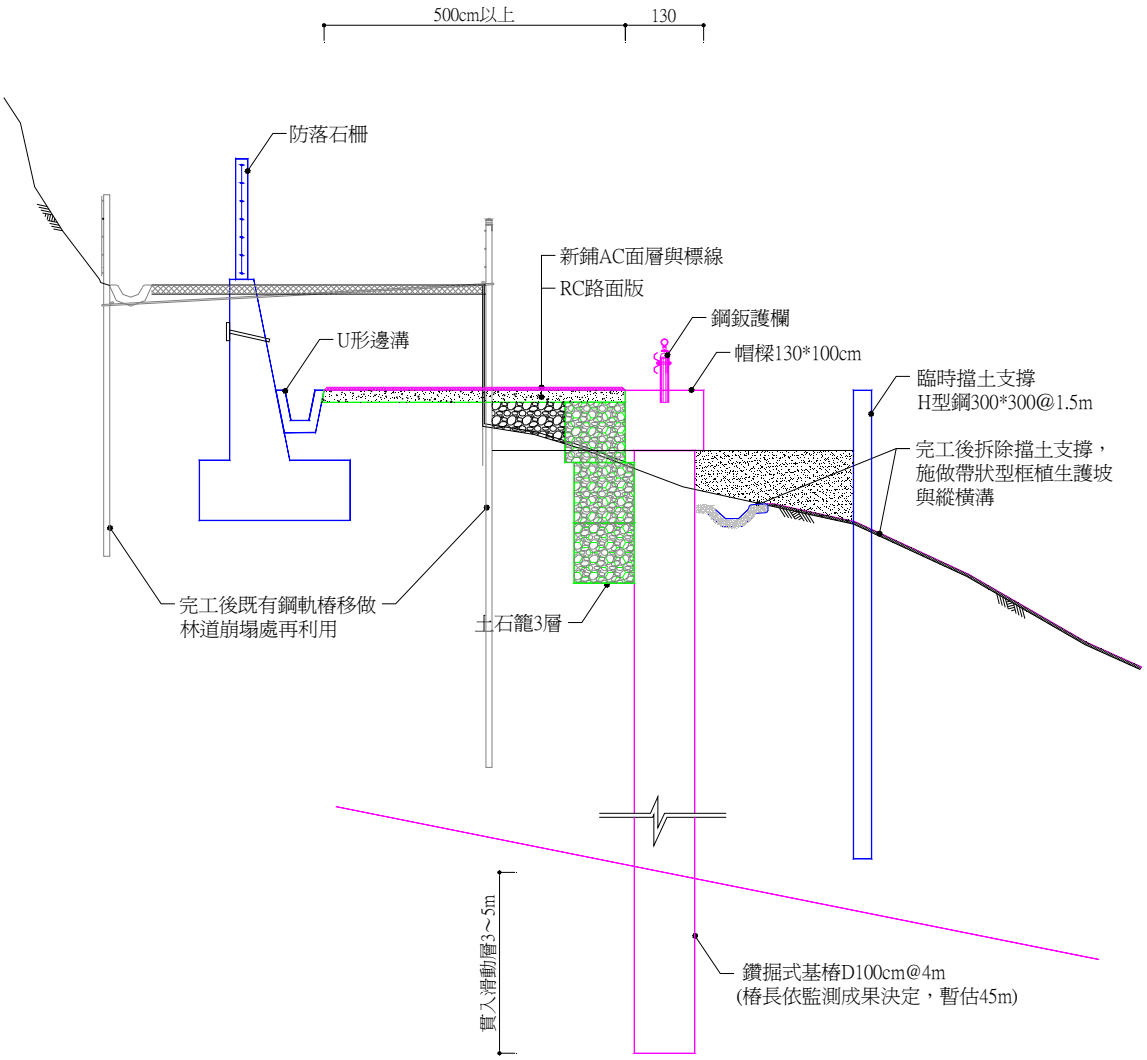


圖 5.115　藤枝 18.4K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

（2）藤枝 18.4K 位處於地滑潛勢區，中期復建規劃採鑽掘式基樁進行整治，爲得到較佳整治成效，設計前地質、地滑參數的取得相對重要。本區規劃鑽探孔數 6 孔*45m，傾斜管*2、自計式水位計*1。由於監測系統之建立及地層參數取得（監測作業）需耗時半年至一年以上，建議將鑽探監測工作提早於短期復建後獨立辦理，以利後續作業進行。



圖 5.116　藤枝 18.4K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 18.4K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 18.4K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.117。



圖 5.117　藤枝 18.4K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 18.4K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 3,351,700 元，中期補強規劃經費爲 36,652,600 元，長期補強規劃經費爲 11,833,000 元。

（六）藤枝 18.4K 崩塌地之水理分析

藤枝 18.4K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 150 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 56 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 69 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 18.4K 崩塌地之用地計畫

藤枝 18.4K 土地權屬套繪詳圖 3.19，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉藤枝段等 8 筆地號（詳圖 5.118 與表 5.17），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之原則**。

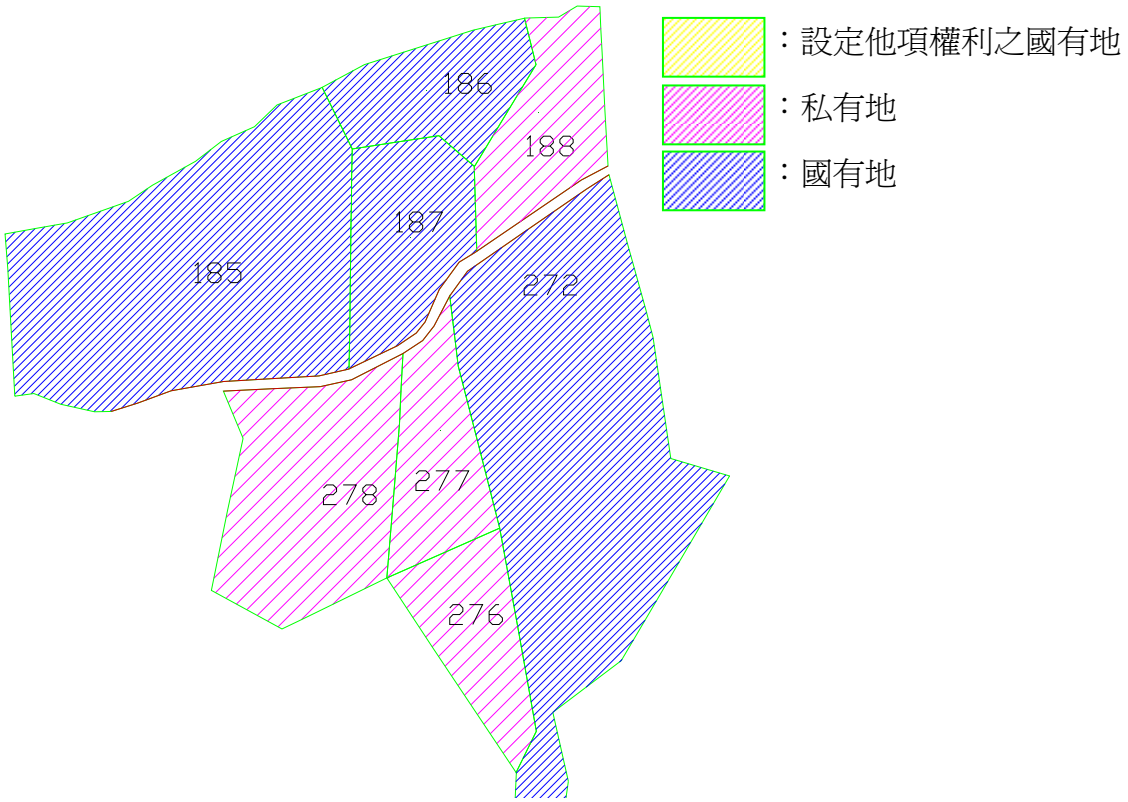


圖 5.118　藤枝 18.4K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.17　藤枝 18.4K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	藤枝段	185	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	186	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	187	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	188	張○美秀		
桃源鄉	藤枝段	272	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	276	陳○剛		
桃源鄉	藤枝段	277	陳○輝		
桃源鄉	藤枝段	278	陳○澤		

5.15　藤枝 18.6K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 18.6K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡與大面積坡面崩塌：藤枝 18.6K 邊坡現況詳圖 5.119。該工區為舊有崩塌地，坡面已有大面積裸露現象，經莫拉克風災後，坡面土石因大量雨水入滲使荷載增加造成崩塌地迅速擴大延伸至路基。目前坡面裸露，表層厚且鬆散之崩積土石，雖偶有岩盤出露，但風化情形嚴重並有局部順向坡因此極易剝落，路基暫時構築於崩積土石上方，連日豪雨須嚴防坡面沖蝕以防止崩塌範圍擴大以及路基再次流失。



圖 5.119　藤枝 18.6K 崩塌地之邊坡現況

（2）向源侵蝕：藤枝 18.6K 位於邦腹北溪源頭之河道凹岸處，崩塌地易因坡趾之崩土遭水流帶走而尚失穩定造成崩塌範圍擴大；河道侵蝕作用劇烈，其崩塌範圍已延伸至路基。圖 5.120 顯示，道路中心線與風災前相差不大，地滑作用不明顯。

（3）坡面沖蝕：藤枝 18.6K 地理位置已接近山脊線，降雨之集水以坡面地表逕流為主，因此工區內之截、排水為該路段主要復建工項。

（4）用地問題：藤枝 18.6K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.19，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得為主要問題。



圖 5.120　藤枝 18.6K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 18.6K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性，藤枝 18.6K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.121。

（2）圖 5.122 照片爲藤枝 18.6K 臨時便道現況，路段參雜原混凝土護欄、前期工程之雙側鋼軌樁路基與活動式預鑄護欄塊等 3 段，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.123 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有活動式預鑄護欄塊路段路基穩定，配合林道崩塌上下邊坡植生與冠部導水、挖降與調整目前便道路基縱向坡度，改善周邊路面邊溝與橫向截水溝達到分散排水，減緩坡面沖蝕。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

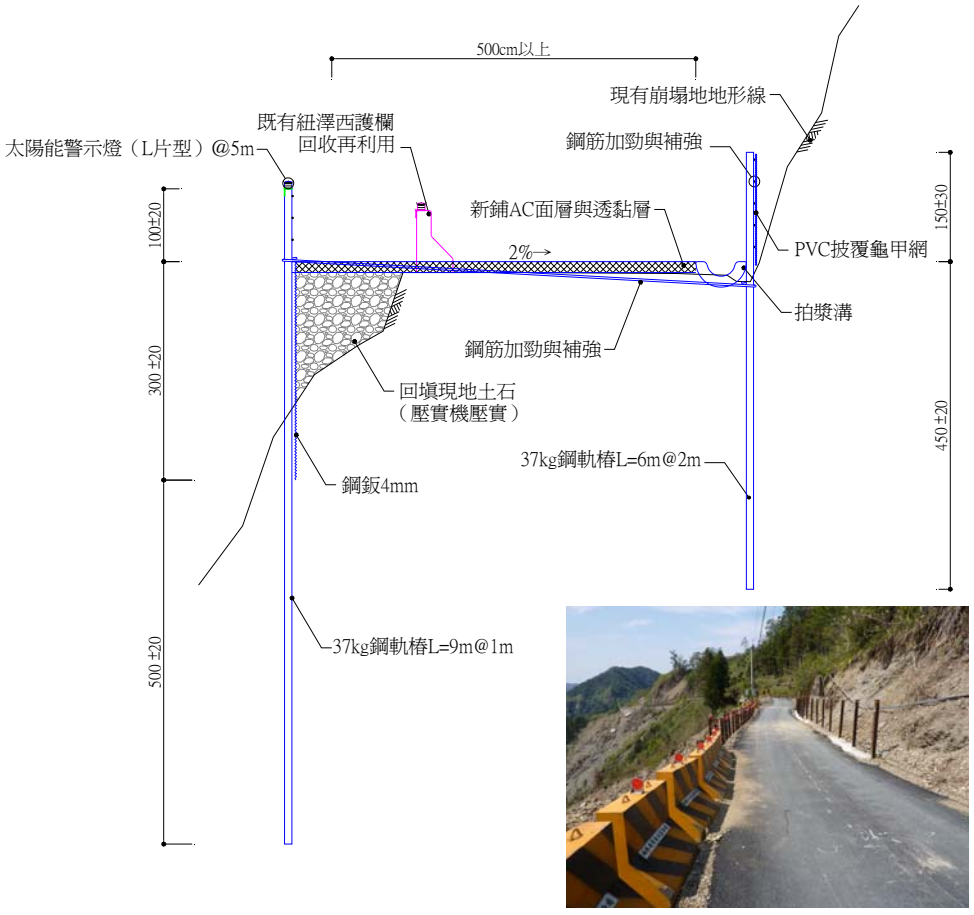


圖 5.121　藤枝 18.6K 短期復建規劃之便道路基補強方式

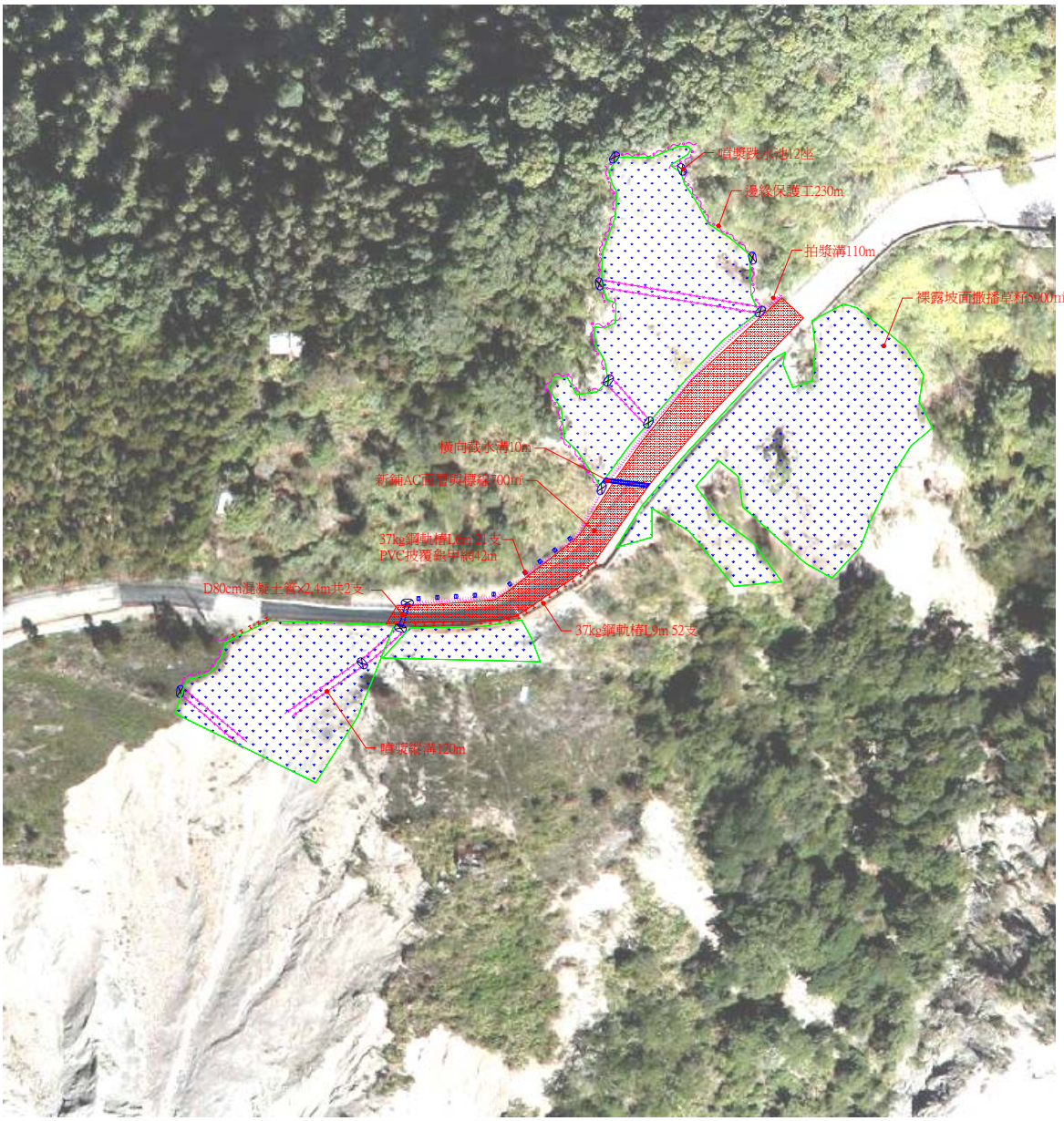


圖 5.122　藤枝 18.6K 路基短期復建規劃之配置示意藤枝圖

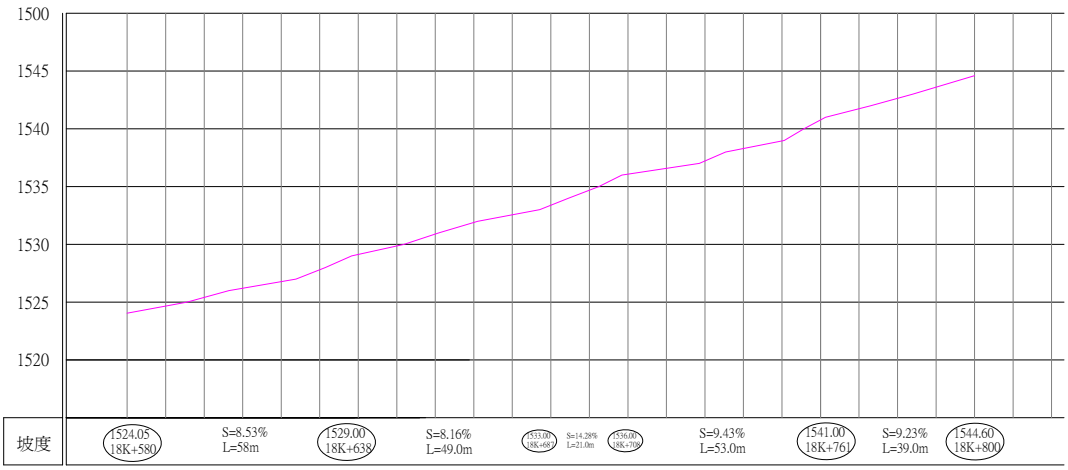


圖 5.123　18.6K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖

（三）藤枝 18.6K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 18.6K 中期復建規劃（構想詳圖 5.124）：於路基損毀段以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性。內側以 U 型邊溝連接至集水井 L250*W250cm 與箱涵 W200*H200cm，將坡面與林道匯流水導入下邊坡噴漿縱溝，林道上邊坡崩坍地與新建下邊坡擋土牆以施做帶狀型框植生護坡達到穩定坡面效果。

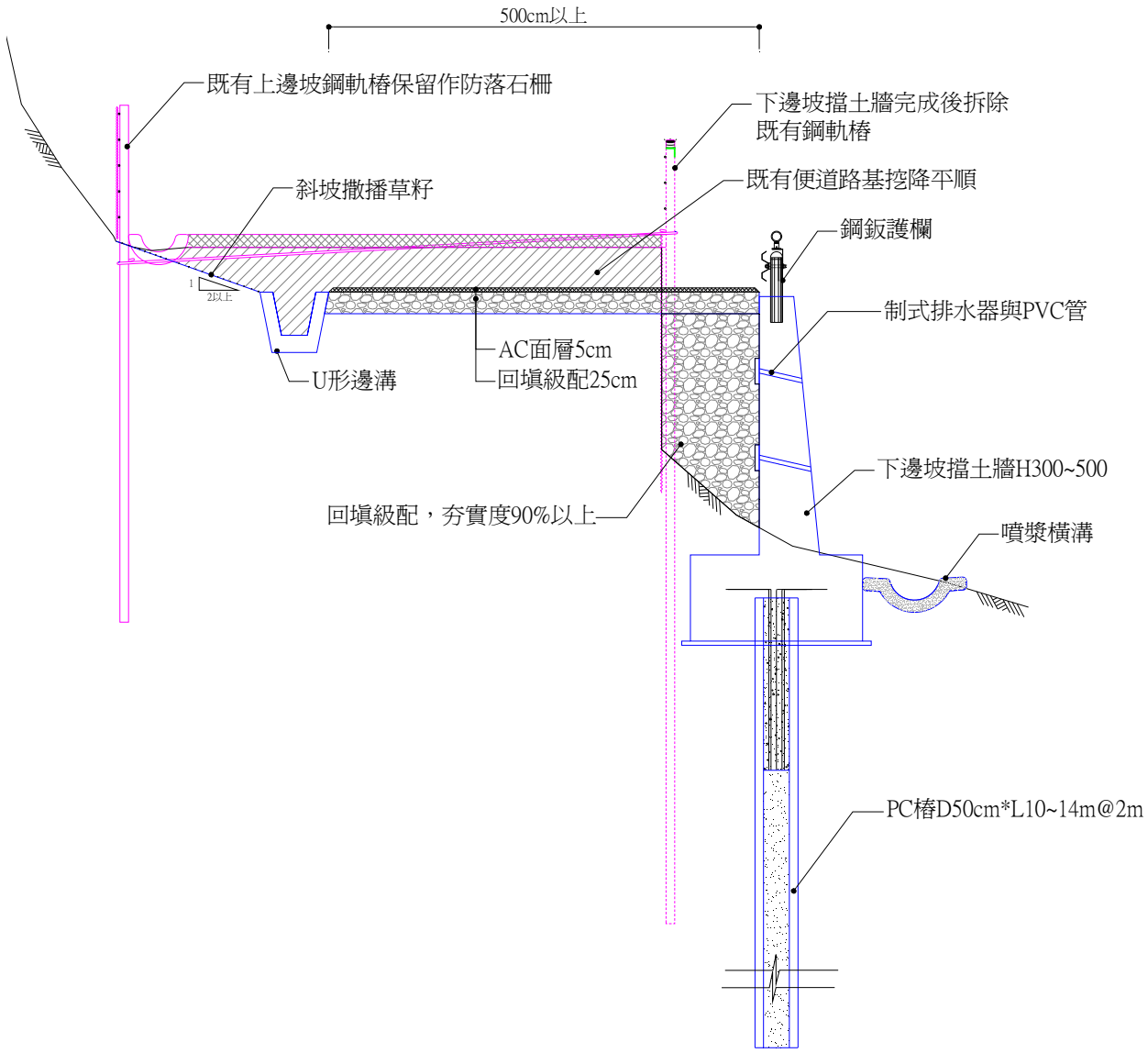


圖 5.124　藤枝 18.6K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

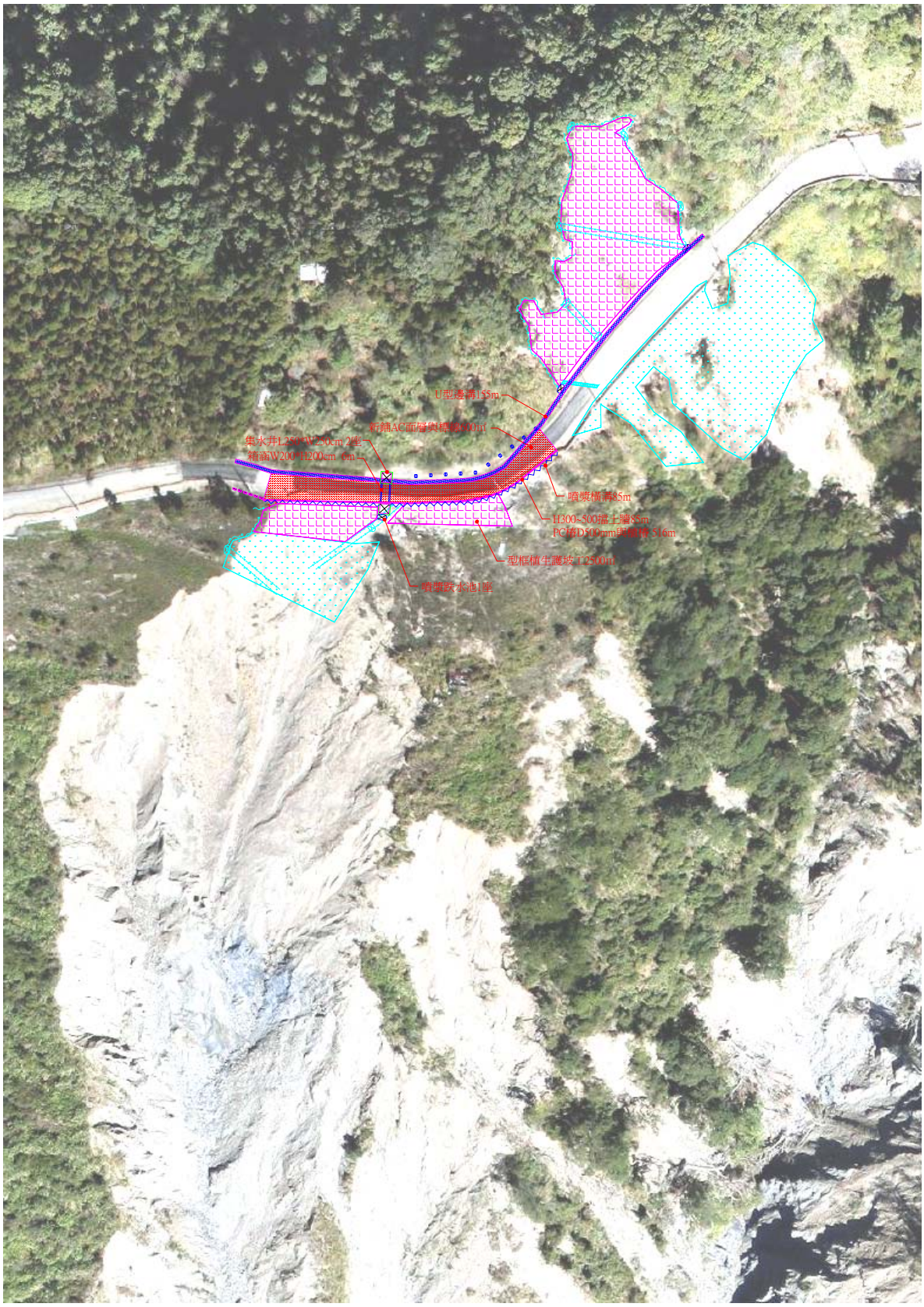


圖 5.125　藤枝 18.6K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 18.6K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 18.6K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.126。

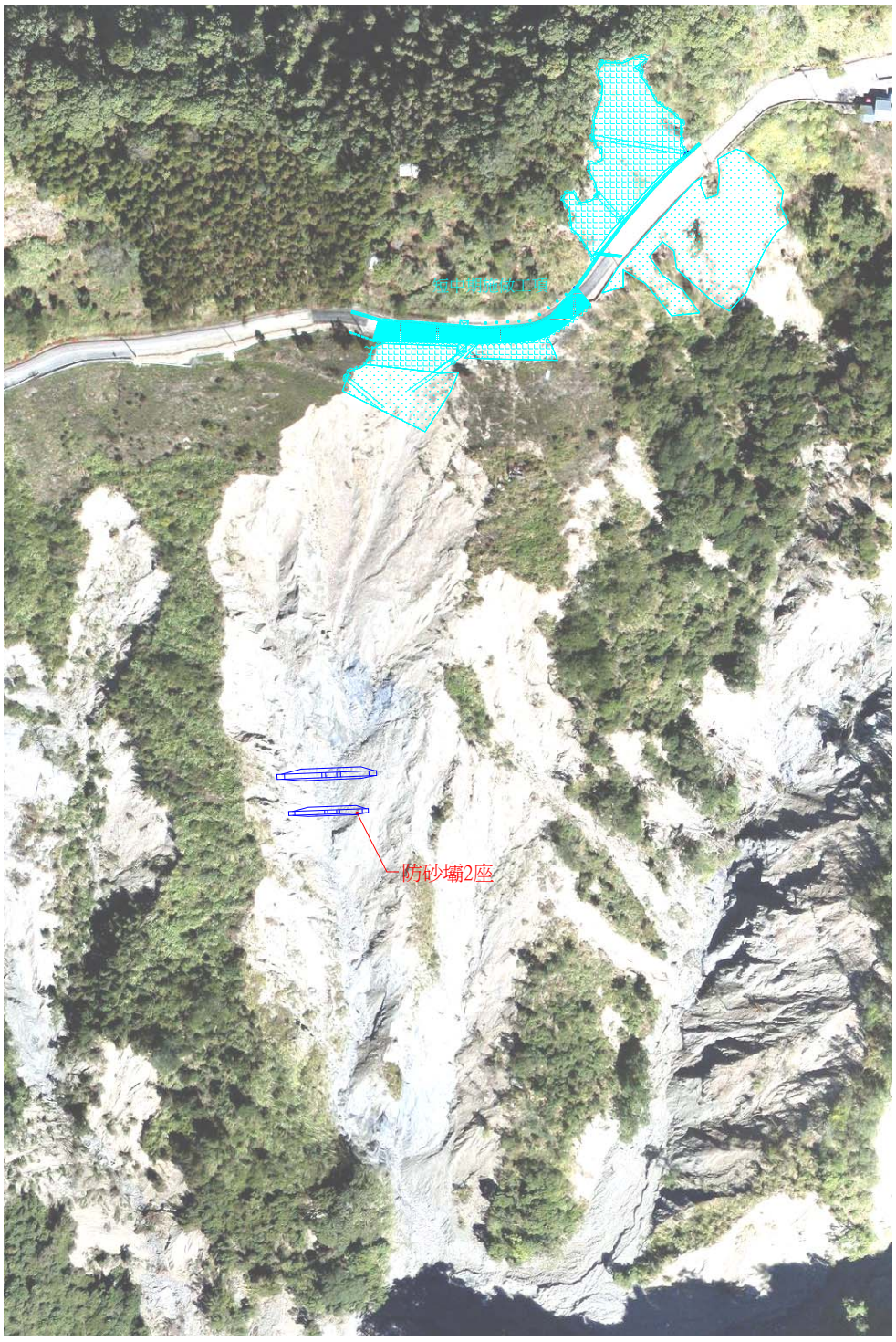


圖 5.126　藤枝 18.6K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 18.6K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 3,759,400 元，中期補強規劃經費爲 10,827,500 元，長期補強規劃經費爲 11,833,000 元。

（六）藤枝 18.6K 崩塌地之水理分析

藤枝 18.6K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 150 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 27 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 32 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 18.6K 崩塌地之用地計畫

藤枝 18.6K 土地權屬套繪詳圖 3.19，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關之地號爲桃源鄉藤枝段等 7 筆地號（詳圖 5.127 與表 5.18），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之原則**。

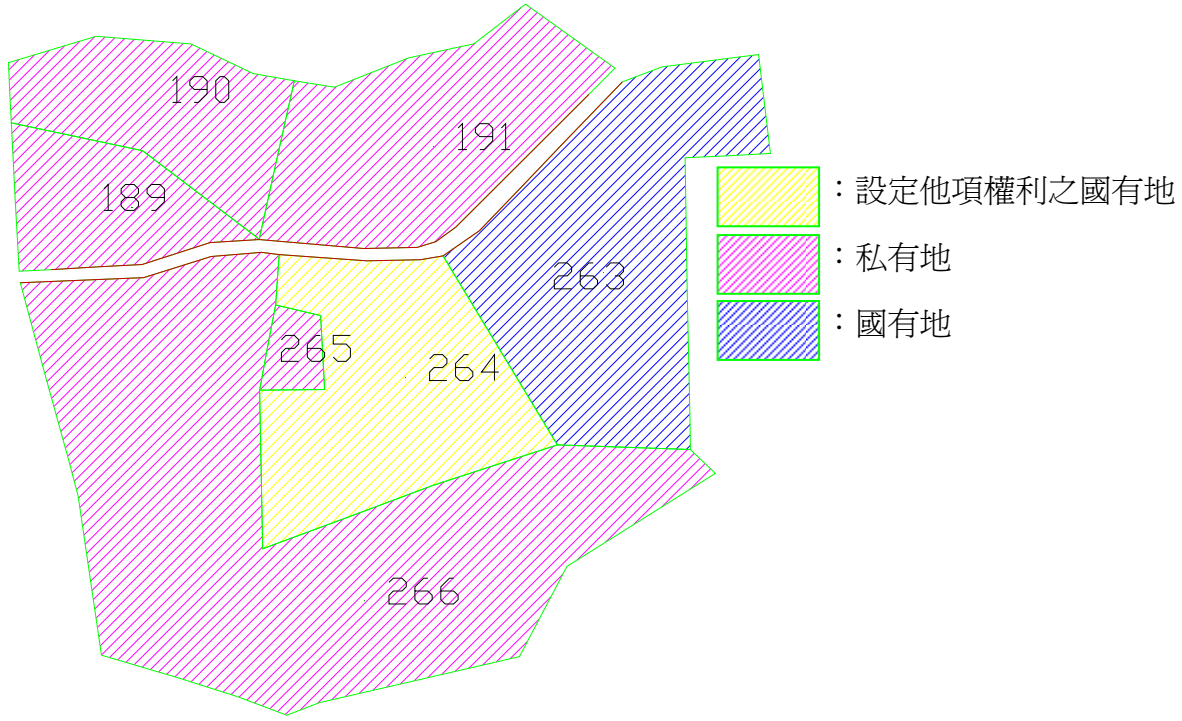


圖 5.127　藤枝 18.6K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.18　藤枝 18.6K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	藤枝段	189	陳○慈		
桃源鄉	藤枝段	190	陳○誠、陳○治、陳○福		
桃源鄉	藤枝段	191	陳○慈		
桃源鄉	藤枝段	263	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	264	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	265	陳○治		
桃源鄉	藤枝段	266	陳○東		

5.16　藤枝 19.0K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 19.0K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡與大面積坡面崩塌：藤枝 19.0K 邊坡現況詳圖 5.128。該工區爲舊有崩塌地，坡面已有大面積裸露現象，經莫拉克風災後，坡面土石因大量雨水入滲使荷載增加造成崩塌地迅速擴大。目前坡面裸露，表層厚且鬆散之崩積土石，雖偶有岩盤出露，但風化情形嚴重並有局部順向坡因此極易剝落，連日豪雨須嚴防坡面沖蝕以防止崩塌範圍擴大。



圖 5.128　藤枝 19.0K 崩塌地之邊坡現況

（2）地滑潛勢區域：藤枝 19.0K 爲地滑潛勢區域，19K+040~19K+120 道路中心線與舊有道路中心線外推約 3 公尺以上，地滑現象明顯，冠部地表裂縫落差大，構造物緊鄰邊坡位於滑動範圍內，均造成數公尺下陷。該崩塌地地理位置已接近山脊線，因此地下水位深遠，應不足以致災，但崩塌地冠部地勢平坦，地表裂縫大且土質鬆散，須嚴防暴雨時之地表逕流水滲入地表裂縫與坡面沖蝕，避免崩塌情形迅速惡化。

（3）用地問題：藤枝 19.0K 沿線周邊多屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.20，道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題。

（4）過度開發：藤枝 19.0K 森林遊樂區門口爲餐飲或民宿業者所興建之房舍，大量興建設施坐落於崩塌地冠部，在水土保持設施不盡完善情況下成爲滑動區及坑溝發展最不利之因子。



圖 5.129　藤枝 19.0K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 19.0K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高 101 年春季開園遊客安全與雨季路基穩定性。藤枝 19.0K 崩塌地之短期復建規劃之配置示意詳圖 5.151，該工區短期規劃主要以排水工法爲主，避免因地下水位上升、地表水四處漫流等情形造成崩塌地快速惡化。

（2）圖 5.130 照片爲藤枝 19.0K 臨時便道現況，多數路段以活動式預鑄護欄塊做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.131 所示，規劃在既有擋土牆牆面打設透水管，豪雨時可迅速降低地下水位，減少牆背之側向壓力。既有邊溝無法應付現階段之路面排水，規劃將原 L 溝改建爲排水量較大之 U 型邊溝，並設置橫向截水溝將路面水截除並引流至適當位置排放。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。



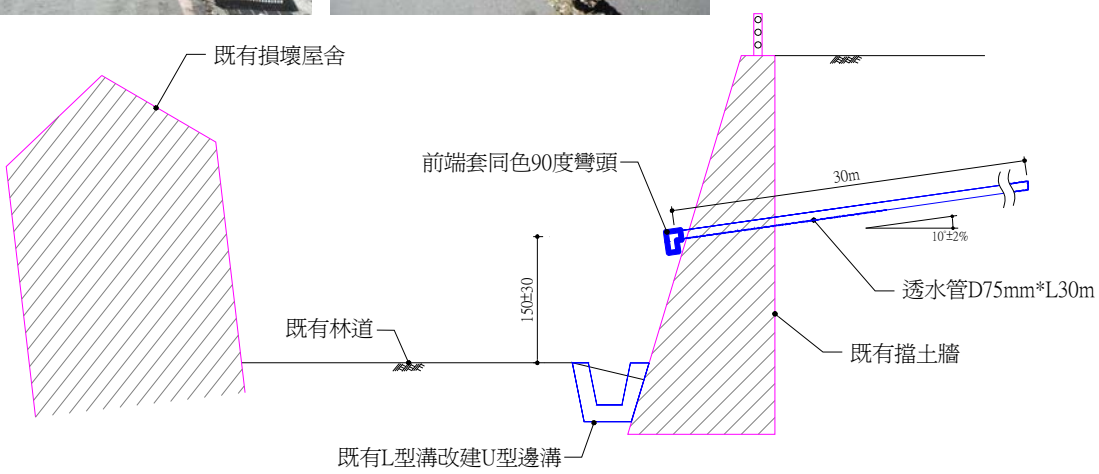


圖 5.130　藤枝 19.0K 短期復建規劃之便道路基補強方式

（4）降雨的多寡對於藤枝林道、居民以及遊客之安全有直接關係，可於藤枝森林遊樂區之遊客中心及寶山派出所設置雨量紀錄警報，當降雨強度或累積雨量達到一警戒值時，相關單位立即有適當之應變措施，如發布警報疏散遊客及當地居民、林道入口進行交通管制禁止遊客上山等措施。



圖 5.131　藤枝 19.0K 路基短期復建規劃之配置示意圖

（5）藤枝林道 19.0K 爲一明顯地滑區，因雨水致使土壤飽和所形成土壓力，常常是造成構造物破壞與土石崩塌等主要原因，短期復建爲降低土壤含水量減低土壓力，規劃在藤枝 19.0K 森林遊樂區外圍擋土牆打設每支 30m 長間距 2m 之 D75mm 水平透水管，以便豪雨時可迅速降低土壤含水量，減少牆背之側向壓力。D75mm 水平透水管以 HDPE 材質製成，配合透水管上方 240°範圍內開孔來收集土壤內雨水，利用水平透水管下斜 10°±2%來進行重力式排水，並配合短期復建林道改建 U 型邊溝，將雨水分散引導至地滑區外圍或林道下邊坡來保護林道。



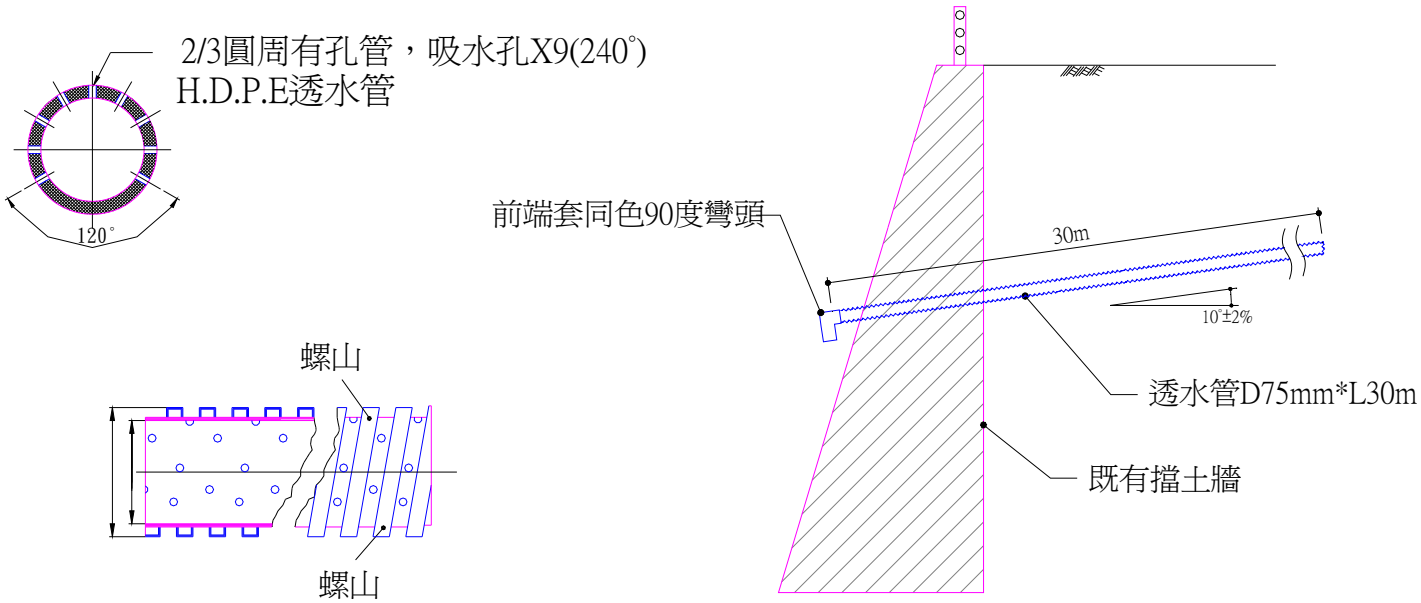


圖 5.132　水平透水管規劃改善示意圖

（三）藤枝 19.0K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 19.0K 工區爲地滑潛勢區域，在進行中、長期復建工程前建議優先辦理地質鑽探與監測，充分瞭解地滑機制、滑動深度等各項參數作爲該工區整治之重要依據。

（2）藤枝 19.0K 工區初步規劃由下邊坡 68 林班聯外道路進行整治，配置圖詳圖 5.133，於下邊坡打設一排 D100@4m 之鑽掘式基樁作爲止滑樁（標準斷面詳圖 5.134），有效減緩甚至阻止坡面的滑動，亦可保障冠部森林遊樂區等保全對象之生命財產。

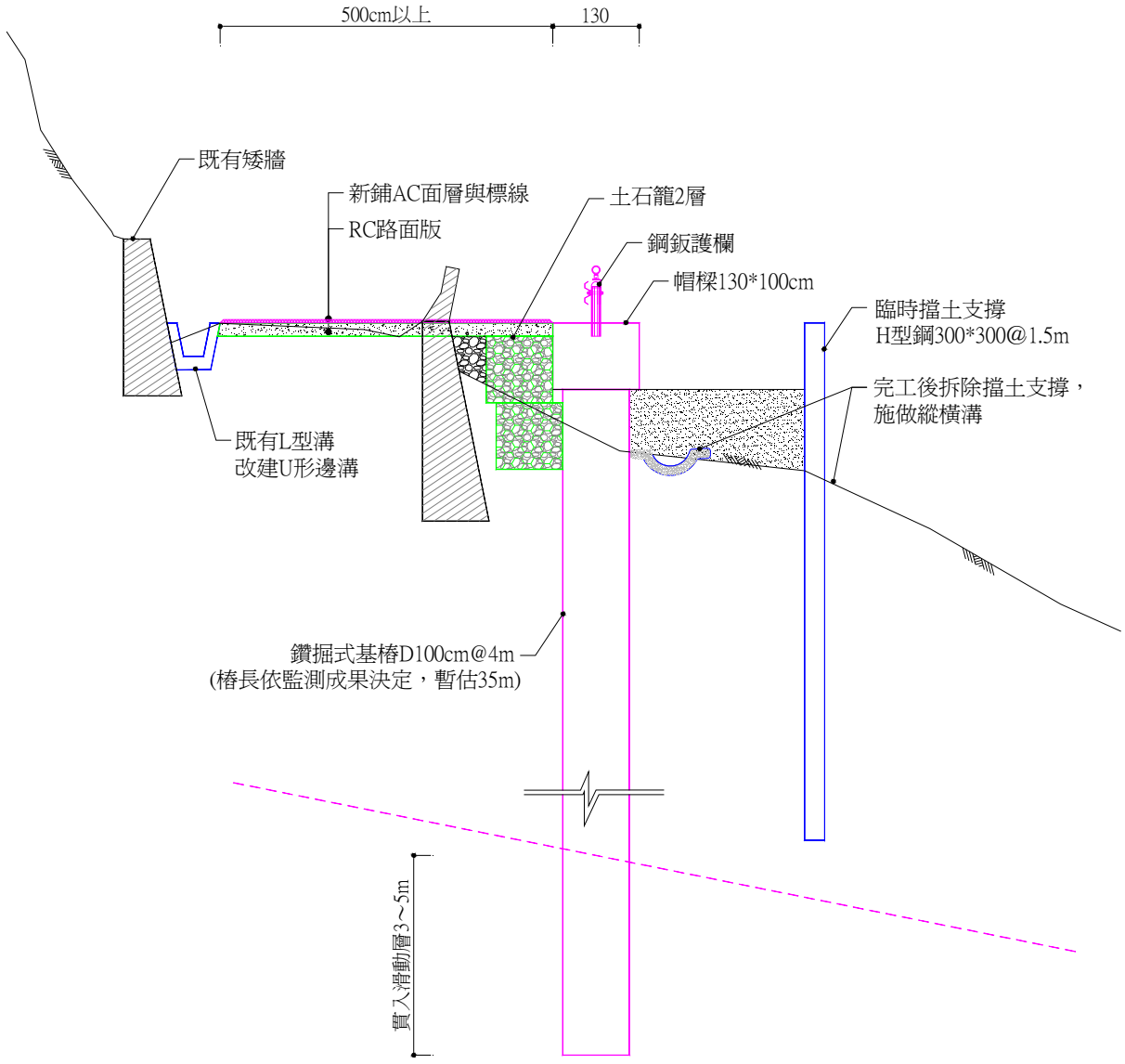


圖 5.133　藤枝 19.0K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

（3）藤枝 19.0K 位處於地滑潛勢區，中期復建規劃採鑽掘式基樁進行整治，爲得到較佳整治成效，設計前地質、地滑參數的取得相對重要。本區規劃鑽探孔數 8 孔*35m，傾斜管*4、自計式水位計*2。由於監測系統之建立及地層參數取得（監測作業）需耗時半年至一年以上，建議將鑽探監測工作提早於短期復建後獨立辦理，以利後續作業進行。

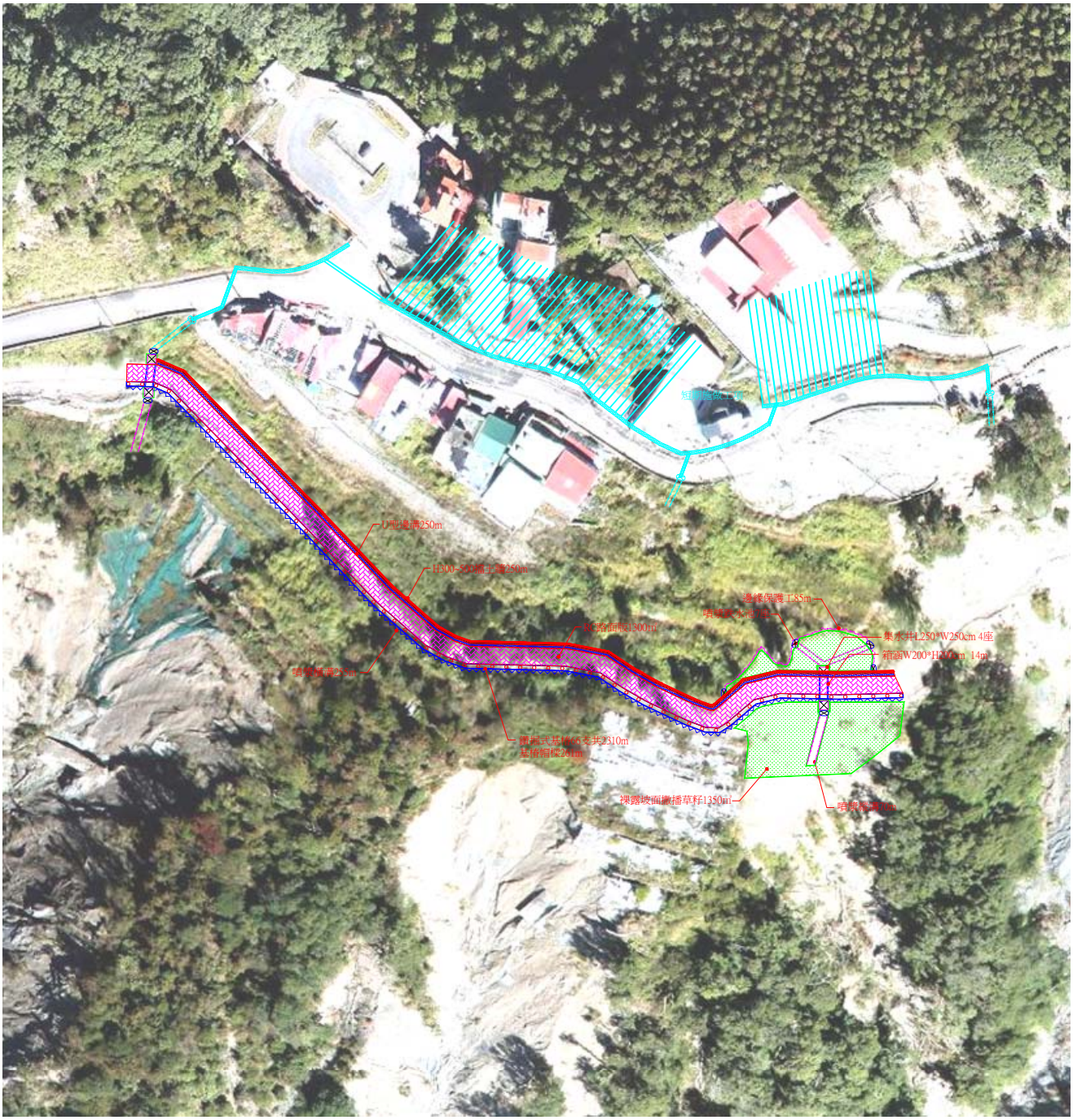


圖 5.134　藤枝 19.0K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 19.0K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 19.0K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.135。

（2）藤枝 19.0K 工區主要包含 2 大型坑溝，長期復建工程規劃分別於 2 坑溝中設置 2 座防砂壩以穩定坑溝土石，減緩向源侵蝕作用。

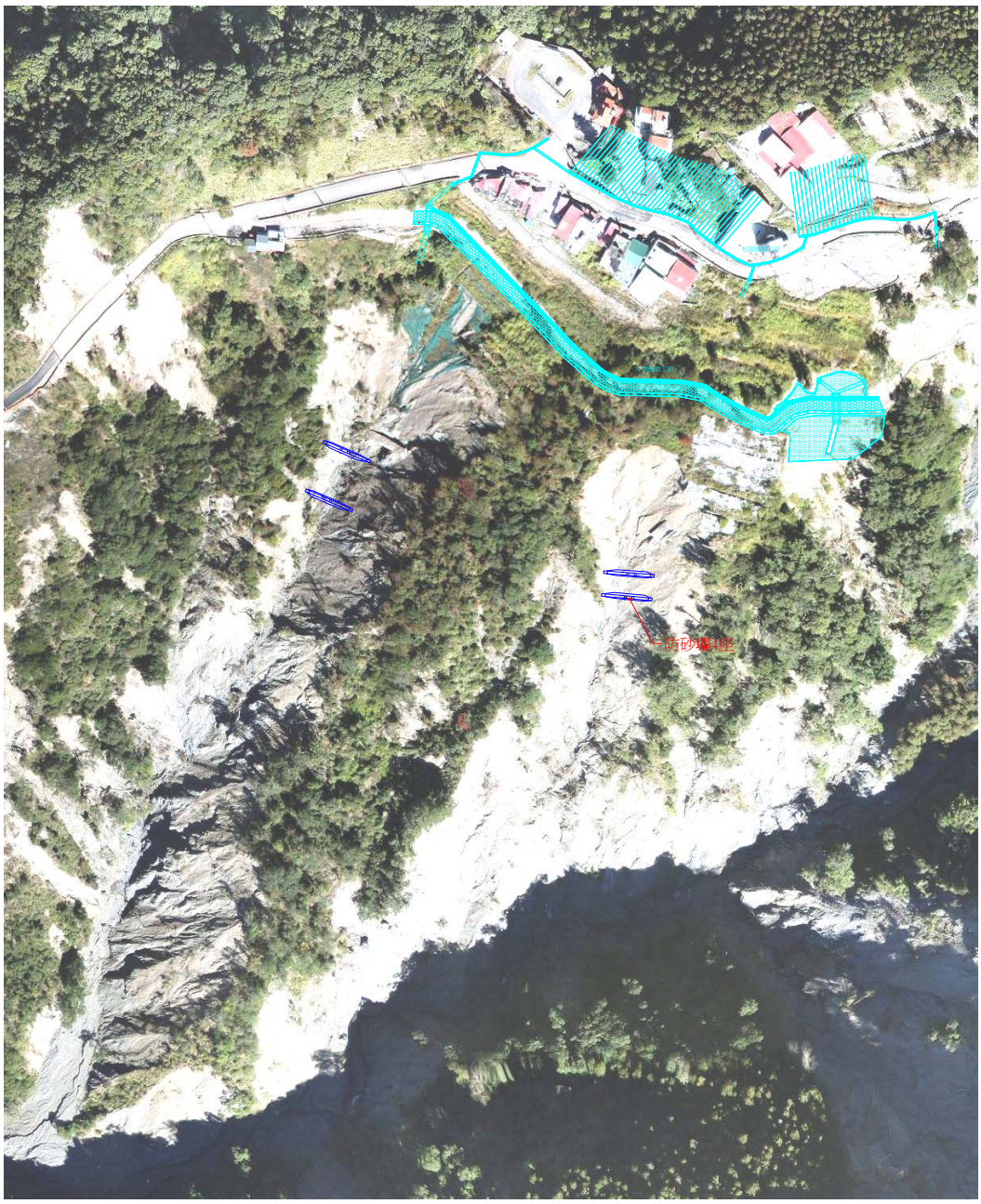


圖 5.135　藤枝 19.0K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 19.0K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 3,645,400 元，中期補強規劃經費爲 60,722,900 元，長期補強規劃經費爲 18,765,300 元。

（六）藤枝 19.0K 崩塌地之水理分析

藤枝 19.0K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 150 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 49 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 59 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 19.0K 崩塌地之用地計畫

藤枝 19.0K 土地權屬套繪詳圖 3.19，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區 詳細用地相關地號爲桃源鄉藤枝段等 68 筆地號（詳圖 5.136 與表 5.19），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則。**

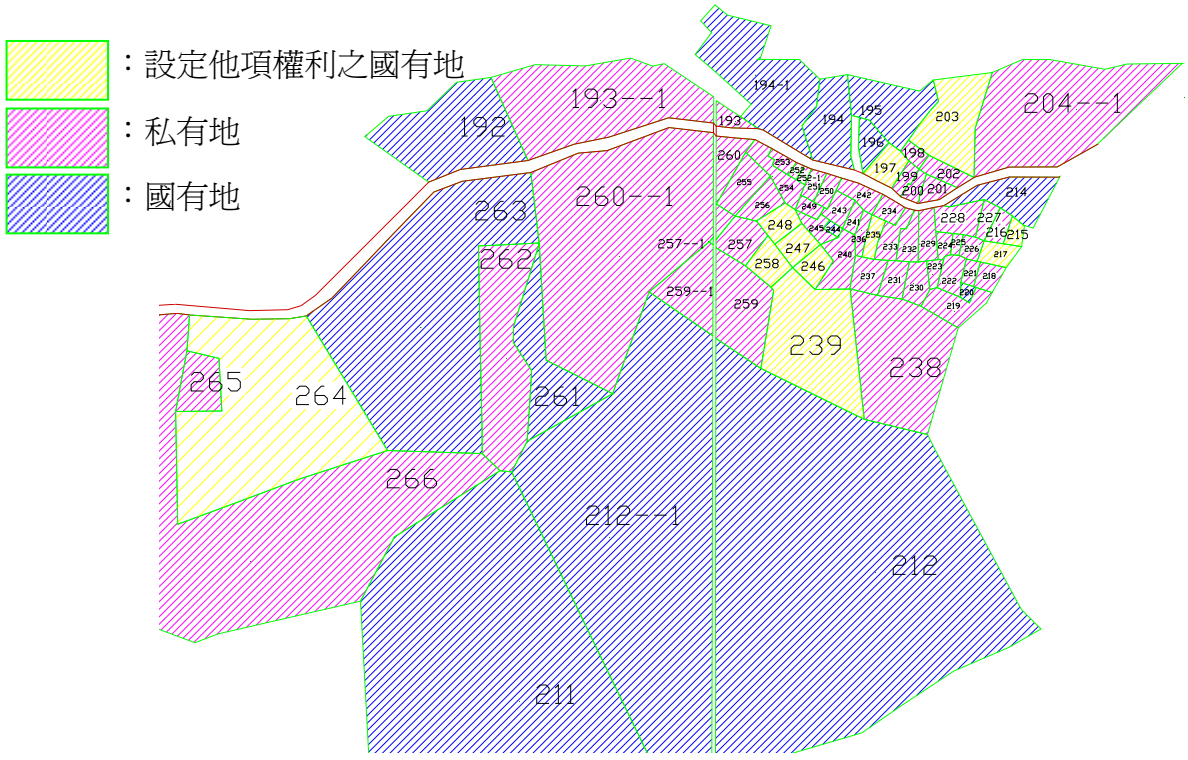


圖 5.136　藤枝 19.0K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.19　藤枝 19.0K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	藤枝段	192	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	193	陳○彩珠		
桃源鄉	藤枝段	194	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	195	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	196	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	197	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	198	陳○平		
桃源鄉	藤枝段	199	陳○平		
桃源鄉	藤枝段	200	陳○宏		

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	藤枝段	201	陳○妹		
桃源鄉	藤枝段	202	陳○輝		
桃源鄉	藤枝段	203	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	204	周○祥		
桃源鄉	藤枝段	211	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	212	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	214	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	215	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	216	陳○宗		
桃源鄉	藤枝段	217	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	218	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	219	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	220	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	221	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	222	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	223	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	224	陳○倫		
桃源鄉	藤枝段	225	陳○雄		
桃源鄉	藤枝段	226	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	227	高○琴		
桃源鄉	藤枝段	228	高○琴		
桃源鄉	藤枝段	229	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	230	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	231	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	232	張○蘭		
桃源鄉	藤枝段	233	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	234	陳○銀		
桃源鄉	藤枝段	235	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	236	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	237	謝高○妹		
桃源鄉	藤枝段	238	謝高○妹		設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	239	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	240	陳○剛		
桃源鄉	藤枝段	241	林曾○花		
桃源鄉	藤枝段	242	陳○茂		
桃源鄉	藤枝段	243	陳○治		
桃源鄉	藤枝段	244	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	245	陳○治		
桃源鄉	藤枝段	246	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	247	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	248	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	249	陳○誠		
桃源鄉	藤枝段	250	陳○生		
桃源鄉	藤枝段	251	陳○生		設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	252	陳○武		
桃源鄉	藤枝段	253	陳○妹		
桃源鄉	藤枝段	254	陳○香		設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	255	陳○賢		
桃源鄉	藤枝段	256	魯○香		
桃源鄉	藤枝段	257	陳○榮		
桃源鄉	藤枝段	258	中華民國	行政院原住民族委員會	設定他項權利
桃源鄉	藤枝段	259	賴○生		
桃源鄉	藤枝段	260	陳○剛		

5.17　藤枝 19.4K 崩塌地復建規劃

（一）藤枝 19.4K 崩塌地之限制因子

（1）不穩定邊坡與大面積坡面崩塌：藤枝 19.4K 邊坡現況詳圖 5.137。該工區爲舊有崩塌地，坡面已有大面積裸露現象，經莫拉克風災後，坡面土石因大量雨水入滲使荷載增加造成崩塌地迅速擴大。目前坡面裸露，表層厚且鬆散之崩積土石，雖偶有岩盤出露以硬頁岩爲主，質地破碎且風化情形嚴重有局部順向坡因此極易剝落，連日豪雨須嚴防坡面沖蝕以防止崩塌範圍擴大。



圖 5.137　藤枝 19.4K 崩塌地之邊坡現況

（2）向源侵蝕：藤枝 19.4K 位於邦腹北溪源頭，向源侵蝕作用劇烈，目前崩塌範圍已穿越路基逼近稜線附近，造成該工區之原有構造物、腹地大規模流失，未來道路復建該如何有效減緩向源侵蝕爲重要關鍵。

（3）用地問題：藤枝 19.4K 沿線周邊屬私有地以及原住民保留地，土地權屬套繪詳圖 3.20，而原住民保留地雖屬公有地，但管理機關所屬行政院原住民委員會，用地取得須透過協調及種種法定程序，加上道路沿線之公有地多設有他項之權力；該工區路基已大規模流失，局部改線將無可避免，因此道路復建如果在各種限制下需局部改線，在有時效前提下用地取得爲主要問題。



圖 5.138　藤枝 19.4K 崩塌地之周邊現況與各期林道線型套繪圖

（二）藤枝 19.4K 崩塌地之短期復建規劃

（1）本案短期復建規劃即是規劃持續維護補強目前便道路況，且加強安全牌示與夜間警示設施，以提高出雲山管制站、石山林道等用路人之安全與雨季路基穩定性，藤枝 19.4K 崩塌地短期復建規劃之配置示意詳圖 5.139。

（2）圖 5.140 照片爲藤枝 19.4K 臨時便道現況，多數路段以活動式預鑄護欄塊做下邊坡簡易防護，本案短期復建之標準斷面詳圖 5.141 所示，主要以雙側鋼軌樁補強既有便道路基穩定，於大範圍裸露坡面以撒播草籽方式加速坡面植生復育，降低坡面雨水沖蝕。配合崩塌邊坡之護坡穩定與落石防護、改善周邊路面邊溝與邊坡排水、調整目前便道路基縱向坡度等。

（3）此段林道路基線型與坡度等參數，依丙種林道設計規範檢討如下：路面寬度、路肩寬、曲線最小半徑、曲線加寬度、最大坡度、坡度長度限制、曲線坡度等主要項目皆符合。

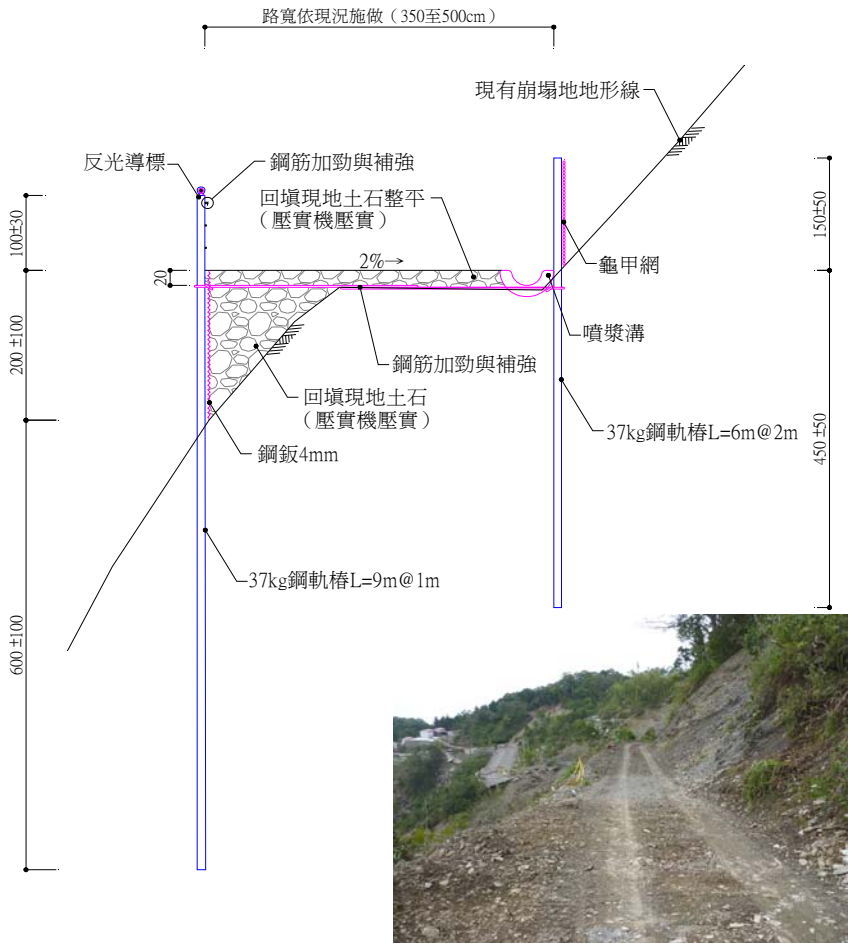


圖 5.139　藤枝 19.4K 短期復建規劃之便道路基補強方式

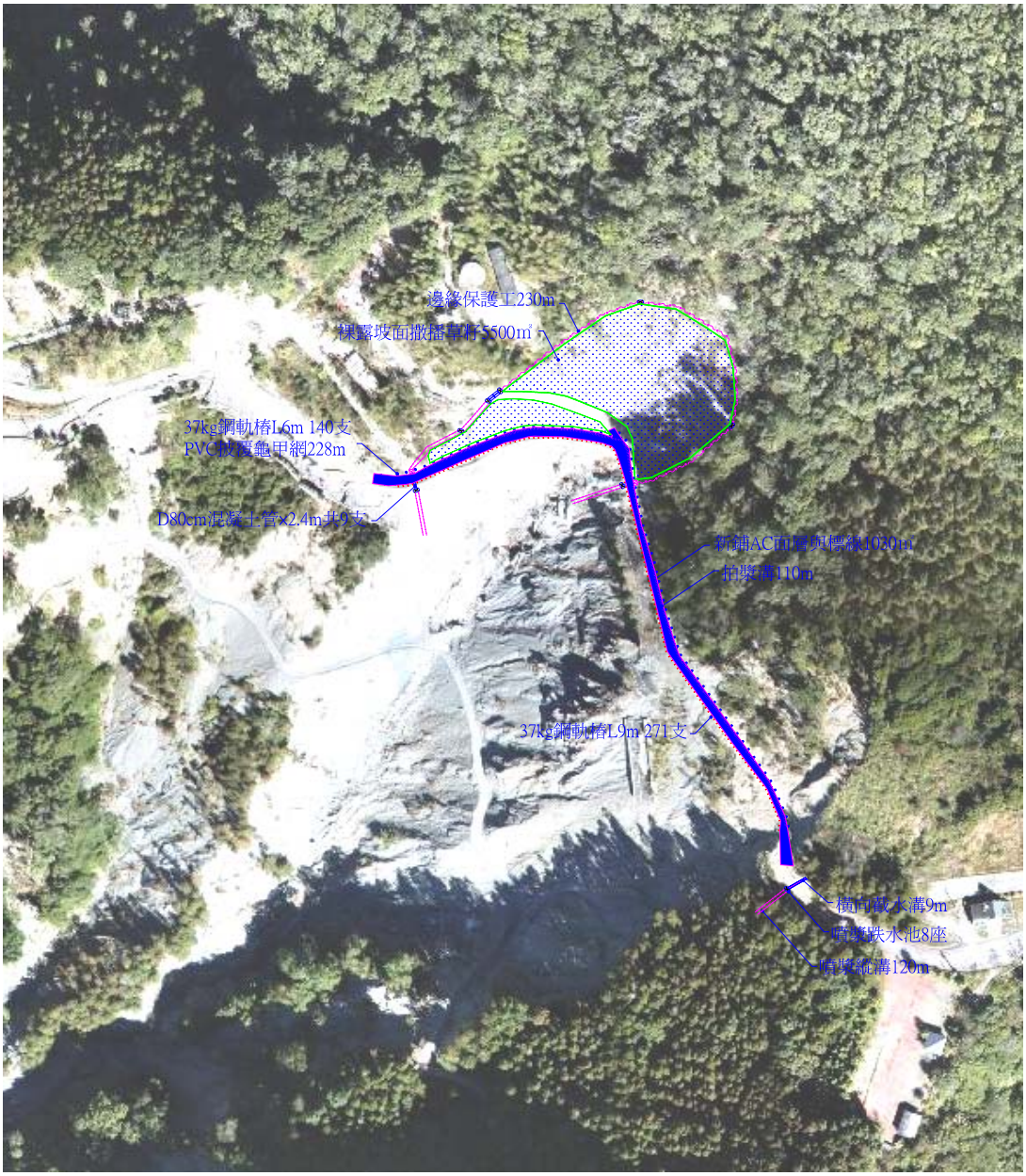


圖 5.140　藤枝 19.4K 路基短期復建規劃之配置示意圖

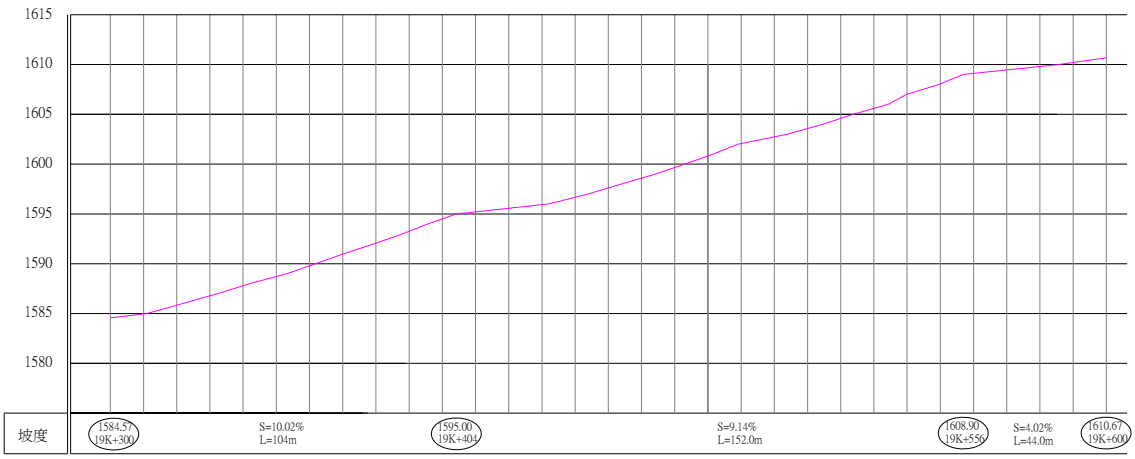


圖 5.141　19.4K 崩塌地之既有便道路基縱斷面圖

（三）藤枝 19.4K 崩塌地之中期復建規劃

（1）藤枝 19.4K 中期復建規劃（構想詳圖 5.142）：以擋土牆與 PC 樁作爲永久性路基結構，且以短期復建工程打設之既有鋼軌樁，規劃轉作中期復建擋土牆之臨時擋土支撐，擋土牆基礎下增設 PC 樁貫入承載層，增加路基抗滑、承載及整體穩定性，避免傳統重力式擋土牆因下邊坡淘空即發生外傾或翻覆之缺點，並可縮減傳統懸臂式擋土牆寬大基座寬度，以維續既有便道於中期復建施工期間之通行性，以免阻斷交通影響沿線其他工程工進。

（2）藤枝 19.4K 崩塌地由於下邊坡大面積裸露且坡度陡峭，因此規劃坡面開設階段平台減輕坡面荷載，並於平台處設置噴漿橫溝分段導流坡面排水，防止沖蝕溝的形成。路基處設置型框植生護坡工保護路基，防止路基因坡面沖蝕而裸露、淘空。

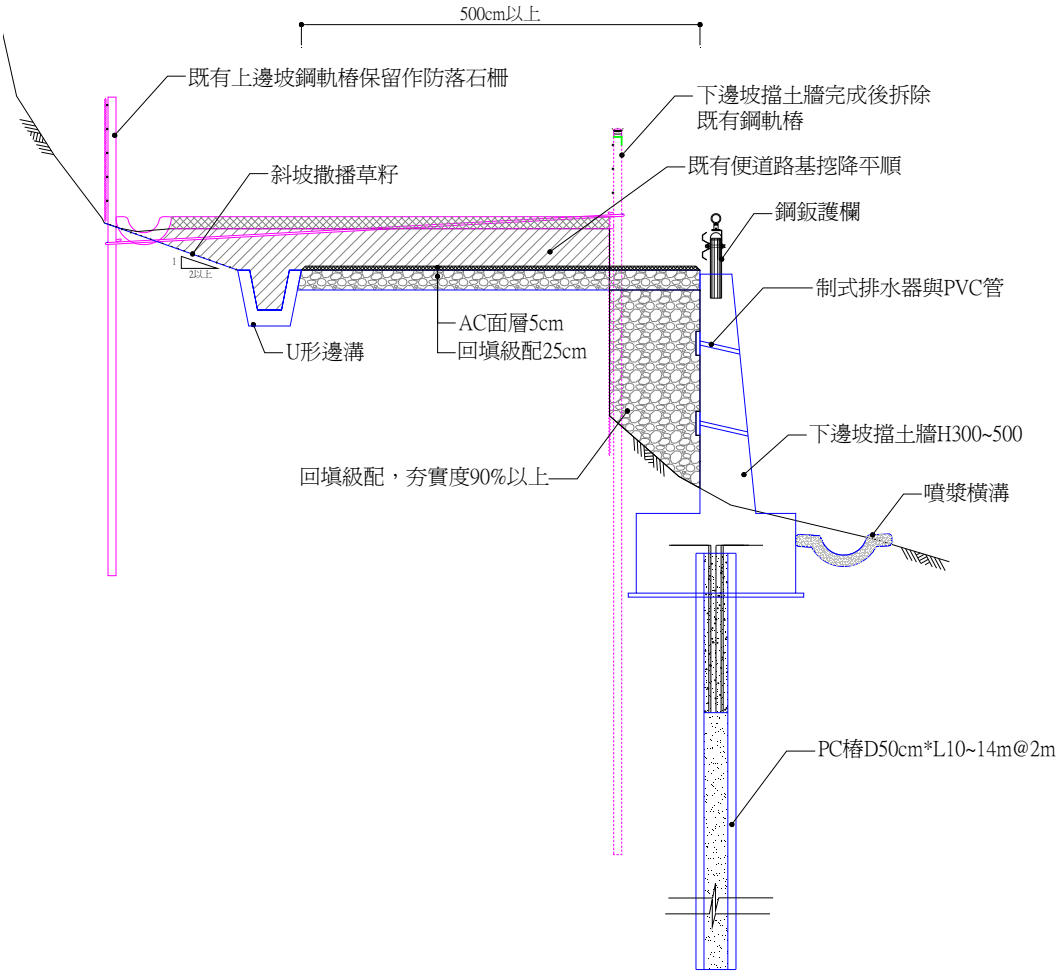


圖 5.142　藤枝 19.4K 路基中期復建規劃之路基標準斷面

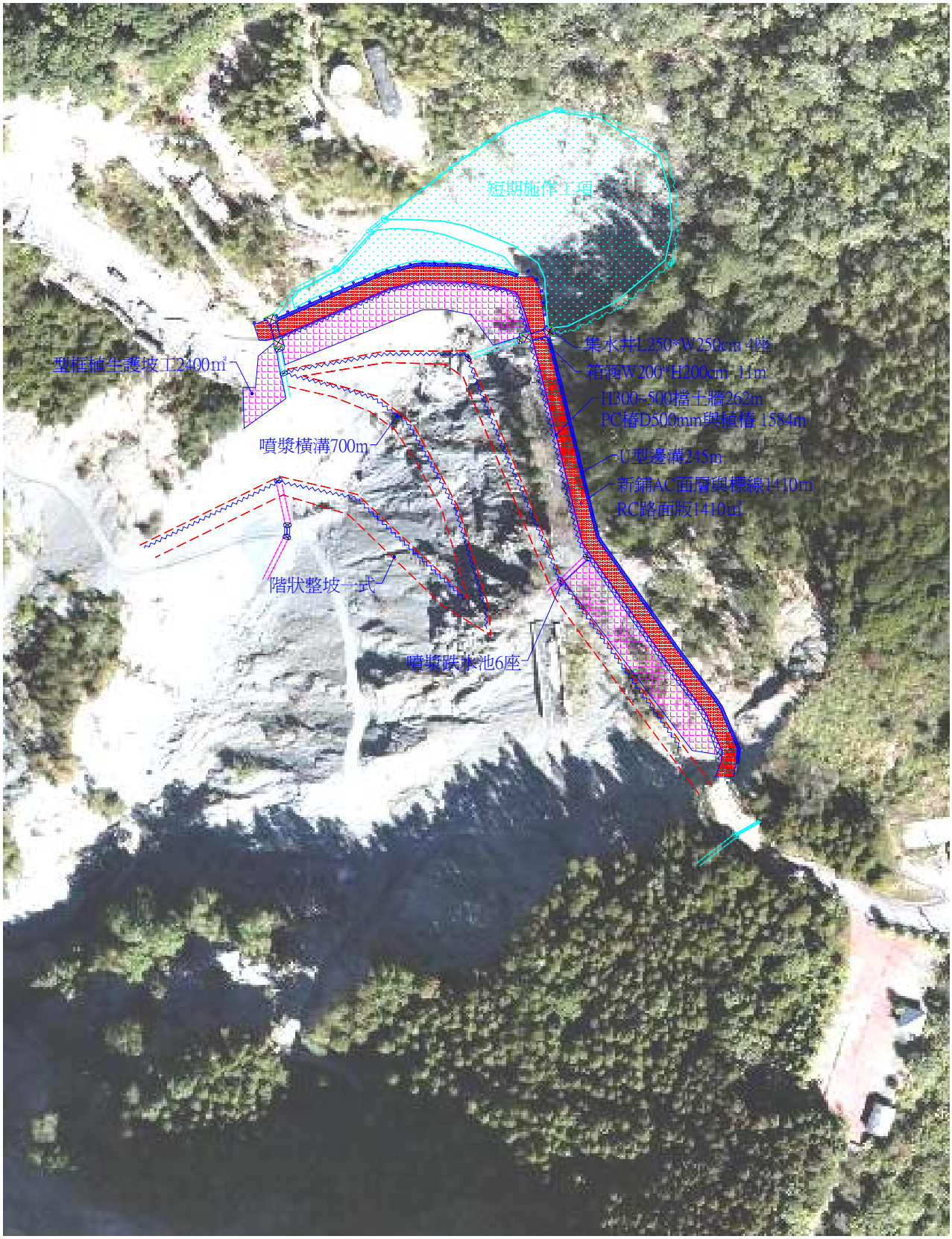


圖 5.143　藤枝 19.4K 路基中期復建規劃之配置示意圖

（四）藤枝 19.4K 崩塌地之長期復建規劃

（1）長期復建工程爲急迫性稍低於中期復建工程之坑溝整治與邊坡穩定工程，以接續中期復建工程後辦理爲原則，可待全線多數災害點之中期工程復建後，依經費寬裕與危害度分析擬定整治順序，藤枝 19.4K 崩塌地長期復建工程之配置詳圖 5.144。

（2）藤枝 19.4K 工區長期復建工程規劃於坑溝中設置 2 座防砂壩以穩定坑溝土石，減緩向源侵蝕作用。



圖 5.144　藤枝 19.4K 長期復建規劃之配置示意圖

（五）藤枝 19.4K 崩塌地之經費估算

（1）依據前述短期補強規劃、中期復建規劃與長期復建規劃，將各工程規劃數量與經費配置彙整詳如附錄二所示。

（2）短期補強規劃經費爲 5,623,600 元，中期補強規劃經費爲 25,069,000 元，長期補強規劃經費爲 11,856,000 元。

（六）藤枝 19.4K 崩塌地之水理分析

藤枝 19.4K 水理計算詳附錄二：

（1）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 150 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之有效水高大於 54 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（2）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W200*H200cm，其通洪斷面之有效水高大於 77 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

（七）藤枝 19.4K 崩塌地之用地計畫

藤枝 19.4K 土地權屬套繪詳圖 3.19，其中清楚標示國有地、私有地以及設有他項權利之國有地其界線與範圍。既有林道線型若無法符合丙種林道設計規範，或無法避開危險邊坡，線型局部改線後就有用地問題產生。**本工區用地相關地號爲桃源鄉藤枝段等 7 筆地號（詳圖 5.145 與表 5.20），有關局部改線用地將洽土地所有權人，以「取得土地使用同意書」爲用地取得之大原則。**

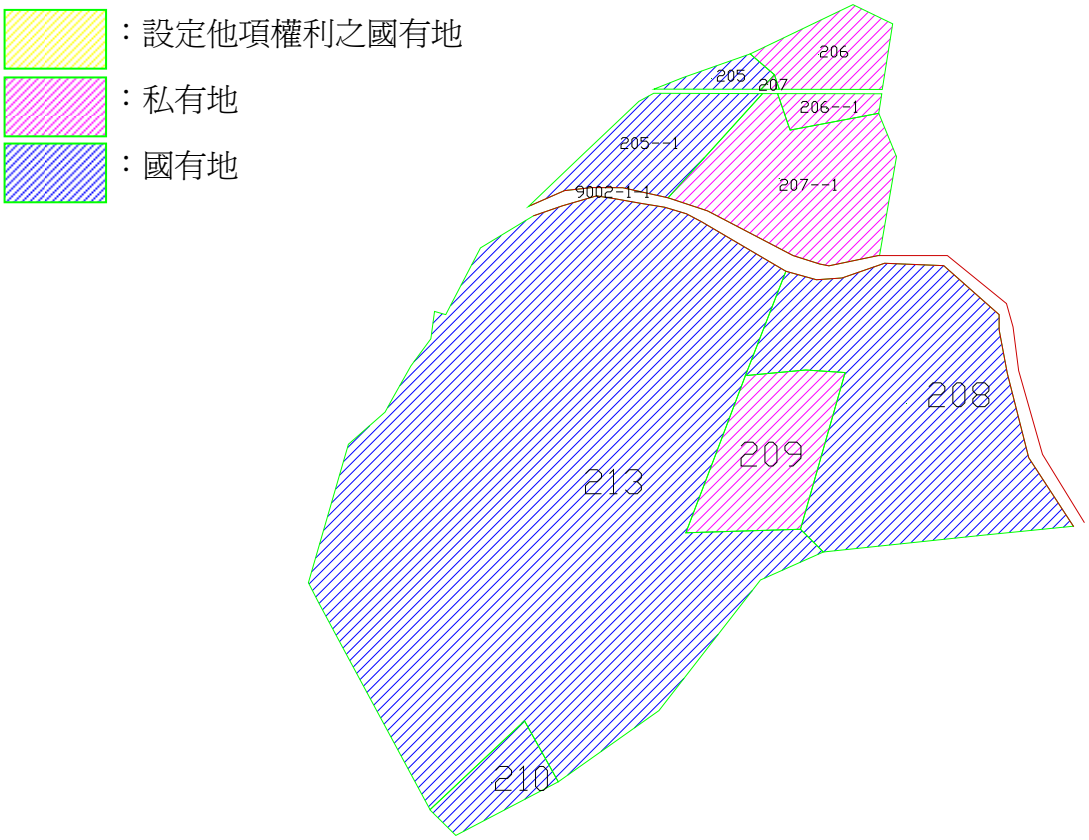


圖 5.145　藤枝 19.4K 工區配置與地籍圖套繪成果

表 5.20　藤枝 19.4K 用地計畫表

鄉/鎮	地段	地號	所有權人	管理者	其他
桃源鄉	藤枝段	205	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	206	陳○平		
桃源鄉	藤枝段	207	陳○秀玉		
桃源鄉	藤枝段	208	中華民國	行政院原住民族委員會	
桃源鄉	藤枝段	209	陳○茂		
桃源鄉	藤枝段	210	陳○雲		
桃源鄉	藤枝段	213	中華民國	行政院原住民族委員會	

5.18 藤枝全線復建進度規劃

98 年莫拉克風災以後，藤枝林道分年辦理情形與內容概述詳表 5.21，後續整體復建有短期復建、中期復建、長期期復建等三階段規劃，彙整藤枝林道復建所需經費統計表於表 5.22，各期程之工程定位詳圖 5.146、圖 5.147、圖 5.148，並說明復建分年分期計畫如下：

（1）自莫拉克風災後，藤枝林道已進行全線搶險搶通與緊急復建工程，截至目前尚有 4 件在建緊急復建工程，以復原藤枝林道 2.0K~8.5K、11.2K 等崩塌地整治與路基復原爲主，此部份屬緊急復建工程，預計於 99 年底至 100 年 1 月陸續完工。

（2）由表 5.79 知後續短期、中期與長期復建需編列 572,065 仟元，並依據預算之額度分年分階段辦理整治。規劃以 99 年底至 100 年中遊樂區開園前完成短期復建，100 年中至 102 年初辦理中期復建工程，完成林道永久性路基治理，102 年初至 103 年底辦理長期復建工程，完成坑溝治理與坡面穩定，彙整藤枝林道復建進度時程表於表 5.23，各期程之經費、工程名稱、緩急詳表 5.24。

（3）短期復建進度規劃：以 101 年春季開園前爲目標，短期復建經費估算爲 74,259 仟元，規劃以藤枝林道 12.0K 爲分界點分 2 件工程進行，以期在 99 年第 4 季開始進行至 100 年第 2 季（颱風季節前），完成全線路基與安全設施加強，並進行地質鑽探與監測資料分析，提供中期復建工程設計所需設計參數與依據。

（4）中期復建進度規劃：以藤枝林道恢復永久性路基爲目標，中期復建經費估算爲 385,984 仟元，依里程分成 4.5K～11K、11K～16K、16K～18.5K 與 18.5K～19.4K 等 4 件中期復建工程，每件工程費約 950,000 仟元上下，計畫於 100 年第 3 季起陸續發包開工，最遲至 102 年第 1 季完工。

（5）長期復建進度規劃：以崩塌地坑溝治理與邊坡穩定爲目標，長期復建經費估算爲 183,090 仟元，依里程分成 4.5K～11K、11K～13K、13K～18.5K 與 18.5K～19.4K 等 3 件長期復建工程，每件工程費約 400,000 仟元上下，計畫於 102 年第 1 季起陸續發包開工，最遲至 103 年第 4 季完工。

表 5.21　藤枝林道 98 年莫拉克風災後復建工程辦理情形

年度	項次	工程名稱	工程內容	經費(元)	備註
98	1	莫拉克風災舊潭邊坡穩定緊急處理工程	橫向截水溝25m、邊緣保護工489m、噴漿大縱溝173m、噴漿大跌水池4座、噴漿縱溝773m、噴漿橫溝786m、噴漿跌水池28座、鋼鈑護堤15m、拍漿溝75m、U型邊溝5m。	7,120,000	98年12月24日完工
	2	藤枝林道莫拉克緊急災害復建工程	3m鋼軌樁購置與打設176支、6m鋼軌樁購置與打設332支、9m鋼軌樁購置與打設803支、鋼鈑牆與土方回填2600㎥、鋼筋加勁與補強914m、PVC披覆龜甲網574m、D80cm混凝土管×2.4M78支、拍漿溝1050m、RC管流末保護工120m、新鋪AC面層與透黏層11560㎡、紐澤西護欄與反光導標923組、危三類警告標誌230組、山形彎路標誌103組、太陽能警示燈469組、土石清運與路基整順17處。	25,688,063	99年3月19日完工
99	3	花果山周邊災害復建工程	噴漿大縱溝73m、噴漿大跌水池3座、噴漿橫溝530m、噴漿縱溝199m、噴漿跌水池11座、橫向截水溝11m、擋土鋼軌樁65m、擋土牆49m、鑽掘式基樁D100cm有套管270m、鑽掘式基樁D100cm無套管700m、基樁帽樑130*100cm 104m、基樁帽樑130*200cm 14m、防落石?159m、預力地錨130T*L50m3支、RC維護道197m、團粒植生護坡工與局部二次噴植9555㎡、新鋪AC面層與標線595㎡、臨時便道鋼軌樁87m、零星工項。	36,960,000	99年4月7日開工
	4	藤枝林道3.5K至5K災害復建工程	噴漿大縱溝49m、噴漿大跌水池3座、階段平台與噴漿橫溝1127m、噴漿橫溝433m、噴漿縱溝706m、噴漿跌水池40座、橫向截水溝53m、拍漿溝329m、鑽掘式基樁D100cm有套管675m、鑽掘式基樁D100cm無套管1559m、基樁帽樑120*100cm 298m、基樁臨時擋土設施工40m、預力地錨130T*L60m20支、土石籠298m、團粒植生護坡工18916㎡、岩盤改良與2次鑽孔240m、零星工項與便道構築維護。	43,500,000	99年6月13日開工
	5	興龍周邊災害復建工程	噴漿大縱溝73m、噴漿大跌水池3座、噴漿橫溝530m、噴漿縱溝199m、噴漿跌水池11座、橫向截水溝11m、擋土鋼軌樁65m、擋土牆49m、鑽掘式基樁D100cm有套管270m、鑽掘式基樁D100cm無套管700m、基樁帽樑130*100cm 104m、基樁帽樑130*200cm 14m、防落石?159m、預力地錨130T*L50m3支、RC維護道197m、團粒植生護坡工與局部二次噴植9555㎡、新鋪AC面層與標線595㎡、臨時便道鋼軌樁87m、零星工項。	27,600,000	99年6月16日開工
	6	東龜山周邊災後復建工程	鑽掘式基樁D100cm有套管459m、鑽掘式基樁D100cm無套管1354.5m、基樁帽樑130*100cm185m、預力地錨130T*50m11支、施工成果監測系統建置與觀測1式、噴漿大縱溝83m、噴漿大跌水池7座、噴漿橫溝594m、噴漿縱溝179m、噴漿跌水池14座、橫向截水溝38m、PC樁D500mm與植樁444m、H300cm擋土牆43.5m、H600cm擋土牆30m、鋼鈑護欄73.5m、U型邊溝128m、37kg鋼軌樁L×6m購置與打設18支、37kg鋼軌樁L×9m購置與打設36支、型框植生護坡。	43,416,900	99年7月16日發包

（6）本案之短、中、長期復建規劃是以「預定 101 年年初遊樂區開園與中型巴士安全通行」爲標的，經詳細地形測量與踏勘評估後，多數崩塌路段之最大坡度、坡度長度與曲線坡度等地形限制，無法達成以甲種林道或六級道路等級辦理復建，故本案修正採用「丙種林道」之服務水準作爲復建規劃標準。日後藤枝森林遊樂區開園時，視遊樂區經營管理之需求，五年後再另行檢討林道是否需拓寬之必要；現階段道路路基復建設計均預留日後道路拓寬所需之空間，因此未來視藤枝林道之需求，在符合丙種林道而不提升道路層級情況下，是有彈性的。

表 5.22　藤枝林道災害復建經費統計表

(單位：仟元)

工程名稱/里程	短期復建		中期復建		長期復建		小計
	99年度	100年度		101年度	102年度	103年度	
4.5K	3,050		26,500		—	—	29,550
5.4K	已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程		—
9K	6,565		11,586		16,713		34,864
10K	15,338		25,540		7,603		48,481
10.6K	8,600		27,800		19,545		55,945
11.1K	已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程			14,975	14,975
11.6K	2,620			11,837		23,288	37,745
12.6K		7,985		27,960		8,470	44,415
13.2K		2,321		27,678	11,833		41,832
14.1K		4,547		8,055	2,084		14,686
15.3K		5,655		17,275	6,732		29,662
18.0K		1,198		68,480	17,560		87,238
18.4K		3,352		36,653	11,833		51,838
18.6K		3,759		10,828	11,833		26,420
19.0K		3,645		60,723	18,765		83,133
19.4K		5,624		25,069	11,856		42,549
合計	36,173	38,086	91,426	294,558	136,357	46,733	643,333
年度經費合計	36,173		129,512	294,558	136,357	46,733	

表 5.23　藤枝林道災害復建進度表

(單位：仟元)

災害點 \ 時程		99年度	100年度				101年度				102年度				103年度			
		第4季	第1季	第2季	第3季	第4季	第1季	第2季	第3季	第4季	第1季	第2季	第3季	第4季	第1季	第2季	第3季	第4季
4.5K	短期復建	3,050																
	中期復建				26,500													
9.0K	短期復建	5,565																
	中期復建				11,586													
	長期復建													16,713				
10.0K	短期復建	15,338																
	中期復建					25,540												
	長期復建												7,603					
10.6K	短期復建	8,600																
	中期復建					27,800												
	長期復建													19,545				
11.1K	長期復建														14,975			
11.6K	短期復建	2,620																
	中期復建						11,837											
	長期復建															23,288		
12.6K	短期復建		7,985															
	中期復建						27,960											
	長期復建														8,470			
13.2K	短期復建		2,321															
	中期復建						27,678											
	長期復建												11,833					
14.1K	短期復建		4,547															
	中期復建							8,055										
	長期復建												2,084					
15.3K	短期復建		5,655															
	中期復建							17,275										
	長期復建													6,732				
18.0K	短期復建		1,198															
	中期復建						68,480											
	長期復建										17,560							
18.4K	短期復建		3,352															
	中期復建								36,653									
	長期復建										11,833							
18.6K	短期復建			3,759														
	中期復建									10,828								
	長期復建											11,833						
19.0K	短期復建			3,645														
	中期復建							60,723										
	長期復建											18,765						
19.4K	短期復建			5,624														
	中期復建									25,069								
	長期復建												11,856					
經費統計		36,173	25,058	13,028	38,086	53,340	135,955	86,053	47,481	25,069	29,393	30,598	33,376	42,990	23,445	23,288	-	–
時程		99年度	100年度				101年度				102年度				103年度			
各年度經費統計(仟元)		36,173	129,512				294,558				136,357				46,733			

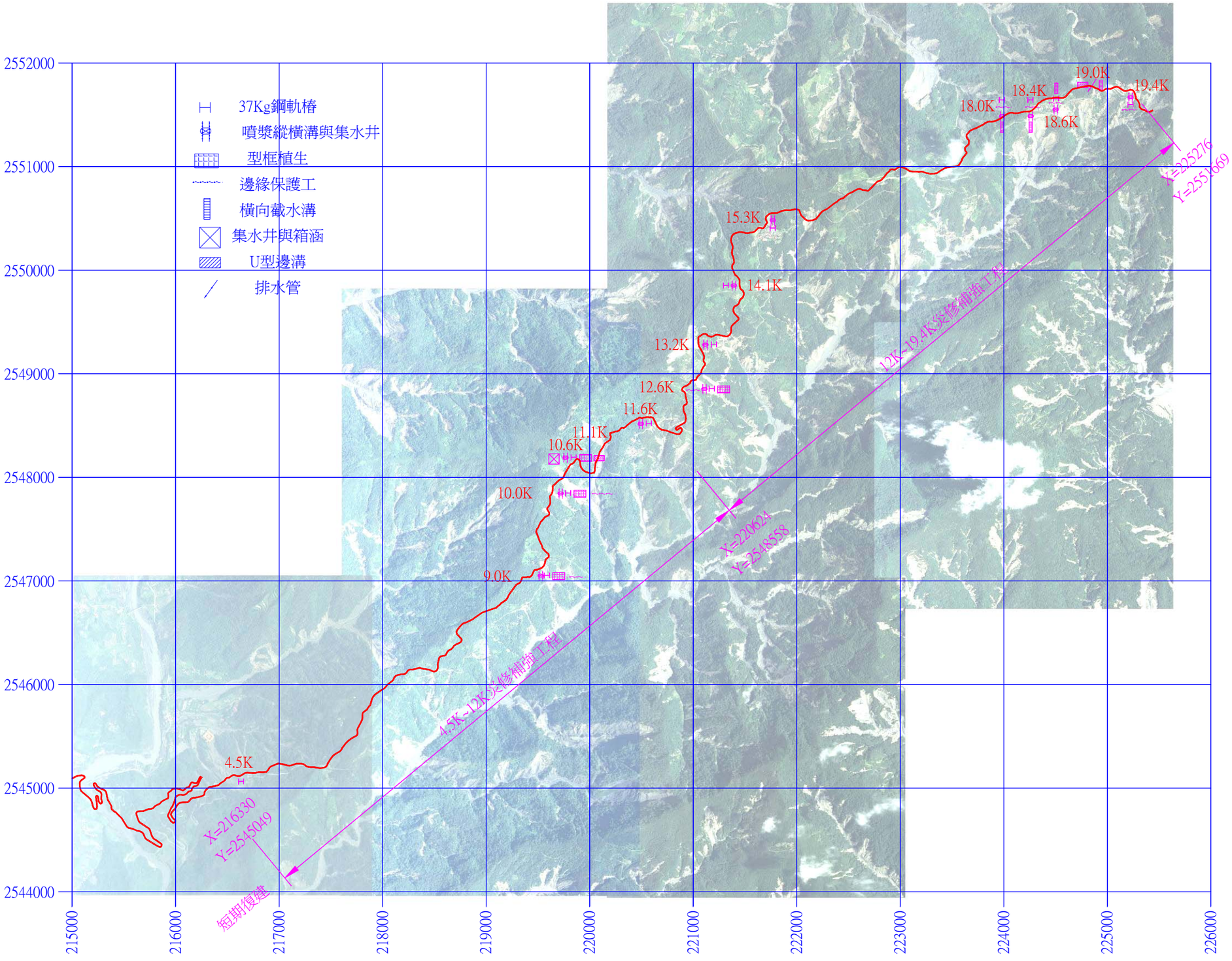


圖 5.145　藤枝林道短期復建工程定位圖（航照自農航所購得）

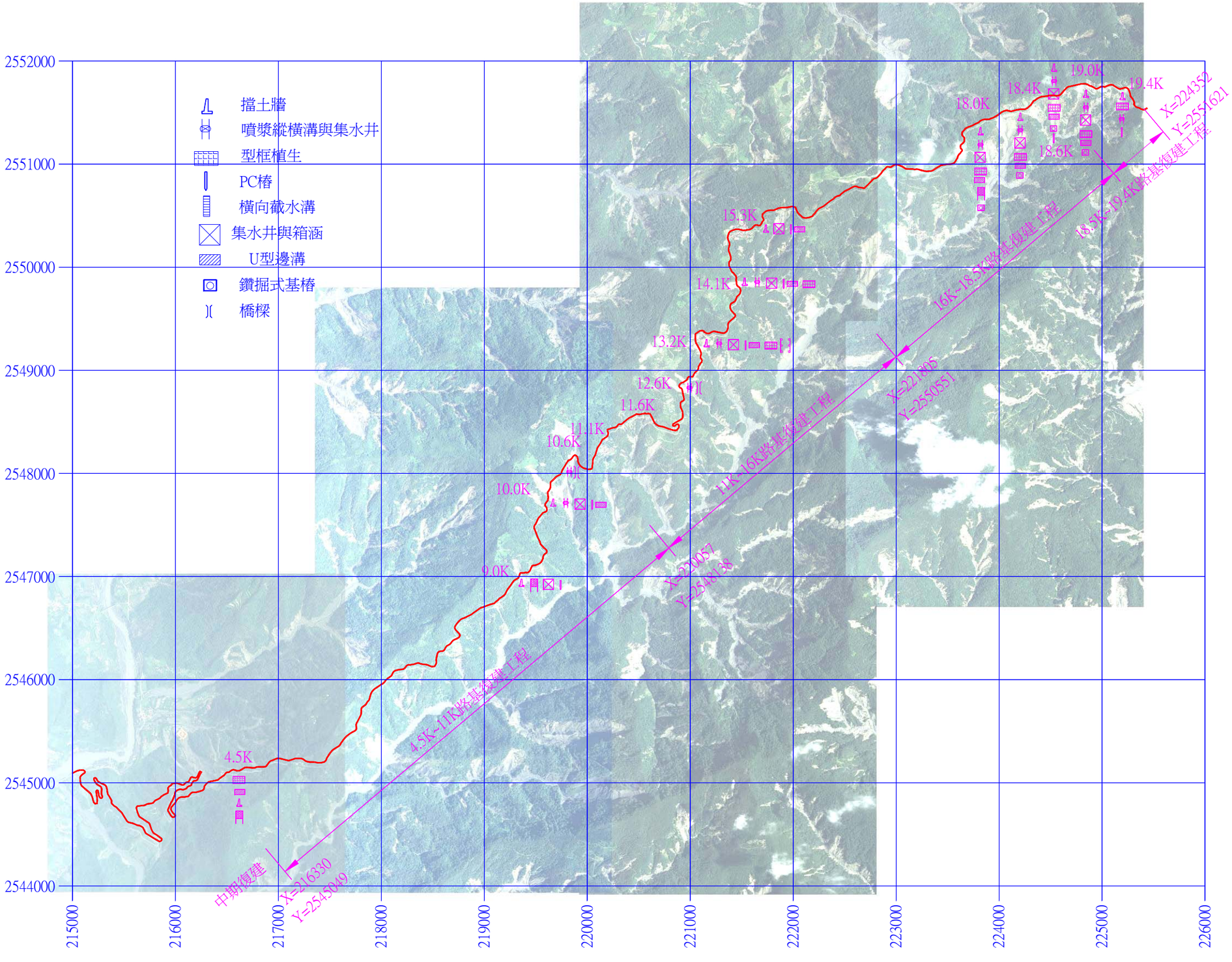


圖 5.147　藤枝林道中期復建工程定位圖（航照自農航所購得）

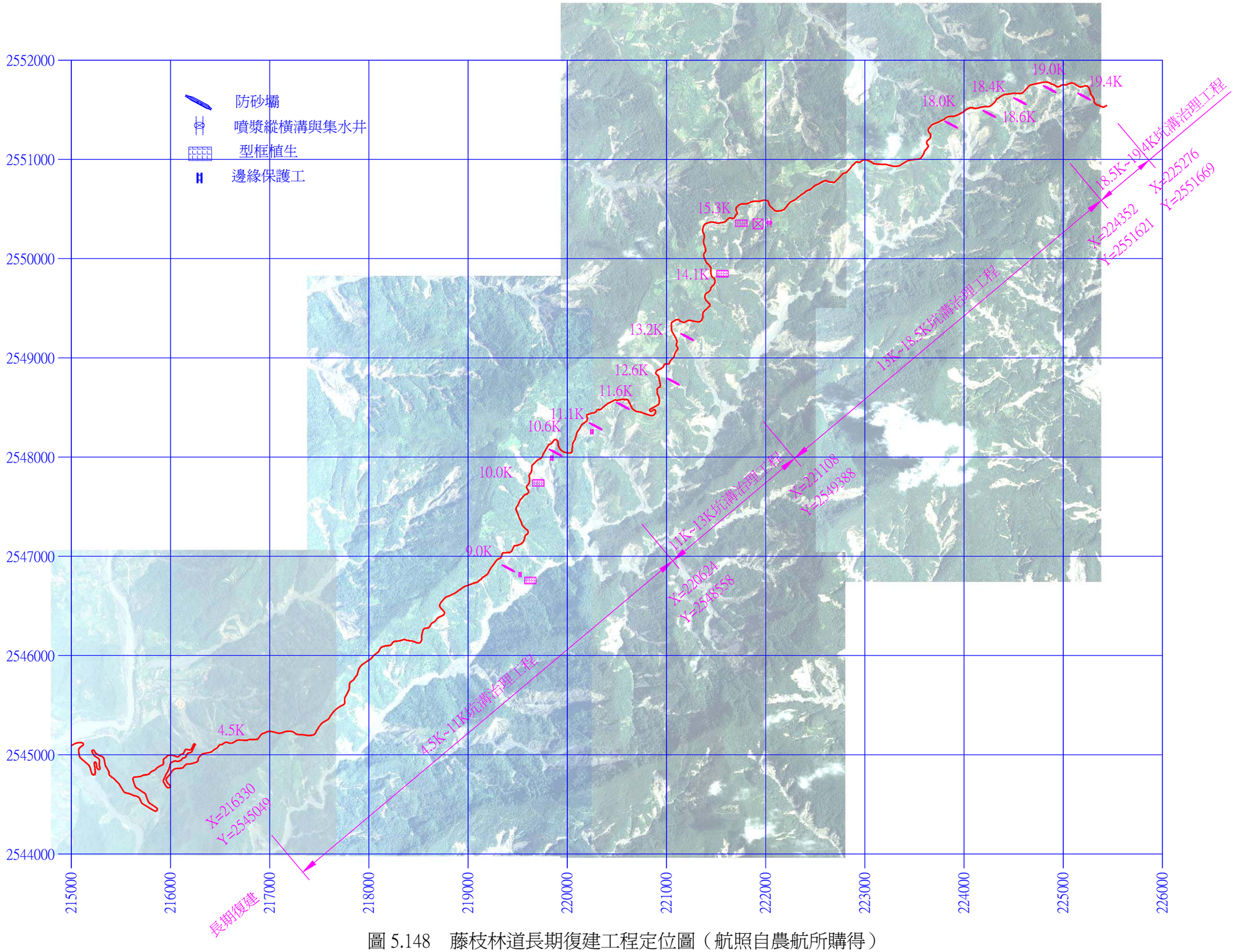


圖 5.148　藤枝林道長期復建工程定位圖（航照自農航所購得）

表 5.24　藤枝林道災害復建總表

(單位：仟元)

復建時程	短期復建			中期復建			長期復建			小計
經費編列年度	99年度		100年度			101年度	102年度		103年度	
工程名稱/里程	整治急迫度	經費(仟元)與工法		整治急迫度	經費(仟元)與工法		整治急迫度	經費(仟元)與工法		
		4.5K~12K災修補強工程			4.5K~11K路基復建工程			4.5K~11K坑溝治理工程		
4.5K	2	3,050	37Kg鋼軌樁、土石清運路基降挖整順	2	26,500	防落石柵、RC路面、型框植生護坡工、RC擋土牆、U型邊溝	—	—	—	29,550
5.4K	—	已納入緊急復建工程		—	已納入緊急復建工程		—	已納入緊急復建工程		—
9K	1	6,565	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、橫向截水溝、型框植生護坡工、集水井	1	11,586	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁、防落石柵、U型邊溝溝、型框植生護坡工、集水井	2	16,713	防砂壩或節制壩、整流工、型框植生護坡工	34,864
10K	1	15,338	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、橫向截水溝、格框護坡工、集水井	1	25,540	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁、U型邊溝溝、集水井	1	7,603	格框護坡工	48,481
10.6K	1	8,600	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、橫向截水溝、刷坡與階段平台開設、集水井	1	27,800	噴漿縱橫溝、重力式擋土牆、簡支樑橋樑、橫向截水溝	2	19,545	防砂壩或節制壩、整流工	55,945
					11K~16K路基復建工程			11K~13K坑溝治理工程		
11.1K	—	已納入緊急復建工程		—	已納入緊急復建工程		2		14,975	14,975
11.6K	1	2,620	噴漿縱橫溝、裸露坡面撒播草籽	2	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁、型框植生護坡工、集水井與箱涵	11,837	2	防砂壩或節制壩	23,288	37,745
		12K~19.4K災修補強工程								
12.6K	2	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、橫向截水溝、型框植生護坡工、集水井	7,985	2	噴漿縱橫溝、重力式擋土牆人工挖掘式基樁、橋樑、型框植生護坡工、集水井與箱涵	27,960	2	防砂壩或節制壩	8,470	44,415
								13K~18.5K坑溝治理工程		
13.2K	3	噴漿縱橫溝、集水井、37Kg鋼軌樁、裸露坡面撒播草籽	2,321	3	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁鑽掘式基樁、U型邊溝、型框植生護坡工、集水井與箱涵	27,678	3	防砂壩或節制壩	11,833	41,832
14.1K	3	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、橫向截水溝、裸露坡面撒播草籽、集水井	4,547	3	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁、U型邊溝、集水井與箱涵、型框植生護坡工	8,055	3	型框植生護坡工	2,084	14,686
15.3K	3	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、D80cm混凝土管、裸露坡面撒播草籽、集水井	5,655	3	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁、U型邊溝、集水井與箱涵	17,275	3	噴漿縱橫溝、集水井與箱涵、型框植生護坡工	6,732	29,662
					16K~18.5K路基復建工程					
18.0K	2	噴漿縱橫溝、橫向截水溝37Kg鋼軌樁、D80cm混凝土管、裸露坡面撒播草籽	1,198	2	噴漿縱橫溝、U型邊溝、擋土牆、鑽掘式基樁、集水井與箱涵、型框植生護坡工、預力地錨	68,480	1	17,560	防砂壩或節制壩	87,238
18.4K	2	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、橫向截水溝、裸露坡面撒播草籽、集水井	3,352	2	噴漿縱橫溝、U型邊溝、擋土牆、鑽掘式基樁、集水井與箱涵、型框植生護坡工、預力地錨	36,653	1	11,833	防砂壩或節制壩	51,838
					18.5K~19.4K路基復建工程			18.5K~19.4K坑溝治理工程		
18.6K	2	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、D80cm混凝土管、裸露坡面撒播草籽、橫向截水溝	3,759	2	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁、U型邊溝、集水井與箱涵、型框植生護坡工	10,828	1	11,833	防砂壩或節制壩	26,420
19.0K	3	噴漿縱橫溝、水平透水管L30m、U型邊溝、橫向截水溝、過路暗溝、邊溝集水井	3,645	2	噴漿縱橫溝、U型邊溝、擋土牆、鑽掘式基樁、集水井與箱涵、型框植生護坡工、預力地錨	60,723	1	18,765	防砂壩或節制壩	83,133
19.4K	3	噴漿縱橫溝、邊緣保護工、37Kg鋼軌樁、橫向截水溝、裸露坡面撒播草籽	5,624	3	噴漿縱橫溝、擋土牆與PC樁、U型邊溝、集水井與箱涵、型框植生護坡工	25,069	1	11,856	防砂壩或節制壩	42,549
合計		36,173	38,086		91,426	294,558		115,708	67,382	643,333
年度經費合計		**36,173**			**129,512**	**294,558**		**115,708**	**67,382**	

5.19 計畫效益分析

依據前述藤枝林道災害復建的之緊急復建（執行中）、短期復建、中期復建、長期期復建等工程經費統計表（詳表 5.23），顯示本計劃復建工程之範圍、里程、工法及施作數量相當龐大，建議　貴處依據本計畫建議順序逐年編列預算分階段辦理復建整治，有關緊急復建、短期復建、中期復建與長期復建順序與經費說明如下：

（1）98 年度至 99 年度辦理緊急復建工程，共計七個工程案，工程經費為 21,648.6 萬，以搶險搶通等較急迫性工程為主，包括林道仕線搶通及危害度較高之崩塌地整治等工程，其效益除已緊急搶通藤枝林道全線之交通，確保藤枝新部落、寶山及二集團等居民之基本生活之需求，另 3.5K~4.5K 地滑區下邊坡之保全對象舊潭村，亦將於 99 年度完成區域地滑治理，現階段 3.5K~4.5K 崩塌地滑區整治區正趲趕進度中，目前已完成「藤枝林道莫拉克災害緊急復建工程」等三件工程約 4,579.3 萬，在建工程為「花果山周邊災害復建工程」等 4 件工程約 17,069.3 萬。

（2）短期復建工程係為達到「預定 101 年年初遊樂區開園與中型巴士安全通行」之短期目標，概估工程經費為 7,425.9 萬，主要工作為既有路基再加強及上邊坡崩塌坡面植生護育，預定於 100 年執行完成。

（3）中期復建工程為各崩塌路段復建之必要性與永久性工程，包括路基復建以恢復路基為首要目標，概估工程經費為 38,598.4 萬，主要為施做上邊坡擋土牆、路基、路面、邊溝、護欄、下邊坡擋土牆等。

（4）長期復建工程為急迫性稍低之坑溝整治與邊坡穩定工，主要係待崩塌坡面休養與穩定後，再深入評估施做固床工等蝕溝控制工，邊坡施做護坡工以提高坑溝與邊坡之長期穩定性，概估工程經費為 18,309 萬。

（一）效益評估

本案復建工程經費總計約 6.43 億元，惟若以總復建經費與單年度之預期效益作比較，其結果必遠小於 1，不甚合理。且實際之復建工程係依各階段逐年編列執行，除各階段復建工程完工後皆有一定安全年限，其產生之實質效益亦會逐年限顯現，爲利後續效益評估分析計算，將就各階段復建工程之安全年限保守量化如下：短期復建工程發揮 3 年服務年限、中期復建工程發揮 20 年服務年限、長期復建工程亦發揮 20 年服務年限，並以上述之安全年限進行後續各階段效益分析。

有關藤枝森林遊樂區自民國 90 年以來每年平均收入約計新台幣 1,962 萬元（詳表 5.25，剔除 93、94、95 及 98 年等因風災休園之年份），若不考量藤枝森林遊樂區之開園營運，藤枝部落居民與特森中心工作人員仍有進出林道之基本交通需求，故**「民國 101 年森林遊樂區開園與中型巴士安全通行」**作爲現階段之經營目標，確有其必要性及急迫性。

（二）有形效益評估

（1）保護標的：

（1.1）藤枝林道水土保持：保護國土、林地、保留地及舊潭村（含妙崇寺）。

（1.2）維持藤枝森林遊樂區營運：觀光營業收益。

（1.3）維持藤枝週邊居民收益：農作與觀光收益。

（1.4）保障藤枝週邊居民與遊客安全：生命財產安全。

（2）量化預期效益：

（2.1）藤枝林道 3.5K 地滑防制效益：整治後可防止藤枝林道 3.5K 下邊坡舊潭村之土石災害、土地屋舍掩埋、林木流失，概估此部份保全對象之保護效益約新台幣 10,000 萬（包含舊潭村土地、屋舍及公共設施）。

（2.2）藤枝森林遊樂區營運收益：依據藤枝森林遊樂區經濟效益之評估報告，假設因林道流失坍崩致影響遊樂區之營運，其損失即爲新台幣 1,962 萬元/年，上述損失尚未計入藤枝森林遊樂區爲高雄縣六龜鄉觀光產業龍頭，若休園對高雄縣觀光產業將有直接之無形損失。

表 5.25　藤枝森林遊樂區歷年收入統計表

月份	收入總計	門票收入										
			個人						團體票		優待票	
			假日全票		非假日票(全票)		半票					
	金額	人次	人次	金額	人次	金額	人次	金額	人次	金額	人次	金額
90	17,848,465	227,786	14,899,619	48,224	5,365,588	23,175	1,703,418	30,272	1,643,722	84,587	5,876,257	41,358
91	19,052,284	247,968	15,845,526	51,237	5,734,030	25,822	1,909,089	33,012	1,813,090	86,175	5,980,181	51,722
92	23,006,311	300,167	18,730,585	64,138	6,974,359	33,767	2,431,042	42,417	2,284,804	96,957	6,616,234	62,579
93	10,730,968	134,464	8,476,596	27,789	3,081,605	13,801	1,007,116	26,931	1,459,355	39,363	2,677,758	35,361
94	7,727,868	119,717	5,803,732	4,874	550,832	3,000	224,715	57,557	3,166,682	27,680	1,646,009	26,606
95												
96	19,379,512	237,625	15,391,739	49,197	5,560,203	20,553	1,539,252	78,258	4,372,770	49,419	3,447,662	57,132
97	18,828,591	244,115	15,476,425	43,565	4,922,914	23,379	1,911,218	59,014	3,296,478	69,739	4,874,292	57,225
98	13,459,725	204,917	11,590,588	25,634	2,896,787	59,634	3,892,849	39,066	2,182,336	31,714	2,215,749	48,869

註：

◎單位：元

◎剔除93、94、95及98年等因風災休園之年份，自90年後每年平均年收入爲19,623,033元。

（2.3）藤枝週邊居民觀光收益：受惠藤枝森林遊樂區之人潮，遊樂區周圍商店街增加餐飲、住宿及農特產之收入，依每年上山遊客約爲二十五多萬人，概估 20%之遊客（約 5 萬人）將停留遊樂區外週邊進行住宿、餐飲及購買農特產品，平均每人消費 200 元，則藤枝週邊居民在觀光收益約新台幣 1,000 萬/年。

（2.4）六龜鄉觀光收益：依每年上山遊客約爲二十五多萬人，將帶動六龜鄉餐飲、住宿及購買農特產等需求增加，預估平均每人消費貢獻爲 50 元，則六龜鄉整體觀光收益約新台幣 1,250 萬/年。

（2.5）保障藤枝週邊居民與遊客安全效益：藤枝林道爲進入藤枝森林遊樂區之唯一道路，每年上山遊客約爲二十五多萬人，加計居民、園區工作員工與工程施工人員，平均每日用路人數約近千人，往來人車安全與藤枝林道路基安全關係密切，概估保護效益約新台幣 300 萬/年。

（3）「短期復建工程」之益本比

依據前節之量化預期效益之數值，預估在「花果山周邊災害復建工程」等 4 件在建工程與「短期復建工程」完成後，藤枝林道至少有 3 年服務年限，如不續行「中期與長期復建工程」時，其「經常維護工程」約需 500 萬/年。而復園初期因受中期與長期復建工程施工之影響及觀光人潮恢復非一蹴可及，故各項效益先以 50%作計算，推估藤枝森林遊區營業初期收益爲 1,000 萬/年、週邊居民觀光收益 500 萬/年、六龜鄉整體觀光收益增 625 萬/年、安全效益增爲 150 萬/年，總累計收益爲 2,275 萬/年，在此狀況下投資益本比分析如下：

	保護標的效益	經費總需求
※「花果山周邊災害復建工程」等 4 件在建工程		17,069.3 萬
※「短期復建工程」	2,275 萬*5 年	7,425.9 萬
※「經常維護工程」		500 萬*3 年
※「合計」	11,375 萬	25,995.2 萬

益本比＝保護標的效益/經費總需求＝11,375 萬/25,995.2 萬＝0.43 倍

（4）「短期、中期與長期復建工程」益本比

如完成本計畫之「花果山周邊災害復建工程」等 4 件在建工程與「短期、中期與長期復建工程」後，此階段遊樂區之人潮及居民農作應已恢復災前之水準，產生效益亦明顯增加，即每年藤枝森林遊區營業收益將增爲 1,926 萬、週邊居民觀光收益增爲 1,000 萬、六龜鄉整體觀光收益增 1,250 萬/年、安全效益增爲 300 萬，總累計收益爲 4,476 萬/年，藤枝林道至少有 20 年服務年限，在「短中長期復建工程」完工後投資益本比分析如下

	保護標的效益	經費總需求
※「花果山周邊災害復建工程」等 4 件在建工程		17,069.3 萬
※「短期、中期與長期復建工程」	4,476 萬*20 年	64,333.3 萬
※「經常維護工程」		100 萬*20 年
※「合計」	89,520 萬	83,402.6 萬

益本比＝保護標的效益/經費總需求＝89,520 萬/83,402.6 萬＝1.07 倍

益本比 1.07 大於 1，表示本整治工程具投資價值。本工程整治完成後可維持高雄縣觀光旅遊榮景，提供安全之休憩地點，美好之生態景觀，同時保障通行人車安全、國土林地水土保持與減少下游村落土石流災害。

（5）修正益本比分析

由於藤枝林道恢復交通爲現階段勢在必行之政策目標，但在復建工法上仍有不同之整治工法可供選擇，不同工法其建造成本、維護成本各有差異，故實有必要就不同工法之建造費、維護費及效益進行益本比分析檢討，以下將選定目前較爲可行之二方案進行比較。

採橋樑跨越崩塌坑溝謂 A 方案，另沿崩塌坑溝邊緣開闢道路（即目前臨時搶通便道）謂 B 方案。A 方案總工程費爲 56,907.4 萬，預估每年維護費約爲 100 萬/年，其產生效益爲 4,476 萬/年。B 方案總工程費爲 56,837.4 萬，預估每年維護費較高約爲 500 萬/年，其產生效益亦爲 4,476 萬/年。

一般益本比分析其計算公式爲 B/C=B/（C+M），由於 A 及 B 方案其總工程費差異不大，但每年維護費差異甚大，對 A 方案而言其較 B 方案每年可減少 400 萬之維護費，以 20 年計算時則可發現其維護費差異增爲 8,000 萬（未考慮利率），此部份可視爲 A 方案之增加效益，故益本比公式可修正爲 B/C=（B+M）/C，有關 A 方案及 B 方案之修正益本比分析表詳表 5.26。

又因 A 及 B 方案每年投入維護費不同，爲求合理之投報效益，有必要將利率與時間納入檢討以供決策，以下分析利率採 1.5%(20 年平均)：

（1）中期復建工程費：

A 方案（38,598 萬,1.5%,20）＝P(1+i)^N＝38,598 *(1+1.5%)^20=51,986 萬

B 方案（38,528 萬,1.5%,20）＝38,528 *(1+1.5%)^20=51,892 萬

（2）長期復建工程費：

長期復建工程（18,309 萬,1.5%,18）＝18,309*(1+1.5%)^18=23,936 萬

（3）維護費：

A 方案 20 年維護費（100 萬,1.5%,20）＝P(F/A,1.5%,20)＝100*23.12=2,312 萬

B 方案 20 年維護費（500 萬,1.5%,20）＝P(F/A,1.5%,20)＝500*23.12=11,560 萬

（4）效益：

20 年效益（4,476 萬,1.5%,20）＝P(F/A,1.5%,20)=4,476*23.12=103,485 萬

表 5.26　A 方案與 B 方案之修正益本比分析表

項目	A方案（橋樑方案）	B方案（非橋樑方案）	A方案 20年終值	B方案 20年終值	差異（B-A）
C（工程費）	56,907萬	56,837萬	75,922萬	75,828萬	
M（維護費）	100萬*20年	500萬*20年	2,312萬	11,560萬	
B（效益）	4,476萬*20年	4,476萬*20年	103,485萬	103,485萬	
B/（C+M）			1.32	1.18	
△C					-94萬
△B					0萬
△M					9,248萬
（△B+△M）／△C					-98.38

由表 5.26 分析結果爲（△B＋△M）／△C＜1，顯示採 B 方案（非橋樑方案)所花費之工程費雖可減少 94 萬，但 20 年之維護費卻高出 A 方案 9,248 萬，故 B 方案並無法取代 A 方案，A 方案仍是藤枝林道復建之最佳方案。

（三）無形效益評估

無形效益主要針對有形效益以外，較無法量化之效益，經分析主要爲經濟效益、社會效益等方面，復建計畫之執行除可獲得上述之有形效果外，尚可兼收下列間接效果，茲簡述如下：

（1）經濟效益

（1.1）帶動高雄縣觀光休閒產業之產值，降低失業率。

（1.2）改善林道通行安全，增加林班地與原住民保留地土地利用價值。

（1.3）加強土地管理，提高土地利用與經營效率，並透過有效管理以達保育土地之目的。

（1.4）透過土地保育，提高觀光與農業等經濟價值，使居民生產力提高。

（1.5）保護林道沿線路基與公共設施安全，減少每年維護與維修等費用。

（2）社會效益

（2.1）藤枝森林遊樂區爲高雄縣著名的觀光風景區，透過復建工程可確保路基穩固與交通運輸之順暢，並維續高雄縣地區的觀光特色與景觀，進而提高民眾觀光休閒之興趣與品質。

（2.2）藉由林道維護與坡面保育以提高生活環境品質，減少地質災害的產生，使土地資源得以永續利用。減少坡面崩塌災害，大幅減少下邊坡村民土石流災害。

（2.3）預先控制災害範圍，避免災情之擴大，以確保公共設施及居民安全。強化居民防災意識，提高維護自然環境的意識，防止濫墾濫伐之情事。

（2.4）崩塌地整治可減少中下游的土石淤積，改善林班地之水土保持，進而維護國土資源。新建防砂壩等適當設施能治理崩塌地、穩定坡面，減少坑溝侵蝕及坡地崩塌，而周遭動、植物生態得以在安定的環境中繁衍，並且能減少土石流災害，保障下游居民之生命財產安全。

5.20 結構計算與邊坡穩定分析

（一）橋樑工程結構分析

（1）設計標準：橋梁設計準則乃參照下列規範和注意事項研訂，於本節中有規定者從其規定，本節未規定者，交通部頒布之規範將首先依循之。

（2）設計規範：

◎交通部九十年頒「公路橋梁設計規範」。

◎交通部八十九年頒「公路橋梁耐震設計規範」。

◎經濟部九十年頒「跨河建造物設置規範」。

◎AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges，1996。

◎AASHTO Guide Specifications for Design and Construction of Segmental Concrete Bridges，1999。

◎AASHTO Guide Specifications for Horizontally Curved Highway Bridges，1993。

◎日本道路協會，道路橋示方書，平成八年。

◎日本道路公團，設計要領第二集，平成十年。

◎ FHWA-SA-97-070 Micropile Design and Construction Guidelines，Implementation Manual, June 2000.

（3）設計載重

（3.1）靜載重：除一般靜載重外，另考慮管線附掛：依實際附掛重量計算，但至少 100kgf/m。上述載重無論有無裝設，設計時均考慮之。

（3.2）載重：設計活載重採用 HS20-44 加 25%。

（3.3）溫度變化：混凝土結構溫度變化範圍爲±20℃，混凝土溫度係數爲 1.1×10-5/℃。

（3.4）混凝土乾縮及潛變：按 ACI-209R(1982)或 CEB-FIP(1978)有關規定辦理。

（3.5）地震：按交通部 89 年頒「公路橋梁耐震設計規範」規定辦理。

（3.6）風力：橋梁結構按交通部 90 年頒「公路橋梁設計規範」規定辦理。

（3.7）施工載重：特殊工法於施工過程中可能發生之額外應力，或因結構系統之改變所導致之彎矩重分配，均予以考量。

（4）材料規定：混凝土設計強度(f’ c，標準圓柱試體 28 天抗壓強度)，鋼筋(fy，降伏強度)等材料強度之訂定。

（5）預力 I 型樑 25m 之結構計算尺寸與條件：（詳細結構計算參附錄二）

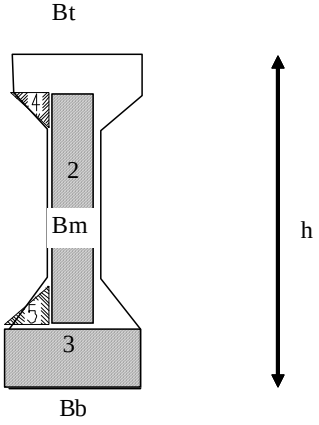
一. 設計條件(輸入資料)

1 設計載重：	HS20-44		d1(版厚)=	26 cm
2 跨徑(S)=	24.2	m	d2(AC磨耗層)=	5 cm
3 跨長=	25	m	大梁間距(S)=	2.8 m
4 預力梁長=	24.9	m	外版懸長	2.5 m
5 淨寬=	7.4	m	橋台縫=	5 cm
6 全寬=	8.4	m	伸縮縫=	5 cm
7 欄杆重量	300	kg/m	支承中心距端部=	40 cm
8 附掛管線重	250	kg/m	大梁孔數=	2 孔
9 混凝土設計強度：				
預力梁混凝土 f'c=	350	kgf/cm^2		
施預力 f'ci=	320	kgf/cm^2		
施預力容許壓應力 fcc=	176	kgf/cm^2	(施後拉法預力時混凝土容許壓應力=0.55 f'ci)	
施預力容許拉應力 fct=	14	kgf/cm^2	(施後拉法預力時混凝土容許拉應力=0.8√ f'ci)	
版混凝土 f'c=	245	kgf/cm^2		
10 高拉力鋼線			採用ASTM A416-80 Grade 250等級鋼索	
鋼線直徑=	12.7	mm ϕ		
鋼線破裂 f 's=	19000	kg/cm2		
鋼線降伏 fy=	16100	kg/cm2		
錨定後容許應力	13300	kg/cm2		
11 鋼筋				
fy=	2800	kg/cm2		
fs=	1400	kg/cm2		
12 地震力				
kh=	0.19			
kv=	0.127			

二. 預力梁分析

(一) 大梁斷面

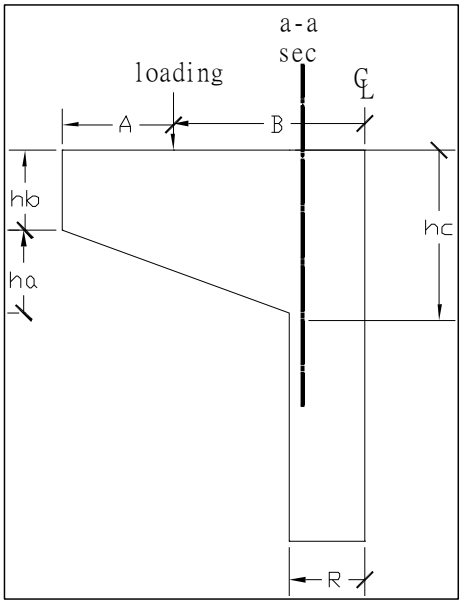
Bt=	100 cm
Bb=	60 cm
Bm=	20 cm
h=	180 cm
梁頂厚=	15 cm
梁頂漸變=	15 cm
梁底漸變=	20 cm
梁底厚=	20 cm



（6）墩柱與帽樑結構計算尺寸與條件：（詳細結構計算參附錄二）

一、設計條件

A=	150 cm	墩柱長（帽梁頂至基樁基面）=	20 m	
B=	280 cm			
hb=	80 cm			
ha=	80 cm	大梁支數=	3	
hc=	163 cm	保護層pier=	10 cm	
R(pier)=	100 cm			
帽梁厚度＝	250 cm			
單支I型梁傳遞靜載重Pd=	118.03 t			
單支I型梁傳遞靜載重PLL=	72.83 t			
fy(main)=	4200 kgf/cm^2			
fy(tie)=	4200 kgf/cm^2			
fs=	1700 kgf/cm^2			
fc'=	245 kgf/cm^2			
fc=	98 kgf/cm^2			
n=	10			
保護層cap＝	10 cm			



二、關鍵斷面應力計算

1.決定設計斷面(a-a sec)

半徑爲100斷面，變換等方形面積之長度爲 177 cm　　基樁共= 4 支

a-a斷面距離帽梁最外側爲 341.5 cm

2.a-a sec最大彎矩及剪力計算　　fc'(墩柱) 245 kg/cm2

矩形塊	force=	6.5568 t	保護層=	10 cm
	Li=	1.7075 m		
三角形塊	force=	1.417225 t		
	Li=	1.138333333 m		
最大彎矩＝		159.00 t-m	memo:下部結構不計入衝擊載重	
最大剪力＝		84.32 t		

（7）手掘式基樁結構計算尺寸與條件：（詳細結構計算參附錄二）

樁徑 D= 200 cm

樁長 L= 15 m

樁底	Ab=	3.14 m2	N=	100	已入岩層,保守估計
樁身	As=	94.25 m2	N(ave.)=	50.00	

採用Meyerhof公式估計基樁承載力

Qb= 3,769.9 t　　Qs= 471.24 t

Qu= 4,241.2 t ==> Qa = Qu/3 = 1,413.72 t > 需求 697.84 t --> OK

安全係數爲3

各基樁承受垂直力分析

以基樁最底部來分析,承受來自上構,帽梁,墩柱與基樁之所有垂直力

編號	直徑(cm)	墩柱高度(m)	基樁深度(m)	基樁底軸力(t)	基樁Qa(t)	OK否?
A1	200	0	15	697.84	1413.72	OK
P1	200	5	15	757.31	1413.72	OK
P2	200	5	15	757.31	1413.72	OK
P3	200	15	15	876.24	1413.72	OK
P4	200	12	15	840.56	1413.72	OK
P5	200	0	15	697.84	1413.72	OK
A2	200	0	15	697.84	1413.72	OK

（二）藤枝 10.6K 崩塌地之邊坡穩定分析

藤枝 10.6K 崩塌地現況詳圖 4.24，該工區邊坡陡峭，坡面土壤風化嚴重常有土石崩落的現象，因此規劃採用格框工法進行整治（詳圖 5.42），經刷坡清除坡面浮石，再設置格框、岩釘等構造物穩定坡面，有效改善坡面沖蝕。

本工區邊坡穩定分析採用 STED for Win（PCSTABL 6）套裝軟體，以「楔型滑動」進行分析，模擬整治前、後之平時、暴雨等二種狀況，說明如下：

（1）平時水位狀況：該工區坡度陡峭，集流時間短(水文分析詳第二章)，經現地崩塌地上下邊坡踏勘結果，初步判定常時水位甚低，因此分析平時之邊坡穩定，並無將地下水納入考量。

（2）暴雨水位狀況：該工區表層崩積土質地鬆散，暴雨時雨水容易滲入，地下水位主要來自地表逕流水，分析時地下水位設定位於坡面處。

（3）邊坡穩定分析成果，彙整總表如表 5.28，稍後將分別說明。

（4）藤枝 10.6K 崩塌地裸露坡面部份區域隱約可看見露頭出露，因此初步研判岩盤深度約 2~3m，但質地破碎，分類爲中度至輕度破碎岩盤，分析過程所採用之地層參數詳表 5.27。

表 5.27　藤枝 10.6K 邊坡穩定分析採用之地層參數

層次	種類	總體單位重	飽和單位重	有效凝聚力	有效摩擦角
		γ_t(kN/m^3)	γ_{sat}(kN/m^3)	c’ (kN/m^2)	φ’ (°)
1	回填土或崩積層	19	22	5	30
2	中度至輕度破碎岩盤	20	23	80	15

表 5.28　邊坡穩定分析成果彙整總表

剖面	常時(FS)	暴雨(FS)
整治前	1.317	0.878
整治後	1.532	1.089
法規要求	1.5	1.1

藤枝 10.6K 崩塌地經莫拉克風災後已先行處理刷坡、階段平台開設，雖然平時坡面穩定，但每遭逢連續豪雨，均有落石、土石崩落等問題阻斷交通。邊坡穩定分析成果詳圖 5.149，該崩塌地邊坡平時水位甚低，可忽略地下水對邊坡的影響，經分析結果平時坡面狀況 FS=1.317，顯示平時坡面穩定，當暴雨時坡面排水不良滲入地表裂縫、坡面漫流時，安全係數下降至 0.878，坡面極度不穩定。如坡面埋設 6m@2m 之岩釘，利用岩釘所提供之摩擦力固結坡面，經坡面穩定分析成果，常時無地下水情況下 FS=1.317 提升至 FS=1.532，暴雨時由 FS=0.878 提升至 FS=1.089，顯示岩釘可發揮固結坡面功用，爾後再加上坡面排水、格框植生復育等防止坡面沖蝕，更能有效提升坡面穩定。

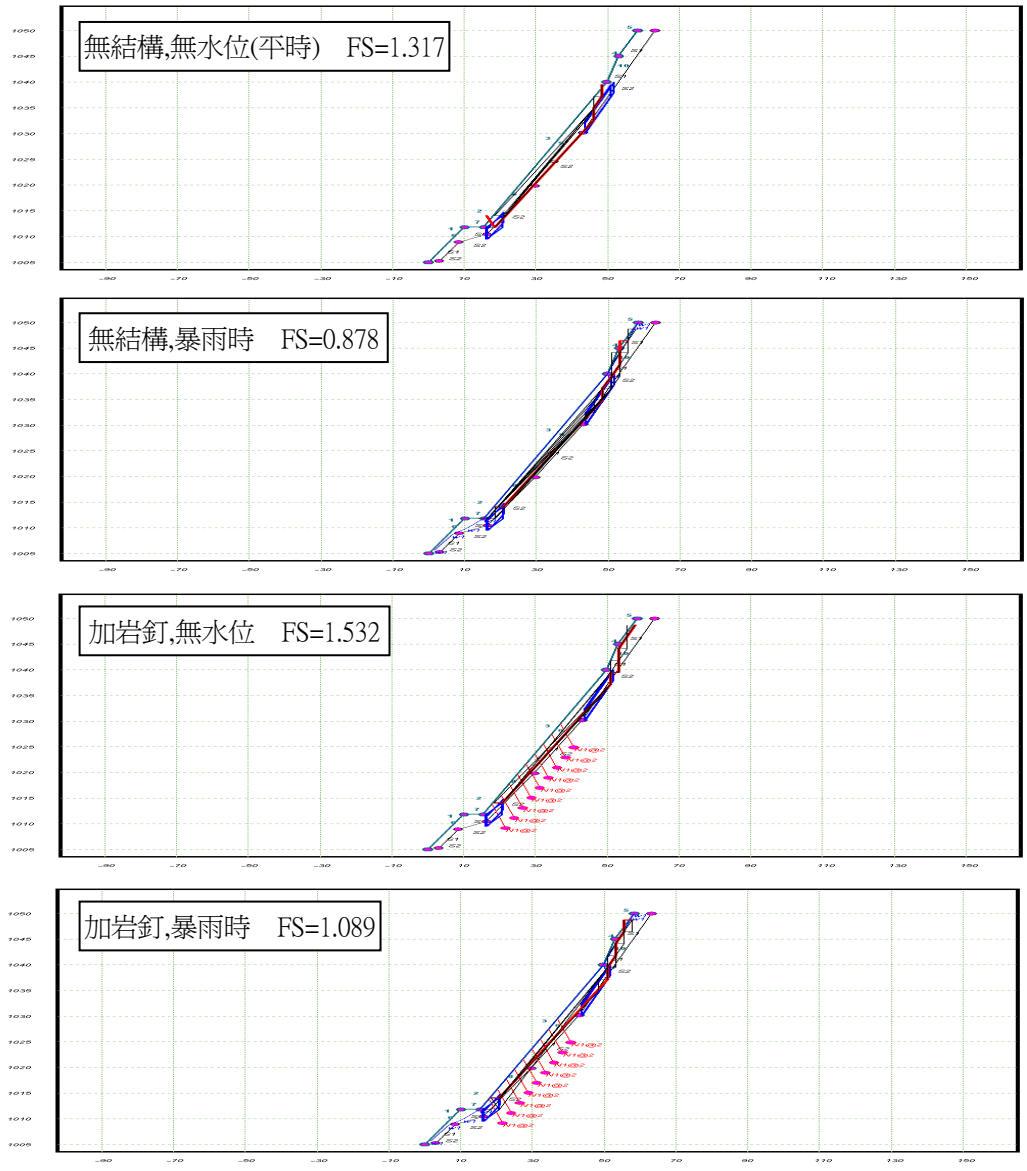


圖 5.149　藤枝 10.6K 崩塌地邊坡穩定分析結果

（三）藤枝 18.0K 地滑潛勢區之邊坡穩定分析

藤枝 18.0K 崩塌地現況詳圖 4.53，該工區爲地滑潛勢區域，林道下邊坡因向源侵蝕及地滑影響形成大面積坡面崩塌，崩塌地冠部已接近山脊線，地表裂縫嚴重，雨水易滲入滑動面使地滑作用更明顯、快速。該工區規劃於既有林道下邊坡打設D100cm@4m之鑽掘式基樁並滲入滑動面下3~5公尺提供止滑作用，並於帽樑處施拉 70T 預力地錨，增加抵抗淺層滑動之安全係數及基樁整體之穩定性。

本工區邊坡穩定分析採用 STED for Win（PCSTABL 6）套裝軟體，以「圓弧滑動」進行分析，模擬整治前、後之平時、暴雨等二種狀況，說明如下：

（1）平時水位狀況：該工區坡度陡峭，集流時間短(水文分析詳第二章)，經現地崩塌地上下邊坡踏勘結果，初步判定常時水位甚低，因此分析平時之邊坡穩定，將地下水定於主要滑動面以下之水位。

（2）暴雨水位狀況：該工區表層崩積土質地鬆散，冠部地面裂縫發達，暴雨時雨水容易灌入，地下水位主要來自地表逕流水，分析時地下水位設定位於坡面以下 3m 處。

本研究採用 Stable 程式進行邊坡穩定分析，但此程式並無法模擬擋土排樁受力情形，因此透過轉換方式使 Stable 亦能分析擋土排樁下之邊坡穩定分析。因排樁爲一個具有高剪力強度之結構物，因此本研究以垂直高剪力強度之薄土層來模擬，另因本區擋土排樁間距爲 4m 一支，故其強度應與土壤之強度依面積加權平均，以作爲「擬基樁土層」之剪力強度，估計方式如下：

（1）混凝土剪力強度

依據混凝土設計規範，混凝土之剪力強度可採用$C_c = 0.53\sqrt{f_c'}$'，而鋼筋之抗剪能力，依規定不可超過$C_f = 2.12\sqrt{f_c'}$。而本區基樁採用 $f_c' = 245\,\text{kg/cm}^2$，依此抗剪能力計算如下：

$$C_c = 0.53\sqrt{f_c'} \times \text{A} = 0.53\sqrt{245} = 8.30\,\text{kg/cm}^2 = 813.8\,kP_a$$

$$C_f = 2.12\sqrt{f_c'} = 2.12\sqrt{210} = 33.18\,\text{kg/cm}^2 = 3255.3\,kP_a$$

$$\therefore C_p = C_c + C_f = 813.8 + 3255.3 = 4069.1\ kP_a$$

（2）有效剪力強度 C’ 決定：

因 18.0K 工區規劃基樁爲間距 4m 一支，採用面積加權平均估計強度：

$A_{基樁}$ =0.78m2 (直徑 1m)　$A_{土壤}$ =(4-0.78)=3.22 m2

權重 $W_{基樁}$ =0.20 ， $W_{土壤}$ =(4-0.78)/4=0.80

設計 $C' = 0.20 \times 4069.1 + 0.80 \times 98.9 = 892.9\ kP_a$

因基樁強度及土壤的變異性，因此以 80%作爲極限強度估計，因此「擬基樁土層」剪力強度假設爲 $C' = 892.9 \times 0.8 = 714 \cong 700\ kP_a$ 、摩擦角爲 0 度。

表 5.29　藤枝 10.6K 邊坡穩定分析採用之地層參數

層次	種類	總體單位重	飽和單位重	有效凝聚力	有效摩擦角
		γ_t(kN/m^3)	γ_{Sat}(kN/m^3)	c’ (kN/m^2)	φ’ (°)
1	回填土或崩積層	19	22	5	32
2	中度至輕度破碎岩盤	20	23	80	15

藤枝 18.0K 邊坡穩定分析結果詳圖 5.150，彙整總表如表 5.30，說明如下：

（1）未設置結構物前

藤枝 18.0K 下邊坡假設滑動面位於坡面下 35~40m，未設置結構物前之分析結果，無水位(平時)情況下，因土壤未被雨水潤滑可提供足夠之剪力強度，滑動面安全係數爲 0.99，顯示坡面處於暫時穩定狀態，容易因外在因素促使坡面再次滑動。若假設暴雨使地下水位上升至坡面下 3m 處，則安全係數爲降爲 0.86，顯示坡面極度不穩定，地滑現象隨時可能再次發生。

（2）設置結構物後

藤枝 18.0K 下邊坡主要滑動面於設置結構物後之分析結果，無水位(平時)情況下，因土壤未被雨水潤滑，其主要滑動面安全係數由 0.99 提升至 1.21，若假設暴雨使地下水位上升至坡面下 3m 處，則安全係數由 0.86 提升至 1.01。

由結果得知，暴雨下未整治前之安全係數爲 0.86，於設置止滑樁與地錨後增加爲 1.01，增加 0.15，雖有明顯增加惟幅度有限，即目前係在安全範圍內但仍具有相當風險。另分析抗滑樁之整治貢獻，在僅有抗滑樁時分析結果安全

係數爲 0.99，故其對安全係數之貢獻爲 0.13，地錨推測爲 0.02。地滑整治單純靠止滑樁、地錨等結構物雖然可以有效減輕地滑現象，但並不是一勞永逸，尚需配合坡面護坡、截排水，防止坡面沖蝕、雨水入滲地表裂縫等措施，加上周邊土地之水土保持，才能有效減緩甚至阻止地滑的發生。

表 5.30　邊坡穩定分析成果彙整總表

剖面	常時(FS)	暴雨(FS)
整治前	0.99	0.86
整治後	1.21	1.01
法規要求	1.5	1.1

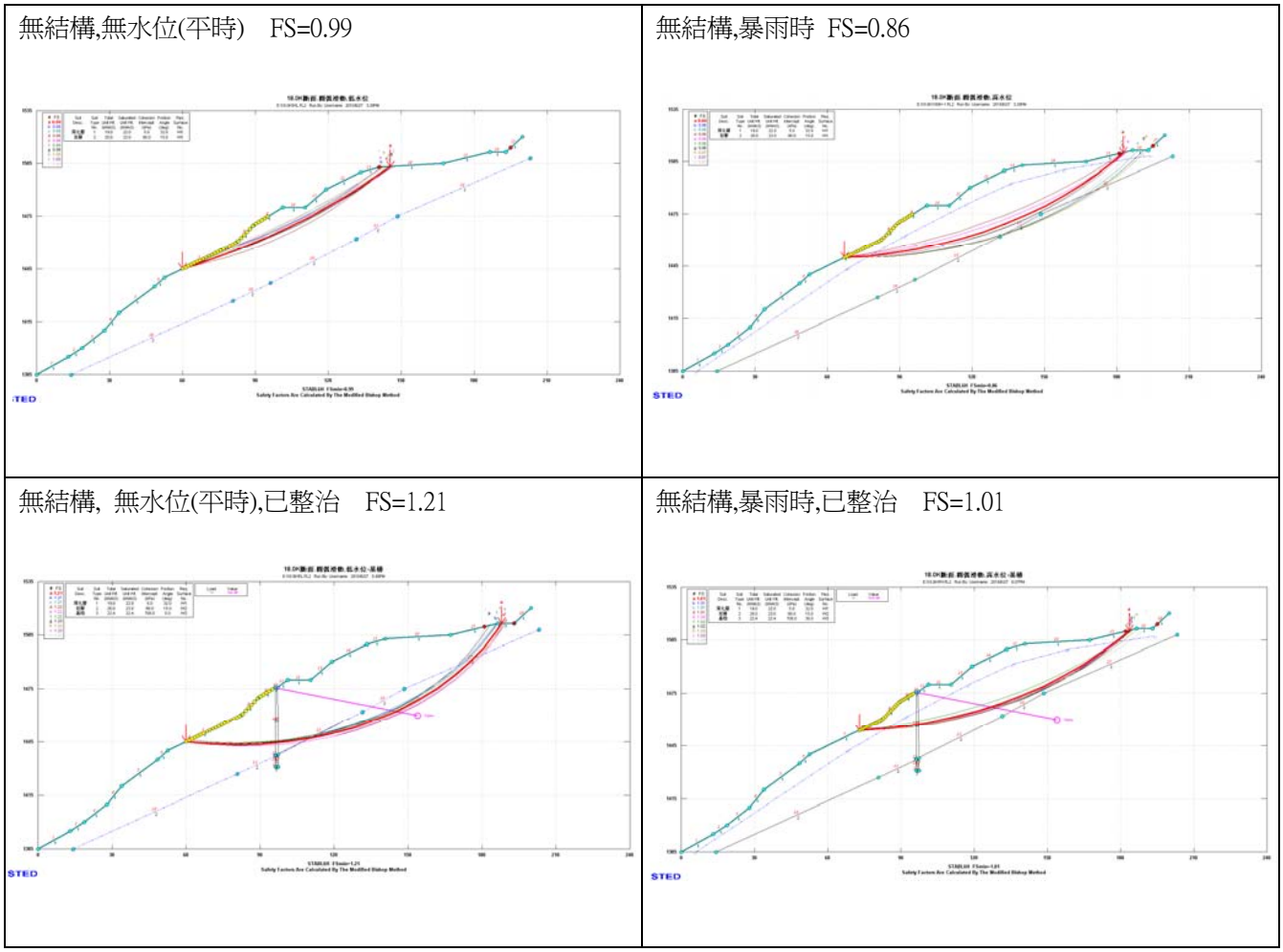


圖 5.150　藤枝 18.0K 崩塌地邊坡穩定分析結果

5.21　其他災害點檢視與復建建議

（1）藤枝林道 17K+440（現況詳圖 5.151）：現況顯示路基受下邊坡蝕溝侵蝕，路面扭曲與下陷跡象明顯，由 2009/05/30、2009/818 至 2010/02/02 照片對比顯示下陷量逐漸惡化，以林道防災減災理念而言，建議儘速進行鑽探與監測作業，以確認破壞機制爲單純路基淺層下陷或有深層地滑潛勢，積極治理以防止災害擴大與路基崩塌阻斷交通。



圖 5.151　藤枝林道 17K+440 路基現況與航照套繪圖

（2）藤枝林道 12K+000（現況詳圖 5.152）：現況顯示路面開裂與下陷跡象明顯，由近期照片對比顯示路基開裂逐漸惡化，建議詳細踏勘周邊地形地貌以確認破壞機制，研擬適當工法積極治理。

（3）藤枝林道 19K+660（現況詳圖 5.153）：現況顯示路基受邦腹溪源頭向源侵蝕，造成停車場鋪面下陷、路面開裂與擋土牆剪斷跡象明顯，由 2009/06/16 災前對比災後照片顯示下陷開裂逐漸惡化，建議併入鄰近遊樂區近期計畫辦理之鑽探與監測案，以確認破壞機制爲單純路基淺層下陷或有深層地滑潛勢，積極治理以防止災害擴大與路基崩塌阻斷交通。



圖 5.152　藤枝林道 12K+000 路基現況





圖 5.153　藤枝林道 19K+660 周邊現況

（4）藤枝林道 12K+300（現況詳圖 5.154）：藤枝林道沿線有數處路段都有類似之既有擋土牆外傾災害，擋土牆體尚未完全傾覆，開裂路面極易引導路面逕流灌入，對於此類預期下次豪雨即將會有災害路段，在分段復建全線既有災害點之外，建議撥出少數復建費用，以既有擋土牆增設 70T 預力地錨工法，以約後續崩塌重建費之 10%至 20%費用，施做地錨錨定既有擋土設施，將是一筆效益高之復建規劃。

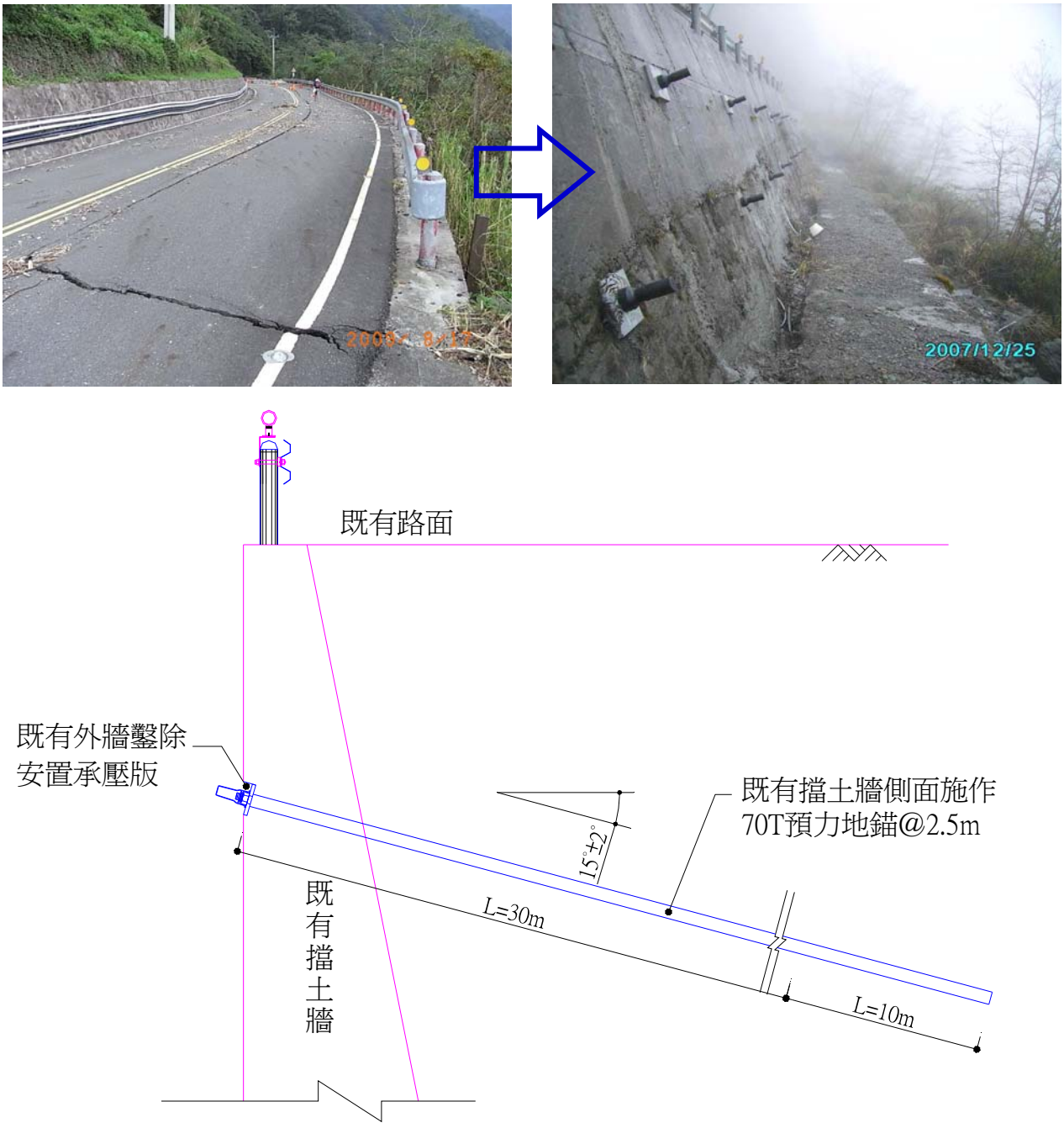


圖 5.154　藤枝林道 12K+300 路基現況與增設地錨彙整圖

（5）藤枝林道 2.1K 周邊風災後踏勘發現，共有 5 支既有 70T 地錨脫落失效，部分既有擋土牆外移開裂與路面 RC 版龜裂等損壞（現況詳圖 5.155），災害集中於 2.1K 至 2.25K 區段，顯示此區地滑在莫拉克豪雨期間仍有少量地層滑動，由周邊監測成果研判此區岩層需進一步補強岩層穩定。

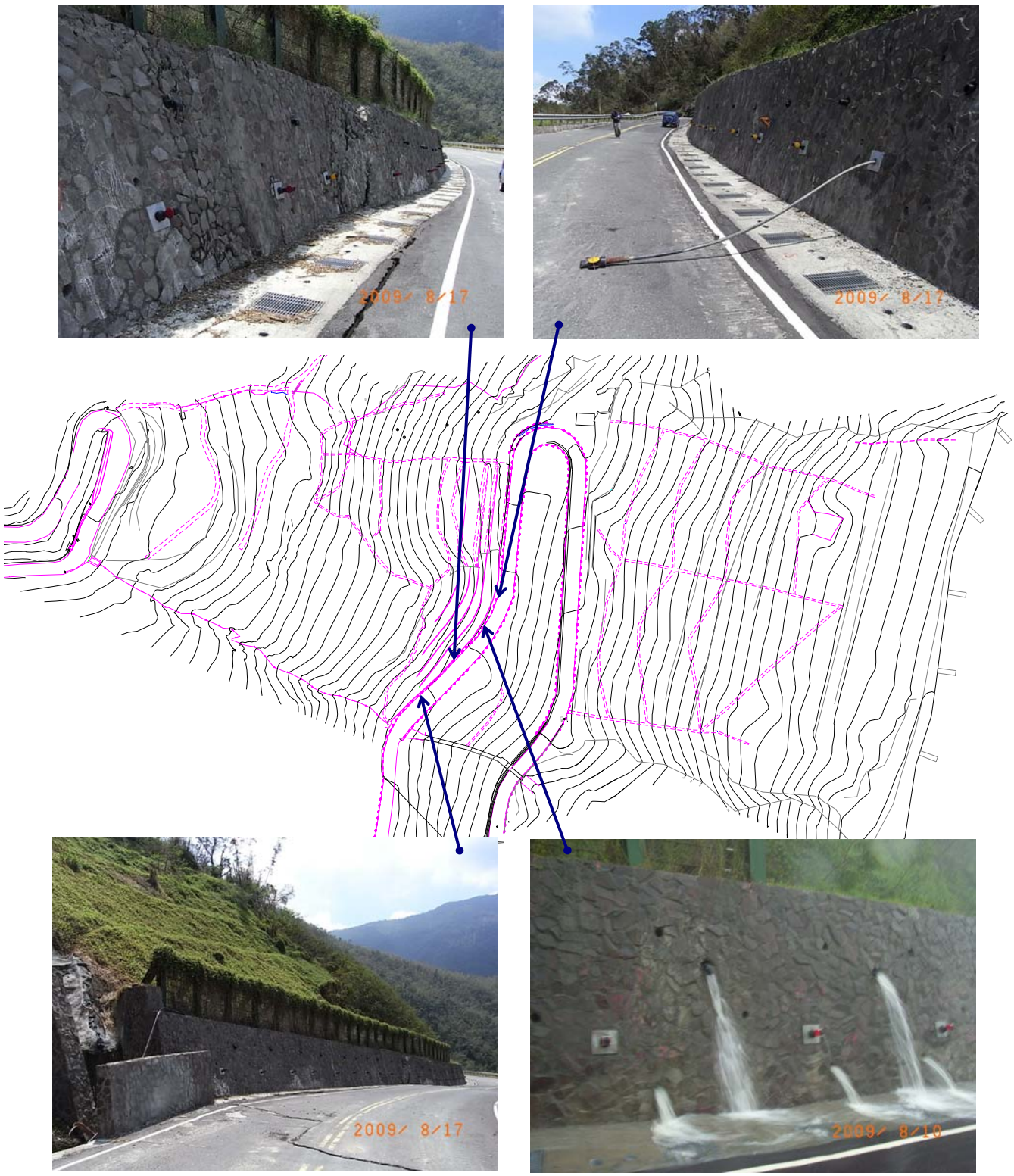


圖 5.155　藤枝林道 2.1K 周邊風災後既有設施損害現況

（6）有關 2.1K 周邊後續整治建議：規劃於 2.1K 路面與下邊坡，增設鑽掘式基樁 D100cm*平均 L35m@3m 共 35 支（線型詳圖 5.156 之藍線，斷面詳圖 5.157），樁頂帽樑 150*100cm*L104m，帽樑 130T 預力地錨*L50m 共 35 支，RC 路面版與鋼鈑護欄復原，概估整治經費 2900 萬。

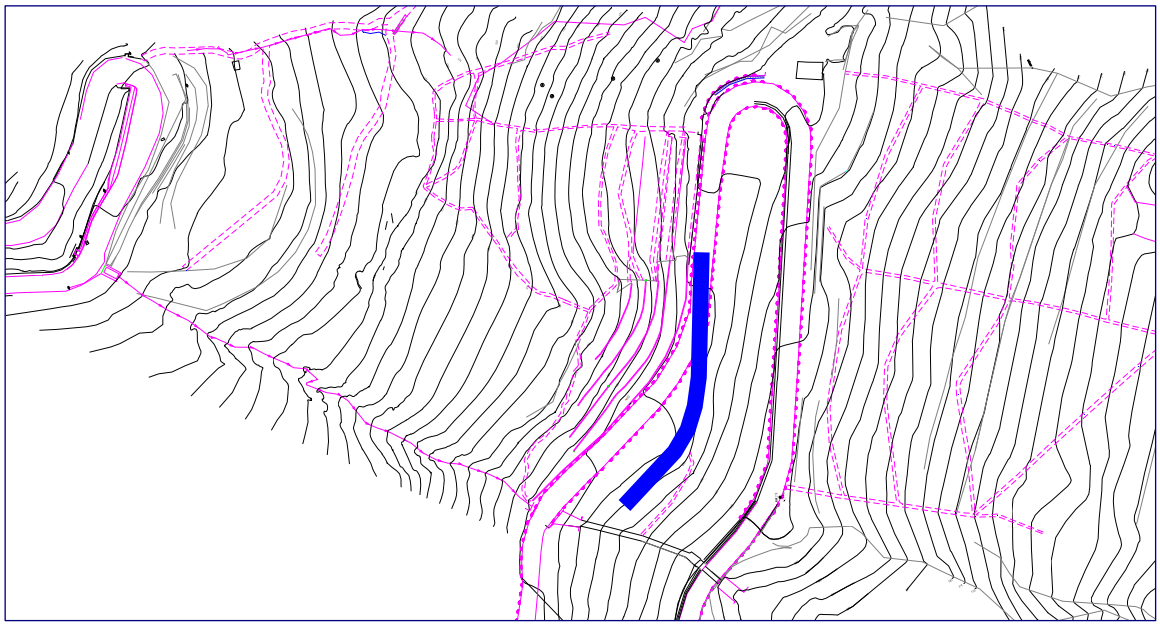


圖 5.156　藤枝林道 2.1K 周邊後續整治建議基樁線型示意圖

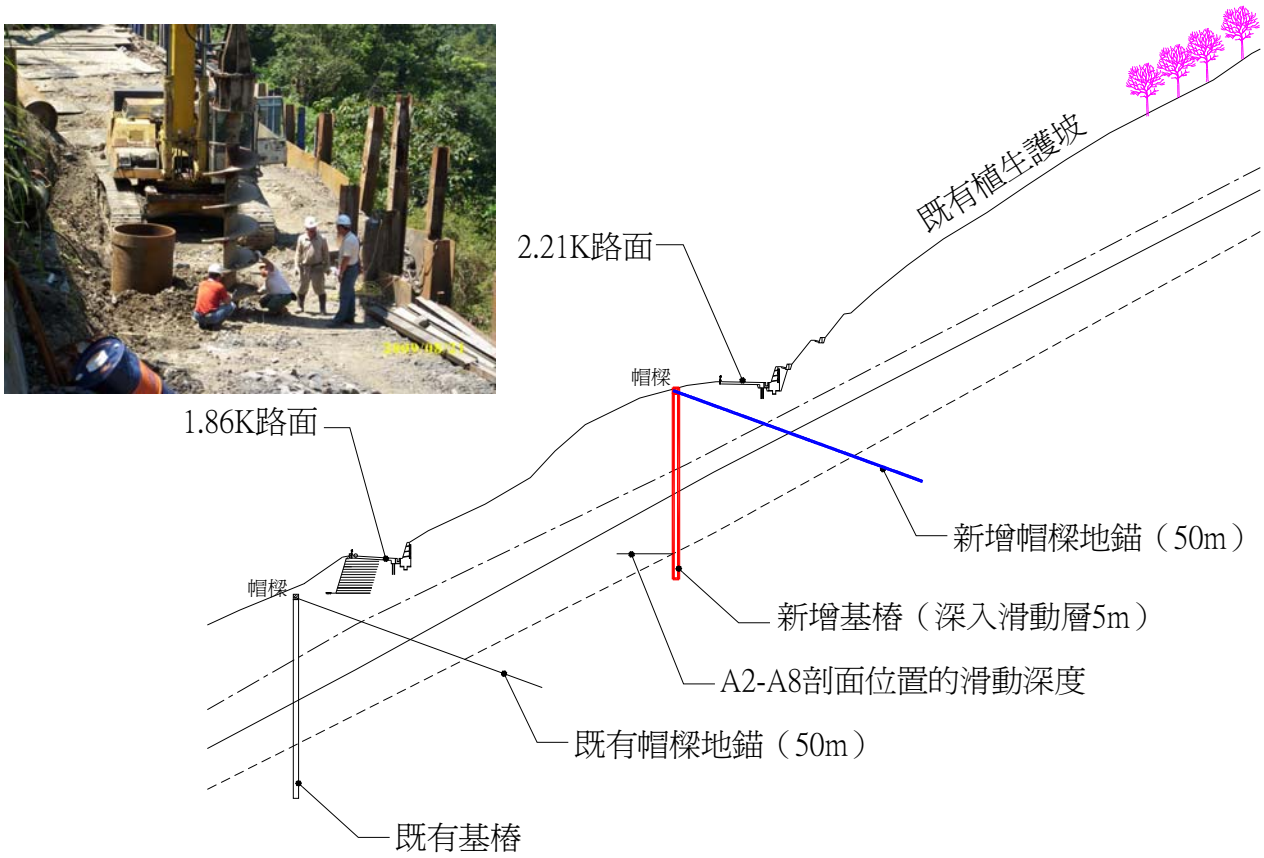


圖 5.157　藤枝林道後續整治基樁深度與地錨錨定安全檢核

（7）藤枝林道 6K+700（現況詳圖 5.158）：98 年初屏東處曾辦理「藤枝林道設施檢查、測量監測、排水規劃技術服務案」，於 6K+700 處地滑潛勢區設置傾斜管 2 支，用以初期蒐集探查地滑機制，由莫拉克風災前後照片顯示路基受下邊坡蝕溝侵蝕，路面扭曲與下陷跡象明顯，以林道防災減災理念而言，建議儘速補作監測作業，以確認破壞機制爲單純路基淺層下陷或有深層地滑潛勢，積極治理以防止災害擴大與路基崩塌阻斷交通。

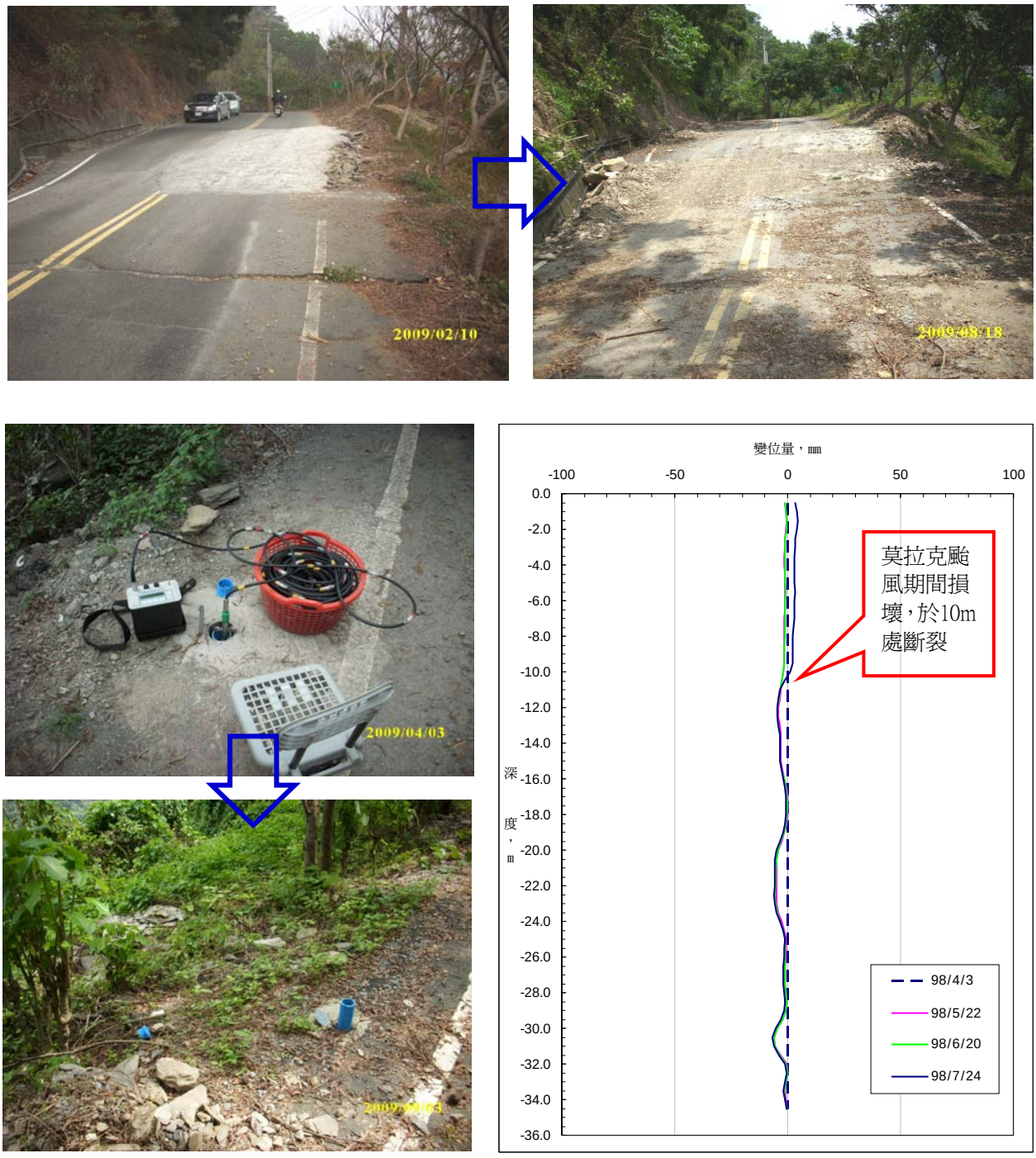


圖 5.158　藤枝林道 7K+600 路基現況與地錨斷面彙整圖

（8）藤枝林道全線受莫拉克風災影響，於風災後進行實地踏勘，統計大小崩塌一共 46 處，而本案所調查之 16 處大型崩塌已包含在 46 處崩塌，且本案之 16 處其中還包含數個小型崩塌所組成，如藤枝 11.6K 崩塌地分包含 11K+420、11K+640、11K+760 三處崩塌地。其他零星坑溝、局部崩塌部分以先行發包整治（詳表 5.21 藤枝林道 98 年莫拉克風災後復建工程辦理情形），其他剩餘尚未辦理整治規劃之區域、工程內容及經費詳表 5.31。

表 5.31　藤枝林道其他災害點（非本案工作範圍者）復建經費統計表

(單位：仟元)

工程名稱/里程	工程暫訂內容	預估經費	
1.35K	重力式擋土牆20m RC路面版與鋼鈑護欄20m	1,000	
2.1K	鑽掘式基樁D100cm*L35m 35支 、 樁頂帽樑150*100cm*L104m 、帽樑130T預力地錨*L50m 35支、 RC路面版與鋼鈑護欄	29,000	
4.39K	擋土牆25m、PC樁L*12m 12支、 RC路面版200㎡與鋼鈑護欄20m、U型邊溝40m	2,000	
6.7K	地質鑽探L40m2孔、傾斜管2支、周邊監測與分析	400	
12.3K	70T預力地錨*L40m 60支、新鋪AC面層與透黏層650㎡	6,500	
17.44K	地質鑽探L40m4孔、傾斜管4支、周邊監測與分析	800	
19.08K	RC路面版800㎡、新鋪AC面層與透黏層800㎡	1,500	
合計	-	41,200	-

第六章　結論與建議

屏東林區管理處所轄荖濃溪事業區之藤枝林道，爲通往森林遊樂區與周邊居民主要道路，98 年 8 月莫拉克超大豪雨造成藤枝林道沿線邊坡崩塌與路基流失嚴重。復建優先工作爲沿線 16 處大型路基災害點，進行災害原因調查分析、路基復建方案評估、路基線型與用地可行性評估、整治優先順序規劃、路基復建線型與工法、用地評估與經費估算等工作，作爲後續規劃復建參考。

6.1　結論

（1）本案整體調查規劃評估之標的位置，爲藤枝林道 4.5K、5.4K、9.0K、10.0K、10.6K、11.1K、11.6K、12.6K、13.2K、14.1K、15.3K、18.0K、18.4K、18.6K、19.0K、19.4K 等 16 處大型路基崩塌災害點。

（2）計畫暴雨頻率分析利用卡方檢定法對五種機率分佈做降雨頻率分析之適合度檢定，對數皮爾森三型分佈有較小的標準誤差 (SE)值。考量法規要求與保守安全起見，本案設計洪峰流量採用合理化公式估算值。

（3）採用無人飛行載具 UAV 進行航拍，套疊本區之數位高程模型後，建立全線 3D 立體鳥瞰圖，並與無人載具空拍影像比對，判釋災害規模範圍。

（4）藤枝林道地籍資料可透過美濃地政事務所申請取得，將公有地與私有地標示，套疊後續規劃整治方案所需取得之用地範圍作爲重要參考依據。

（5）本案大型崩塌地經現地踏勘、地質測繪、無人載具空拍、保全對象、既有構造物、坡面沖蝕、崩塌範圍與崩塌土石量調查等工作彙整，長延時與高強度豪雨爲本次災害的共同主因，此外，農地墾殖、向源侵蝕、舊有崩塌地再次崩塌、地滑潛勢爲部分災害主因。

（6）考量林務局修訂「預定 101 年年初遊樂區開園與中型巴士安全通行」之藤枝復建目標，且經詳細地形測量與踏勘評估後，多數崩塌路段之最大坡度、坡度長度與曲線坡度等地形限制，本案採用丙種林道設計規範作爲復建規劃標準，每處基地皆分短期、中期、長期等三項復建規劃。

（7）中期復建工程爲路基復建之永久性工程，規劃以民國 102 年完工，長期復建工程以接續中期復建後辦理爲原則，短期復建工程則爲無法直接施做中期復建工程之災害點，於民國 100 年底遊樂區開園前補強便道路基。

（8）短期復建規劃：目前搶通多借道上邊坡地構築臨時便道，但中期復建工程若因經費與邊坡暫未穩定等限制，無法馬上施工時，建議近期先持續維護目前便道，且加強安全牌示與夜間警示，達成 101 年春季開園目標。

（9）中期復建規劃：爲各崩塌路段復建之永久性工程，以恢復路基爲首要目標，例如施做擋土牆與路基等（部分路段另包括基樁與橋面版等），路基周邊配套規劃設計，包括路面截排水、上方農路截排水、護坡工等。

（10）長期復建規劃：爲急迫性稍低之坑溝整治與邊坡穩定工，中期復建後與待崩塌坡面穩定後，深入評估施做固床工等蝕溝控制工，邊坡施做護坡工以提高坑溝與邊坡長期穩定性。短中長期復健經費彙整如下表：

(單位：仟元)

工程名稱/里程	短期復建		中期復建		長期復建		小計
	99年度	100年度		101年度	102年度	103年度	
4.5K	3,050		26,500		—	—	29,550
5.4K	已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程		—
9K	6,565		11,586		16,713		34,864
10K	15,338		25,540		7,603		48,481
10.6K	8,600		27,800		19,545		55,945
11.1K	已納入緊急復建工程		已納入緊急復建工程			14,975	14,975
11.6K	2,620			11,837		23,288	37,745
12.6K		7,985		27,960		8,470	44,415
13.2K		2,321		27,678	11,833		41,832
14.1K		4,547		8,055	2,084		14,686
15.3K		5,655		17,275	6,732		29,662
18.0K		1,198		68,480	17,560		87,238
18.4K		3,352		36,653	11,833		51,838
18.6K		3,759		10,828	11,833		26,420
19.0K		3,645		60,723	18,765		83,133
19.4K		5,624		25,069	11,856		42,549
合計	36,173	38,086	91,426	294,558	136,357	46,733	643,333
年度經費合計	36,173		129,512	294,558	136,357	46,733	

（11）藤枝林道短期、中期與長期復建總經費爲 644,333 仟元，短期復建經費估算爲 74,259 仟元，規劃以 100 年底遊樂區開園前完成短期復建，中期復建經費估算爲 385,984 仟元，規劃 100 年中至 102 年初辦理中期復建工程，完成林道永久性路基治理，長期復建經費估算爲 183,090 仟元，規劃 102 年初至 103 年底辦理長期復建工程，完成坑溝治理與坡面穩定。

（12）藤枝 10.6K 與 12.6K 兩處崩塌地之中期復建規劃，評估「擋土牆與 PC 樁」與「高架橋樑」兩種方案，高架橋樑方案以災前原路基線型爲大綱，局部微調線型以避開邊坡不穩定區、降低落石危害、坑溝土石無害通過、減少後續維修等因素，故評選高架橋樑方案爲中期復建方案。

（13）爲達民國 101 年春季遊樂區開園目標，需完成 4 件在建工程與「短期復建工程」，此短期目標之益本比爲 0.43 倍，如續行「中期復建工程」與「長期復建工程」後，益本比將增加至 1.07 倍，已具投資價值。

6.2 建議

（1）本案 16 處大型崩塌地之外，2.1K 與 19.66K 等地皆有明顯災害潛勢（如地滑、路面扭曲下陷、擋土牆外傾等），建議以林道防災減災理念，儘速進行鑽探監測作業確認破壞機制，積極治理以防止日害災害擴大。

（2）目前屏東處尚未有經費辦理短期復建，建議先籌辦其規劃設計作業（約需 300 萬），讓規劃設計於 99 年第 3 季先行，再利用此段時程積極籌湊工程經費。此外，建議短期復建工程能利用 99 年第 4 季至 100 年第 2 季之乾季施工，企能於 100 年颱風季節前，完成便道路基補強等工作。

（3）藤枝 10.6K、12.6K、13.2K、18.0K、18.4K、19.0K 等 6 處大型路基崩塌災害點，相關中期復建工程規劃階段，需花 2 個月進行地質鑽探以蒐集設計參數（監測作業另需時半年以上），建議將上述 6 處之鑽探監測工作提早獨立辦理，不建議等待工程設計階段一併辦理，以爭取復建時效。

（4）配合適當道路管理、交通管制、安全監測、雨量管理、預警與監視設施，提高藤枝林道復建期間用路安全，並於各危險路段前後規劃避車道與設置警告標誌，供用路人會車與臨時狀況暫停，小心行車與儘速通行。

【參考文獻】

1. 勇霖工程顧問有限公司（2009），「藤枝林道設施檢查、測量監測、排水規劃技術服務《成果報告書》」，林務局屏東林區管理處。
2. 勇霖工程顧問有限公司（2008），「藤枝林道崩塌地滑區規劃監測暨工程細部設計及監造技術服務《成果報告書》」，林務局屏東林區管理處。
3. 勇霖工程顧問有限公司（2007-2008），「藤枝林道 0K~9K 道路改善工程《工程圖說》」，林務局屏東林區管理處。
4. 勇霖工程顧問有限公司(2007-2008)，「2212 號保安林崩塌地滑區整治工程《工程圖說》」，林務局屏東林區管理處。
5. 勇霖工程顧問有限公司（2007），「藤枝林道崩塌地滑區第一期整治工程《工程圖說》」，林務局屏東林區管理處。
6. Donald H. Gray、Robbin B. Sotir，陳彥璋與陳偉堯譯（2005），「坡地生態工法：坡地植生工程理論與實務」，明文書局股份有限公司。
7. 中華水土保持學會（2005），水土保持手冊」，農業委員會水土保持局。
8. 上河文化股份有限公司（2005），「台灣地理人文全覽圖（南島篇）」、「台灣319 鄉鎮全圖」。
9. 「台灣活斷層查詢系統」網頁：http://gis.geo.ncu.edu.tw/act/actq.htm。
10. 經濟部中央地質調查所（2000），「台灣地質圖」。網頁：http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp。
11. 中央氣象局網頁：http://www.cwb.gov.tw/。
12. 經濟部水利署第七河川局（2007），「易淹水地區水治理計劃第一階段實施計劃-屏東縣管土庫地區排水系統規劃」期末報告書。
13. 財團法人成大水利海洋研究發展文教基金會（2008），「崩坪坑集水區土砂災害調查分析與治理規劃」。
14. 皓宇工程顧問有限公司（1996），「景觀道路系統評估與規劃研究案」交通部觀光局。
15. 蔡厚男、邱銘源、呂慧穎（2003），「道路建設與生態工法」，展智文化事業股份有限公司。
16. 堅尼士工程顧問有限公司（2005），「台灣地區山區道路規劃設計參考手冊之研究（含災害成因對策分析）」。行政院公共工程委員會
17. 廖瑞堂（2001），「山坡地護坡工程設計」，科技圖書股份有限公司。
18. 廖瑞堂（2008），「坡地災害防治對策與案例」，科技圖書股份有限公司。
19. 洪如江（2006），「天、地、人與大地工程」，台灣省大地工程技師公會。
20. 陳信雄（2004），「水土保持工程學」，科技圖書股份有限公司。

附錄一　各期報告書審查意見與辦理情形

【附錄之 1】先期工作報告書審查意見與辦理情形

（一） 審查日期：99 年 01 月 08 日（星期五）上午 9 時 30 分

（二） 審查意見與辦理情形：

審查人員	審查意見	回覆情形
顧組長培森	1.規劃單位工作方向及方法皆很正確，很認真在期初報告前有先期工作報告。 2.利用 UAV 在 4.5K~19.7K 地點重要災區在 16 處坑溝空拍並取得 DTM 資料，實有助於整體評估研判，值得鼓勵。 3.本計劃的重點在於規劃「評估」的報告，成果報告呈現方式宜分析各重點治理區之復建方法，簡單的以工程明細表展現各種不同的治理對策之工法、數量或經費，作爲評估的依據。 4.整體復建策略，對各個不同地點應有不同的標準(六級路面、甲種林道或丙種林道)，依現場條件資料爲依據，也要考量將來改變或升級的空間。	1.感謝委員肯定。 2.感謝委員肯定 3.遵照辦理，詳第五章各重點治理區短、中、長期之復建規劃。 4.遵照辦理，詳 5.1 節復建規劃說明（P151 頁）。
賴技士煌傑	1.報告書 P1 補充摘要。 2.報告書 P2 第四行共分爲五大章其目錄只有到第三章。 3.整理調查規劃評估之範圍是否包含 3.5K~4.5K。 4.報告書 P9 地形圖修正，請標示林道線型與位置及歷年來完成工程之位置（3D）。 5.報告書 P16、P28 土地權屬套繪(路線變更)?處理方式爲何?建議路線變更之用地應先取得土地同意，否則以原地路線重建爲原則。	1.遵照辦理，詳 P0 頁摘要。 2.感謝委員指正，目前修正爲「六」大章。 3.藤枝 4.5K 工區已包含崩塌地下方之 3.5K 周邊。 4.遵照辦理。林道線型與位置詳報告書 P10 頁，歷年來完成工程之位置因沿線工程數量眾多且部分重疊，建議不標示。 5.土地權屬套繪僅搭配復建線型，如涉及路線變更者先清查用地權屬與擬定用地取得計畫，並洽土地所有人協議取得同意書。

施委員彰樹	1.復建策略、方向，應依將來預計行駛何種車輛及森林遊樂區經營方針決定之。惟仍應先提評估建議各種復建方式之工法、經費、期程等，始由林管處依程序會商或呈報決定之。	1.遵照辦理，詳第五章調查規劃評估成果（P151 頁）。
	2.實地調查時，應將各點位依災害之原因詳細分析，再提復建工法。	2.遵照辦理，詳第五章各點位災害之崩塌地限制因子。
	3.將來研提復建計畫各項工程，應切實考量施工之可行性。	3.遵照辦理，詳第五章各點位災害之復建規劃。
林委員金炳	1.本案主體爲藤枝林道，建議以林道之標準進行規劃，由不同等級之道路，列出可安全通行之車種，評估其復建經費及預估年度維修經費。此外再列出可安全通行遊覽車之方案，亦評估其復建經費與維護費用，以提供決策者參考。	1.遵照辦理，詳 5.1 節復建規劃說明。（P151 頁）
	2.依規劃之作業期程，於 35 日曆天提出期初報告書，適逢農曆年關，建議規劃單位積極進行。	2.遵照辦理。
	3.林道 4.5K 處之處理與決定，與本規劃案之最後決定有關，宜經決策者決定，故請規劃單位提供各等級標準之處理方式。惟災害復建工程案爲一獨立方案，勿與本案重疊思考。	3.遵照辦理。
劉委員正川	1.藤枝已被行政院莫拉克重建委員會劃定爲特定區，所以本計劃也須配合。	1.遵照辦理。
	2.停車場也要配合本計畫一並規劃。	2.遵照辦理。
	3.路基最好建在原有路線上，避免侵占民地，也要評估作在地滑地或土石流區域，因此要套繪地籍圖。	3.遵照辦理，詳第五章各點位災害之用地計畫。
	4.復建策略不要有遊覽車、中巴、小客車字眼，最好用原有道路修復、甲種林道、乙種林道等代替。	4.遵照辦理。

劉委員正川	5.藤枝林道 4.5K 先用臨時措施處理。	5.遵照辦理。
潘委員明祥	1.整個林道復建策略乃以短中長期爲考量，各期有其年數，短期以通行爲主（安全之下），考量以一般車輛（轎車、吉普車）行駛爲主、以下類推。並在適當時機依據主、客觀因素檢討修正。 2.報告書 P5 地質基本資料之收集，請增加該區域之土壤、地質構造線內之地層向斜情形。 3.報告書 P28 地籍資料取得以數位過之地籍圖爲主，在套繪時，請注意可能之差異與誤差，並做適當之校正以符合正確性。 4.水系與林道現況－邦腹溪主流 15 公里流經幾乎整個林道之下邊坡基腳，在豪雨期間大量之流量是否造成基腳之淘刷，引發大面積之崩塌，宜在 15 處大崩塌之基腳詳加踏勘與瞭解。 5.報告書 P12、P30 利用(莫拉克)前後期之航照正射影像判釋崩塌地之變異情形方法甚佳，在推估其崩坍面積、數量之後，可擇一處崩坍實測、比較其差異作爲修正之依據。 6.林道 4.5K 之策略乃需將該區段各種基本資料收集分析後再研判相關之策略，較符合實際上之各項預估、推估、評估之作業，甚至工法之改線、經費之編列。	1.遵照辦理。 2.遵照辦理。地質基本資料蒐集詳第四章各點位災害之地形地質調查。 3.遵照辦理，地籍套繪詳 P74 頁。 4.遵照辦理。各崩塌地踏勘結果詳第四章各崩塌地之露頭調查成果彙整圖。 5.遵照辦理。 6.遵照辦理。
謝委員杉舟	1.道路復建之等級建議僅以林道之使用與設置標準進行規劃，不宜再提高使用等級至六級道路以上，以免造成日後災害之再發性。 2.建議林道復建宜考慮依據生態調查與分析之結果，標記生態敏感區，建立迴避或補償之策，以利	1.遵照辦理。 2.遵照辦理，惟契約規定生態調查內容不明確，將儘可能努力蒐集生態調查資料，詳 4.1 節

謝委員杉舟	生態復育與山林養息。 3.林道沿線崩塌地及地滑區，經現況調查宜詳細依致災原因探討是否因林道不當開闢造成，檢討迴避對策或道路工程設計之適宜性，甚至重新選線。	生態環境（P81 頁）。 3.遵照辦理，詳第五章各點位災害之災害成因研判。
王委員裕民	1.枝林道 4.5K 之工法暫時以勉强通車爲宜。 2.水文分析的方法與本規劃案之關係，尚待多加描述。 3.報告中第二頁敘述報告”共分五大章”筆誤請修正。 4.第九頁水系與林道現況(2)內容請作適度之檢討修正。 5.參考文獻修正應與本文互相呼應。 6.本案之主要目的係經由調查資料來評估各種不同的可能，因此應由兩個方向著手(1)由自然環境與自然條件來擬定復建策略(2)由經費需求來擬定復建策略。	1.遵照辦理。 2.遵照辦理，水文分析方法詳 P15 頁。 3.遵照辦理，已修正爲共分六大章（P2 頁）。 4.遵照辦理，水系與林道現況已做適度檢討修正（P10 頁）。 5.遵照辦理。詳參考文獻 6.遵照辦理，復建策略詳 5.1 節復建策略規劃（P151 頁）。
陳委員天健	1.藤枝林道於莫拉克颱風侵襲下，受創嚴重，十數處大型崩塌災害短期尚難達到穩定，因此建議應依據崩塌風險進行藤枝林道短、中、長期道路線型及服務水準之可行性分析。 2.災害原因除豪雨因素外尚有何種其他災害?另應加強崩塌區之規模，深度等重要資訊。 3.先期工作報告書中工作內容之程序，宜先實施可行性評估再進行線型評選，而後在著墨適用之復建工法。	1.遵照辦理，詳第五章各重點治理區短、中、長期之復建規劃。 2.遵照辦理。 3.遵照辦理。

（三） 會議結論：

（1）依據委員意見修正後通過規劃單位提報之先期工作計畫。

（2）請規劃單位依契約規定時程，於發文日起 35 日曆天內提送期初報告書。

【附錄之 2】期初報告書審查意見與辦理情形

（一）審查日期：99 年 03 月 15 日（星期一）下午 3 時 00 分

（二）審查意見與辦理情形：

審查人員	審查意見	回覆情形
林委員金炳	1.本規劃案建議採兩大項目思考：一爲道路沿線之崩塌地與坑溝整治，二爲道路復建。 2.將道路沿線之既有崩塌地與潛在崩塌地分別提供治理及補強方案。 3.道路沿線之坑溝野溪治理須有抑制坑溝擴張、穩定坑溝之處裡方案。 4.道路復建方案建議具體分類，如丙種林道、乙種林道、甲種林道與六級路面等，將各類別可服務內容予以說明；所需經費列出 a.土地取得費用 b.工程費用(分爲主體工程及附屬工程) c.維護費用 三大類。 5.沿線地質脆弱區，依專業研判可容許之降雨強度及降雨量，提供主管單位災害應變決策用。	1.遵照辦理，詳第五章各治理區短、中、長期之復建規劃。 2.遵照辦理，詳第五章各治理區短、中、長期之復建規劃。 3.遵照辦理，坑溝野溪治理規劃依據各治理區特性以整流工、固床工或防砂壩等穩定坑溝方式處理，詳第五章各治理區復建規劃。 4.遵照辦理，道路復建方案評估後建議採用丙種林道方案，詳 5.1 節復建策略規劃（P151 頁）。 5.遵照辦理，沿線地質脆弱區之降雨強度及降雨量詳 2.3 節（五）之計畫排洪量分析。
劉委員正川	1.雨量之頻率分析適合度檢定採用何種方式檢定？ 2.水土保持技術規範 I_{25} 及 I_{50} 各爲多少？ 3.航照圖每幅控制點有多少點位？ 4.原有林道最好和航測套疊。	1.修正採用卡方檢定。 2.詳表 2.15，藤枝 10.6K：I_{25}=151.3mm/hr，I_{50}=165.3mm/hr。 3.本次 UAV 航測是針對崩塌地進行拍攝，與農林航測所大範圍拍攝有不同，各崩塌地約 2 至 3 個控制點，類似農林圖幅約有 4 至 5 控制點。

	5.調查藤枝林道16處崩塌地有無地滑和順向坡情形。 6.藤枝林道16處崩塌地最好利用原有路線採用橋梁工法避開。 7.期中簡報後有各種工法形成，最好與當地居民、村長溝通，將居民意見納入考量。	4.遵照辦理，詳第五章各點位災害之周邊現況與各期林道線型套繪圖。 5.初步篩選5.4K與18K有明顯地滑潛變，14.1K與18.6K爲順向坡。 6.遵照辦理，復建線型以原有路線爲原則，局部微調以避開危險崩塌邊坡。 7.遵照辦理。
潘委員明祥	1.本案係屬調查、規劃、評估案，與一般細設不同，故著重於基本資料之蒐集、整理、問題分析、對策之釐定，預估工作項目之優先順序及短、中、長期預算之編列。 2.第四章宜將各分項工作調查成果（崩坍地、溪溝以往無害情形，水文、地質等）以文字或表格、圖冊方式呈現，並以表列量化方式比較。 3.依據上述蒐集之成果，針對各問題點提出分析與對策（以大方面爲主）俾做爲對策之釐定（可以年數或中、長期方向說明。 4.依據對策，將調查成果有哪些基本原則或條件，將工作對象做爲優先順序之執行，並依據各工作項目內預估之細項予以估算經費，再行編列其短、中、長期計劃 5.效益評估、管理、協商平台機制之建立。	1.遵照辦理，詳第五章調查規劃評估成果（P151頁）。 2.遵照辦理，詳4.2節基本資料調查成果（P90頁）。 3.遵照辦理，詳5.1節復建規劃說明（P151頁）。 4.遵照辦理，詳5.1節復建規劃說明（P151頁）。 5.遵照辦理，詳 5.19 節計畫效益分析（P378頁）。
謝委員杉舟	1.藤枝林道16處大型災害點，建議將調查分析結果列總表說明其災害類型、災害成因及對策，並加以統計分析，利於制定防患對策。 2.林道復建策略，建議初期以甲種或丙種林道進行復建規劃，避免因工法之	1.遵照辦理，詳表4.8規劃崩塌地之災害原因與整治對策初議彙整表（P148頁）。 2.遵照辦理，本案規劃以丙種林道等級辦理路基復

	複雜度造成未來更多潛在危險區域。 3.林道潛在危險區域宜進行研析，並配合空拍資料繪製位置圖，推估未來可能再發生之情形。	建。 3.遵照辦理。
王委員裕民	1.水文分析應再檢討〈一日暴雨量與二日暴雨量之比較，雨型設計之應用，降雨強度之分析，計畫排洪量等〉。 2.1993 年雨量是否正確應加以檢討。 3.檢討 2000 年至 2004 年間林道是否有災害。 4.期初報告與服務建議書中之崩塌因素有何不同呢? 5.影響本規劃區前 5 大颱風事件之降雨量及頻率分析應依合約盡速完成。 6.邊坡穩定分析中擬分析點及使用數據應盡速決定。 7.本案資料蒐集豐富，但證據力的展現不足。	1.遵照辦理，詳 2.3 節水文分析（P15 頁）。 2.遵照辦理，已剔除特異資料點。 3.2004 年以前災害資料極缺乏，已配合主辦課室深入補充與蒐集，詳 4.1 節（四）災害情形及處理情形等資料說明。 4.期初報告針對各崩塌地實地勘查結果，將崩塌因素如地形、地質、開墾等等原因作詳細分析，服務建議書則相對簡略。 5.遵照辦理，詳 2.3 節水文分析（P15 頁）。 6.遵照辦理。 7.遵照辦理。
陳委員天健	1.林道周遭私有地之部分土地，其災後水保義務人亦應負起災修責任，此部分權責分攤建議應有所釐清。 2.本案之短、中、長期復建策略建議先就 a.全線崩塌狀況 b.管理單位意願及經費 c.工時與使用年限擬定出數方案供主辦單位參酌。 3.就現今災因調查成果，顯示災害原因多與道路排水、無尾溝及土地墾殖有相當關係；爲解決此問題建議應有全線整體檢討及改善策略，以避免未來因相同問題再次出現崩塌。 4.若整治工法之工時與經費均在本計劃	1.遵照辦理。 2.遵照辦理，詳第五章各重點治理區短、中、長期之復建規劃。 3.遵照辦理，鄰近本案 16 處崩塌點之周邊區域排水，納入本案規劃調查與一併施工改善。 4.遵照辦理，詳 5.21 節其

	合約內容中，建議額外調查各災點之不穩定土方深度，以供整治規劃設計參酌。	他災害點檢視與復建建議。
陳技正二銘	1.請列出期初報告已完成工項與契約規定完成事項之對照表，以憑付款。 2.簡報資料 P52 復建策略 VS.工法擬採用線型與工法，建議最後應取決於林道功能、安全防災避災及永續性，不侷限於六級道路才採鑽掘式基樁或高架橋跨越。	1.遵照辦理。 2.遵照辦理。

（三）會議結論：

（1）期初報告書審查原則通過，請規劃單位依據委員意見辦理修正，並依契約規定於發文日起 20 日曆天內提送期中報告書。

（2）請規劃單位補充期初報告書已完成工項與契約規定完成事項之對照表，以憑辦理期初報告書後付款事宜。

【附錄之 3】期中報告書審查意見與辦理情形

（一）審查日期：99 年 05 月 11 日（星期二）下午 2 時 00 分

（二）審查意見與辦理情形：

審查人員	審查意見	回覆情形
謝科長宏松	1. 藤枝遊樂區預定 101 年開園，依本案期中報告書區分爲短期、中期及長期復建規劃，爲達成開園爲原則目的之權宜之計，其中便道短期復建規劃，請規劃公司考量便道最大縱坡度及最小半徑儘量符合丙種林道規範。	1. 遵照辦理，詳 5.1 節說明。
	2. 本案短期林道復建規劃或短期補強規劃，在林道上、下邊坡治理部份，請規劃公司加列設計草種撒播，以免豪大雨造成沖蝕，影響短期復建已完成之主體工程安全。	2. 遵照辦理，詳第五章各崩塌地之短期復建規劃。
	3.預力橋樑護欄型式，請規劃公司以透空式設計，例如鋼鈑護欄等。	3. 遵照辦理，詳 P221 頁。
	4. 有關 P151 與 P165，用地計畫桃源鄉寶山段 293、294、74 等地號，所有權人爲原民會惟有他項權利設定，其應視爲私有地，請規劃公司有類似情形，應調閱土地登記簿謄本，查明其他項權利人，在細部設計前由管理處先行辦理取得「土地使用同意書」。	4. 遵照辦理。
	5. 建議本案期末報告時，應將 16 處崩塌之短、中、長期復建規劃以甘特圖進度表呈現其復建期程。	5. 遵照辦理，詳 5.18 節藤枝全線復建進度規劃（P375 頁）。
賴技士煌傑	1. 資料蒐集充分詳細。	1. 感謝指教。
	2. 照片有些缺拍攝日期。	2. 遵照辦理，已重新補正拍攝日期。
	3. 3D 模型建請標示沿線歷年來施工位置，作成光碟。	3. 遵照辦理。
	4. 爲爭取開園時程，建議林管處先行籌措經費處理後續 11K 以後鑽探、規劃細設等復建工作。	4. 遵照辦理。
	5. 各期復建規劃以分期分年編列概算及方案優劣顯現分析。	5. 遵照辦理，詳 5.18 節藤枝全線復建進度規劃。

施委員彰樹	1. 各災害地點之復建工法，如有兩種以上工法時，應分析其優劣點，以供參酌。 2. 工法如採橋樑方式者，宜考量有無落墩之適當地點(即基樁之位置)，並慎重考慮施工之可行性。橋墩之跨距，位於河道流心者，宜儘可能放大。 3. 摘要建議依(1)緣起、(2)工作概要(範圍與工作項目)、(3)規劃評估原則、(4)規劃評估成果、(5)結論與建議。 4. 各崩塌地點之整治應考量整體性，除路基、路面之復建應包括坡頂坡面之截排水，坡面如有滲水應考慮地下水之排除。此外，上下蝕溝亦一併整治。 5. 本林道如有地滑或大崩塌潛勢地點，除已有監測外，是否尚需增加，應一併提出需監測之相關建議。 6. 各崩塌地點(含結構物災害)應分析其災因，並逐點詳述於報告內，並以消除其災因爲主要復建之工作。 7. 復建計畫除以 101 年復園爲短期計畫目標外，應有中、長期之復建計畫，俾林管處預估經費籌措情形，逐年依序持續辦理。以上計畫仍需分別列表呈現。	1. 遵照辦理，詳 10.6K 與 12.6K 之中期復建規劃甲乙兩案。 2. 遵照辦理，詳 10.6K 與 12.6K 之中期復建規劃。 3. 遵照辦理，詳摘要。 4. 遵照辦理，詳第五章各崩塌地之復建規劃。 5. 遵照辦理，詳 5.4K、18.0K 與 19.0K 之復建規劃。 6. 遵照辦理，詳第五章各崩塌地之復建規劃。 7. 遵照辦理，詳 5.18 節藤枝全線復建進度規劃。
林委員金炳	1. 針對 10.6K 及 12.6K 兩處大崩壞路段，建議針對不同規劃復建方案，將道路及附屬工程(包括坡面處理工程及坑溝整治工程)併列比較其工期、施工經費及往後之維護費用，供委託單位參考作爲決策者之考量。 2. 藤枝 10.6K 及 12.6K 規劃之橋樑方案，建議將後續拓寬之預留措施，以一次完成列爲一單獨方案。 3. 藤枝 10.6K 使用橋樑跨越之坑溝整治方案與沿邊坡之方案應有所不同，該處之橋墩距離需注意設計坑溝流路斷面寬度。	1. 遵照辦理，詳 10.6K 與 12.6K 之中期復建規劃甲乙兩案。 2. 遵照辦理，詳 10.6K 與 12.6K 之中期復建規劃乙兩案。 3. 遵照辦理。

林委員金炳	4. 本案依合約規定有最少之調查處數，規劃單位依合約辦理即可，唯請規劃單位提供全線仍需進一步調查之潛在危險位址，供主辦單位作爲本林道後續處理之參考。 5. 全線道路需用土地，應考慮用地取得之時效性。	4. 遵照辦理，詳 5.21 節他災害點檢視與復建建議說明。 5. 遵照辦理，詳第五章各崩塌地之用地計畫。
劉委員正川	1. 本案依丙種林道設計規範及原有路線來復建，再加附屬工程及周圍之集水區水土保持治理規劃，原則可行。可以避開環評。 2. 案例分成 10.6K 及 12.6K，全區分 16 區，所以經費龐大，最好用分期分年來施工，請於期末附出。 3. 期末報告請附出簡單之益本比。 4. 利用治理 16 個集水區之規劃，亦可帶出 16 個熱帶景觀之樹種，作爲教學園區。 5. 後續工程請加臨時沉砂滯洪池及砂包之經費。 6. 有些可以用明隧道處理。 7. 土方挖填要平衡或填土處理。 8. 丙種林道日後可以擴充爲雙線道?	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理，詳 5.18 節藤枝全線復建進度規劃說明。 3. 遵照辦理，詳 5.19 節計畫效益分析說明。 4. 遵照辦理，後續土地利用規劃供主辦機關參考。 5. 遵照辦理，編列於零星工程費內。 6. 遵照辦理，納入方案評估。 7. 遵照辦理。 8. 目前規劃採單車道，暫時無規劃拓寬雙車道。
潘委員明祥	1. 摘要除針對緣由之說明外，應就計畫範圍及工作項目內所作之調查分析之成果簡要重點撰寫，並摘錄其對策、執行經費、時程、結論建議等。 2. 於基本資料調查以 16 處爲主要地區，對現況各項尚有需加強部份如下： (1)崩塌地部份每處從上端至下端之坡長幾 m?平均坡度?崩塌平均深度需以量化。 (2)坡面沖蝕與蝕溝之調查不可與崩塌地混爲一起，若以此項爲調查，需估算其坡面沖蝕量／年，蝕溝之長度、	1. 遵照辦理，詳摘要。 2. 遵照辦理，詳第四章基本資料調查成果。

潘委員明祥	坡度及其可能擴大之可能。 (3)災害成因研判，依各處調查之各項資料數據加以分析，除報告書內所述之外，對坡度陡峭、地質因素，需加強說明，若有深層地滑潛勢區，需依據前期調查結果分析，深度、範圍可能潛變之結果(地下水之滲流現象) (4)既有構造物排水所造成之因素，於各處可能之集水區有多大面積，冠部農地有否裂縫，排水問題亦需說明。 3. 如何加強利用 P.122 表 4.8 災害成因彙整與統計分析，加強資料調查後，重新彙整分析所得結果擬定對策，依據路基復建線型作爲短、中、長期執行時程，再將優先順序之工程列入短、中、長期之預算經費。 4. 其他配合事項、管理措施，需對應於短、中、長期之內，加強說明。 5. 該計畫區域內若有上位計畫，請一併列出，以瞭解其指導原則，減少與其衝突之處。	3. 遵照辦理，詳 4.3 節災害成因彙整與統計分析說明。 4. 遵照辦理，詳第五章說明。 5. 遵照辦理，本區暫無上位計畫。
謝委員杉舟	1. 本計畫復建方案與規劃重點多屬強調路基復建爲主，建議宜再加強崩塌面之植生復育處理對策。 2. 林道復建規劃宜考慮生態敏感區位，生態廊道，建立迴避或補償對策，以利生態復育與山林養息。 3. 各工區復建規劃期程均分爲短、中、長期三階段，建議以列表方式敘明各分期之規劃重點、施工內容及相關對策，以利檢核。 4. 本案係屬復建規劃，雖不需環評或水保審查，但仍需以相關審查之精神辦理規劃內容，以符合社會期待。	1. 遵照辦理，已將崩塌坡面植生復育納入復建規劃。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理，詳 5.18 節藤枝全線復建進度規劃說明。 4. 遵照辦理。
王委員裕民	1. 表 2.9 之表頭請修正爲 Horner 雨型公式之參考係數表。 2. 文中書寫用辭請詳加檢討，例如計畫	1. 遵照辦理，已修正爲 Horner 雨型公式詳 P21。 2. 遵照辦理，修正詳 P1，

	緣起第二段倒數第二行“故計畫辦理”之用詞不妥，P124－“暫提二案本處”。	「暫提二案本處」已刪除。
	3. 請給予採用工法之詳細理由。	3. 遵照辦理，詳 4.3 節與第五章說明。
	4. 水文分析中雨型分配成果之應用，請說明於報告中。	4. 遵照辦理，雨型分配成果主要供修正三角型單位歷線公式運用。
	5. 單位歷線法中各參數與 Q 之關係請列表。	5. 遵照辦理，修正詳 P45 表 2.17。
	6. 第 33 頁“預計起飛地點”請修正。	6. 遵照辦理，修正詳 P50。
	7. 文中諸多數據引用請註明出處，例如 P.56 P.70	7. 遵照辦理，修正詳 P81 與 P95。
	8. 文中諸多結論應儘量以量化之數據佐證，例如 P.70 降雨強度大且延時長。	8. 遵照辦理。
	9. 表 5.1 設計規範建議不包含 1~5 級路面。	9. 遵照辦理，表 5.1 已刪除。
	10.水理分析表應再檢討。	10.遵照辦理，詳第五章說明。
許委員中立	1. 復建策略應符合局長先前指示時程，並考量方案在此時限內完成森林遊樂區提早運作之可能而提出爲宜。	1. 遵照辦理，詳 5.1 節復建策略規劃說明。
	2. 報告第 3 頁中關於本案經費情形是否適合列入？	2. 遵照辦理，已刪除。
	3. 本地區之工程地質特性與目前蒐集之地質資料是否能再彙整說明，尤其能與里程配合說明更佳。	3. 遵照辦理。
	4. 報告第 26 頁 Rziha 公式之次方 0.6 請更正。下方表 2.14~2.16 中是否有誤?	4. 遵照辦理，修正詳 P26 與 P27。
	5. 報告第 30 頁有二種方式計算結果，如何決定採用那一種方式較佳。	5. 考量法規要求與保守起見，本案設計洪峰流量採用較大值之合理化公式估算值（詳 P46）。
	6. 目前空拍之圖資數量是否已滿足計畫要求。	6. 16 處空拍成果詳 P58 至 P73。
	7. 報告第 56 頁之資料來源是否是指林道部份或森林遊樂區而言？	7. 單指森林遊樂區。
	8. 用橋通過崩塌地是好的規劃，但這並	8. 遵照辦理，詳 10.6K 與

許委員中立	不代表邊坡和墩柱基礎完全不用保護了。 9. 橋之設計規劃建議一次完成不用暫時偏心再擴建。 10.本區可能有重要工程施設時，建議要進行鑽探工作。 11.短期補強工程施作時與坑溝排水一併考量爲宜，建議可早些辦理並請加列防落石措施之可能。	12.6K 中期復建規劃成果。 9. 遵照辦理，詳 10.6K 與 12.6K 中期復建規劃成果。 10.遵照辦理。 11.遵照辦理，詳第五章各崩塌地之復建規劃。

（三）會議結論：

（1）期中報告書審查原則通過，請規劃單位依據委員意見辦理修正，並依契約規定於發文日起 20 日曆天內提送期末報告書。

【附錄之 4】期末報告書審查意見與辦理情形

（一）審查日期：99 年 07 月 2 日（星期五）上午 10 時 00 分

（二）審查意見與辦理情形

審查人員	審查意見	回覆情形
謝科長宏松	1. 本案整體調查規劃評估期末報告書，復建計畫分短、中、長期復建策略且規劃詳細明確，值得肯定。	1.感謝委員肯定。
	2. 藤枝林道災害成因為莫拉克風災長延時及高強度豪雨所致，惟部分災害成因如農地墾殖等，其解決對策及建議請於期末報告書結論內加列，俾利提供助主辦單位參考。	2.遵照辦理，解決對策及建議已加列，詳 4.5 節坡面沖蝕治理對策與工法。
	3. P377 藤枝林道災害復建經費統計表，由 99 年後~103 年後分短、中、長期復建以甘特圖表示，一目了然，惟建議加列每年度所需合計復建經費及總復建經費，以便了解復建各年度及總復建經費之需求。	3.遵照辦理，已加列每年度所需合計復建經費及總復建經費，詳 P353 頁藤枝林道災害復建進度表。
	4. p400 結論：(12)短中長期總復建經費為 5.72 億，短期復建估算 0.7 億(99~100)、中期復建 3.85 億(100~102)、長期復建 1.14 億(102~103)，前述之復建經費係依契約辦理藤枝林道 16 處崩塌地林道復建之估算經費，無包括全線 32 處調查，建議以簡易估算其 32 處所需復建之經費，一併納入結論及建議事項，並修正效益分析。	4.遵照辦理，藤枝林道莫拉克災害後全線 48 處調查，已含括於目前在建工程中與各處大崩塌地內包含數處崩塌地，未列入部分已加入 P379 頁表 5.31 藤枝林道災害復建經費統計表。
賴技士煌傑	1. 各概算表請標示單位：(元)。	1.遵照辦理，詳附錄三經費概算與水理分析，各期經費配置概算表。
	2. P376 頁表 5.80 災害復建經費統計表請增列年度欄位。	2.遵照辦理，詳 P352 頁藤枝林道災害復建經費統計表。
	3. 為考量開園期程，建議屏東處期末報告依各委員意見請規劃單位修正後，辦理短期藤枝林道沿線邊坡穩定、路基加強之委外規劃設計及地質	3.遵照辦理。

	鑽探監測等工作。 4. 請列表自 98 年莫拉克風災以後分年分期辦理復建期程之工程名稱、工程內容與經費。	4.遵照辦理，詳 P351 頁表 5.21 藤枝林道 98 年莫拉克風災後復建工程辦理情形。
潘委員明祥	1. 摘要之撰寫。 (1)計畫緣由 (2)調查成果：依標示項目撰寫調查之成果。 (3)問題分析：針對調查結果分析與提出治理對策。 (4)復建策略：林務局開園目標爲民國 101 年，以短期復建爲主，開園後爲中、長期復建規劃。 (5)道路管理與其他配合措施。 (6)效益分析。	1. 遵照辦理，詳摘要。
	2. 請補充說明道路管理及其他配合措施，如雨量警戒值之建立（依季節變化不同）、平日與假日人員配置、開放時間、警示標誌、監測系統等。	2.遵照辦理，詳 P178 頁 4.10 節監測系統管理值與道路管理。
	3. 治理內容之工程定位應於圖資上顯示。	3.遵照辦理，詳 P354 頁藤枝林道各期復建工程定位圖。
	4. 效益評估：以長期永續經營爲期限，如何將有形、無形之效益化爲數據。宜參考相關效益分析原理與參數。	4.遵照辦理。詳 5.19 計畫效益分析。
	5. 建議與道路復建內容相關者提出。如停車場、監測系統之建立、警示系統之建立等。	5.遵照辦理。詳 4.10 節監測系統管理值與道路管理 P178。
	6. 請釐清短、中、長期規劃其不等於短、中、長期之重建，林道重建工程又內涵於重建之中。	6.遵照辦理，詳 P357 頁表 5.24 藤枝林道災害復建總表。
	7. 規劃評估與細設宜分開，加強評估方向之撰寫。	7.遵照辦理。詳 4.4 節。
許委員中立	1. p148 表 4.8 所提崩塌地之災害原因與整治策略中有關農地墾殖之影響確實存在，但對策部分尚不包含該問題之處理對策。	1.遵照辦理，問題之處理對策已列入 P164 頁 4.6 節農地墾殖治理對策與工法。

許委員中立	2. 短期目標應考量能提早在民國100年初開園之目標，包括道路安全性加強(路基、路面、邊坡、行車安全、排水)及園區內吊橋或步道安全維護等。	2.遵照辦理，園區內吊橋或步道安全維護以屏管處另案園區規劃爲主，本案不另特別說明。
	3. 中、長期是以101年年初之中型巴士或更後續辦理部分，目前林道路基多處有路段下陷問題，請先行以排水及路面調整爲主。事實上許多路段均爲排水不良所致，可把中期復建提早與短期復建合併辦理之。	3.遵照辦理，短期復建以排水及路面調整爲主，詳附錄三。中期復建依屏管處年度經費預算運用辦理。
	4. 例如藤枝10.0k道路狹窄，且邊坡常有落石發生，對開園與中巴行駛是否有安全上之虞慮？要如何改善爲宜？規劃宜由該方向先行檢討再研擬採用何種工法對應較適宜。	4.遵照辦理，藤枝林道對開園安全之規劃，依整治急迫性分級與危害成因具以編列工法與施做優先順序，詳 P357 頁表5.24 藤枝林道災害復建總表。
	5. 文中水理分析表中 C_D<0.3 所以 C_D=0.35166，請加以說明?又第二章用的漫地流速爲多少?介紹時單位用 m 而第五章水理分析用單位 km，請說明如何轉換?檢算時發現均有流速過大之情形，要如何搭配考量請提出建議。	5. C_D已修正，單位已換算爲公尺，詳 P407 藤枝5.4K 坑溝之水理分析表； 漫地流流速詳表2.14 藤枝林道各集水區集流時間表；流速過大建議設置跌水工，詳P407內文。
	6. 本規劃之短期復建主要以朝向開園爲目標，如何把中期復建部份也納入請再考量；又長期費用不高，是否規劃更完整之區段，並將後續調查納入後才一併修正爲宜。	6.遵照辦理，中期復建依屏管處年度經費預算寬裕，再行納入，長期復建已重新檢討，詳附錄三各工區長期復建工程之經費配置概算表。
	7. 藤枝森林遊樂區是六龜地區之「金雞母」若能估算平均門票收入即可算出遊客量，而以訪談或概估地方產業消費等，可看出該林道早日恢復政策之重要性。本次 300 萬/年估算可能過低，會讓人誤解沒有成效。	7.遵照辦理，已重新修正5.19 節計畫效益分析，詳P358頁。
	8. 藤枝19.0K商店街和大量興建設施是滑動區最不利因子，規劃時亦要檢討	8.遵照辦理，藤枝19.0K坑溝發展控制已於長期復

	此部分，尤其是坑溝發展控制更重要，請整體考量爲佳。	建規劃配置，詳 5.16 節藤枝 19.0K 崩塌地復建規劃。
林委員金炳	1. 效益分析應以永續性經營爲基礎，故有關本案之效益分析請重新檢視。 2. 短期方案以 5 年爲分析期限，5 年以後之效益及建造成本若與前 5 年不同，則原案分析之益本比即應重新計算。 3. 中、長期方案以２０年爲分析期限，亦即２０年之後之效益及建造成本與前２０年不同時，其益本比分析即有錯誤。 4. 增額分析係用於不同之獨立方案，本規劃中之短期方案若可不執行，而直接執行短、中長期方案，就可以使用增額分析。 5. 建議將復建方案明確區分，以最低需求（即政府應作之最低標準）爲基本方案，列出其效益值與成本，再以較高等級之復建方案，亦列出其效益與成本，則可以增額分析研判較高等級之復建方案是否合於效益。 6. 最後將選定之復建方案分別列出其短、中、長期應實施之各期工程以編列預算。	1.遵照辦理，詳 P358 頁 5.19 節計畫效益分析。 2.遵照辦理，已重新重新計算益本比，詳 P361 頁。 3.遵照辦理，已重新檢討益本比分析，詳 P361 頁。 4.遵照辦理，詳 P358 頁 5.19 節計畫效益分析。 5.遵照辦理，詳 P358 頁 5.19 節計畫效益分析。 6.遵照辦理，詳 P357 頁表 5.24 藤枝林道災害復建總表。
劉委員正川	1. 如經費允許，可增加邊坡監測系統及橋樑監測系統。 2. 建議細部設計時要有水土保持計畫。 3. 如牽涉私人土地，請規劃價購，避免日後之糾紛。 4. 藤枝林道和邦腹溪息息相關，因此建議邦腹溪也需有整治之規劃。	1.遵照辦理。 2.遵照辦理。 3.遵照辦理，私人土地以取得同意書爲原則。 4.遵照辦理，詳 P187 頁 4.13 節邦腹溪治理規劃，建議既有邦腹溪集水區調查與規劃可再次檢討。

陳委員天健	1. 現有短、中、長期規劃，以「預定１０１年遊樂區開園與中型巴士通行」爲標的，惟中、長期林管處未來５到１０以後，藤枝林道是否仍維持丙種林道之服務水準，建議可先就工程技術及經費之可及性與林管處商定。	1.遵照辦理。詳 5.18 節第 6 項說明。
	2. 若未來以丙種林道爲服務水準，則建議於各危險路段前後適當之安全位置，加設車道提供會車與暫停。	2.遵照辦理。已補充說明，詳 6.2 節第四項。
	3. 部份路段如 18 至 19ｋ，10 至 11ｋ，現階段甚難用工程方法徹底穩定或完全達到安全無虞，因此在中、長期對策上，宜保留彈性說明。	3.遵照辦理。整治後將安排施工成效監測，詳 P153 頁第六項說明。
	4. 爲達到 101 年開園，園區附近景觀及區域整理之復建期程宜提前辦理。	4.遵照辦理。藤枝森林遊樂區之週邊規劃，屏東管理處已另案辦理。
	5. 短期規劃中，建議週邊截排水設施之通水斷面儘可能加大，使豪雨狀況下路面及邊溝水可完全排除，確保交通安全。	5.遵照辦理。詳 P157 頁排水工法之說明。
	6. 現階段藤枝林道山體狀況仍未穩定，因此對於崩塌災害潛勢路段調查及危險路段之監測及警戒系統之建立，建議納於短期規劃。	6.遵照辦理。已於所需鑽探、監測之工區中期復建工程增加詳細說明。詳 P244 頁
	7. 橋樑方案中建議部分跨越主坑溝流槽之橋段，採長跨距工法跨越。	7.遵照辦理，因應林道施工吊車限制，跨距以 25m 與 20m 兩種尺寸配合地形選用，詳 P241 頁。
陳委員天健	8. 18 至 19ｋ部份區域邊坡之崩積層相當深厚亦可能受順向坡之影響，建議加設置深井以排除邊坡深層之地下水壓，增加坡體穩定。	8.遵照辦理，18 至 19K 規劃以周邊新建監測與地調鑽探求得參數，細設時再決定設置深井是否。
	9. 地錨工法一般設計使用年限爲 20 年，同時需經常定期檢測及維護，如設置爲永久性構造，需詳加考慮。	9.遵照辦理。
	10.爲因應未來國土保育方向，山區農墾作物宜限制。建議有關居民之農作收益，先不予列入「預期效益」，而加	10.遵照辦理。

	強對六龜地區之觀光收益。	
施委員彰樹	1. 摘要宜依工作項目分章節將計畫緣由、工作範圍、調查評估成果、復建計畫及結論與建議擇要依序撰寫。 2. 契約規定之工作項目是否已全部完成，宜有檢核表、以利驗收結案。 3. 整體復建計畫，宜將短、中、長各期計畫彙整一總表(含執行年度分別、工程名稱與經費)。 4. 短期或安全有關之緊急工程之規劃設計工作以及中期復建工程如有需先行地質鑽探或調查者，均建議先行辦理委外服務事宜。 5. 全線通過林道之坑溝或蝕溝之整治工作宜全部列入，將來視經費情形依序辦理。	1.遵照辦理。已完成修正，詳摘要。 2.遵照辦理。 3.遵照辦理。詳表 5.22、表 5.23、表 5.24。 4.遵照辦理。已於所需鑽探之工區中期復建工程增加詳細說明。如 P244 頁 5.遵照辦理。
王委員裕民	1. 本案蒐集資料詳盡值得肯定。 2. 三角單位歷線成果與合理化公式成果差異甚大，建議再行檢討。 3. 本案之效益分析採增額分析，其方法值得肯定，惟其過程應再檢討。	1.感謝委員肯定。 2.遵照辦理。已完成修正，詳表 2.19。 3.遵照辦理。詳 5.19 計畫效益分析。

陸、結論：

（1）本期末報告業經審查會審核竣事，原則通過規劃單位提之期末報告書。

（2）請規劃單位依各委員審查意見修正後送請各委員核閱再行定稿，並於履約期限內（發文日起恢復計算工期）提送成果報告書後，撥付整體調查規劃評估費用總值至 100%，惟已支付部份應予扣除。

附錄二　經費概算與水理分析

（一.1）藤枝 4.5K 崩塌地復建之經費估算

藤枝 4.5K 崩塌地之短期復建經費概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	37kg鋼軌樁L6m	支	150.0	6,500	975,000	
2	鋼鈑牆與土方回填	㎡	300.0	1,500	450,000	
3	新鋪AC面層與標線	㎡	1,800.0	350	630,000	
4	活動式紐澤西護欄	組	20.0	2,000	40,000	
5	土石清運路基隆挖整順	式	1.0	150,000	150,000	
6	既有集水井土石清理	式	1.0	20,000	20,000	
7	零星工項與便道構築維護	式	1.0	60,000	60,000	
8	品管費(1%)	式	1.0	23,250	23,250	
9	勞安衛費(1%)	式	1.0	23,250	23,250	
10	包商利潤及管理費(10%)	式	1.0	232,500	232,500	
11	綜合保險(1%)	式	1.0	23,250	23,250	
12	營業稅(5%)	式	1.0	130,200	130,200	
	發包工程費小計				2,757,450	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	7,356	7,356	
2	管理費	式	1.0	39,409	39,409	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	246,078	246,078	
	甲方自辦工程費小計				292,843	
	總工程費合計				3,050,293	

藤枝 4.5K 崩塌地之中期與長期復建經費概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期與長期復建工程					
1	防落石柵	m	300.0	21,000	6,300,000	
2	RC路面	㎡	1,800.0	1,000	1,800,000	
3	新鋪AC面層與標線	㎡	1,800.0	350	630,000	
4	U型邊溝	m	350.0	3,000	1,050,000	
5	下邊坡RC擋土牆	m	300.0	30,000	9,000,000	
6	鋼鈑護欄	m	300.0	3,000	900,000	
7	型框植生護坡工	㎡	620.0	900	558,000	
8	零星工項與便道構築維護	式	1.0	60,000	60,000	
9	品管費(1%)	式	1.0	202,980	202,980	
10	勞安衛費(1%)	式	1.0	202,980	202,980	
11	包商利潤及管理費(10%)	式	1.0	2,029,800	2,029,800	
12	綜合保險(1%)	式	1.0	202,980	202,980	
13	營業稅(5%)	式	1.0	1,136,688	1,136,688	
	發包工程費小計				24,073,428	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	64,223	64,223	
2	管理費	式	1.0	419,051	419,051	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,942,474	1,942,474	
	甲方自辦工程費小計				2,425,748	
	總工程費合計				26,499,176	

（二.1）藤枝 5.4K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

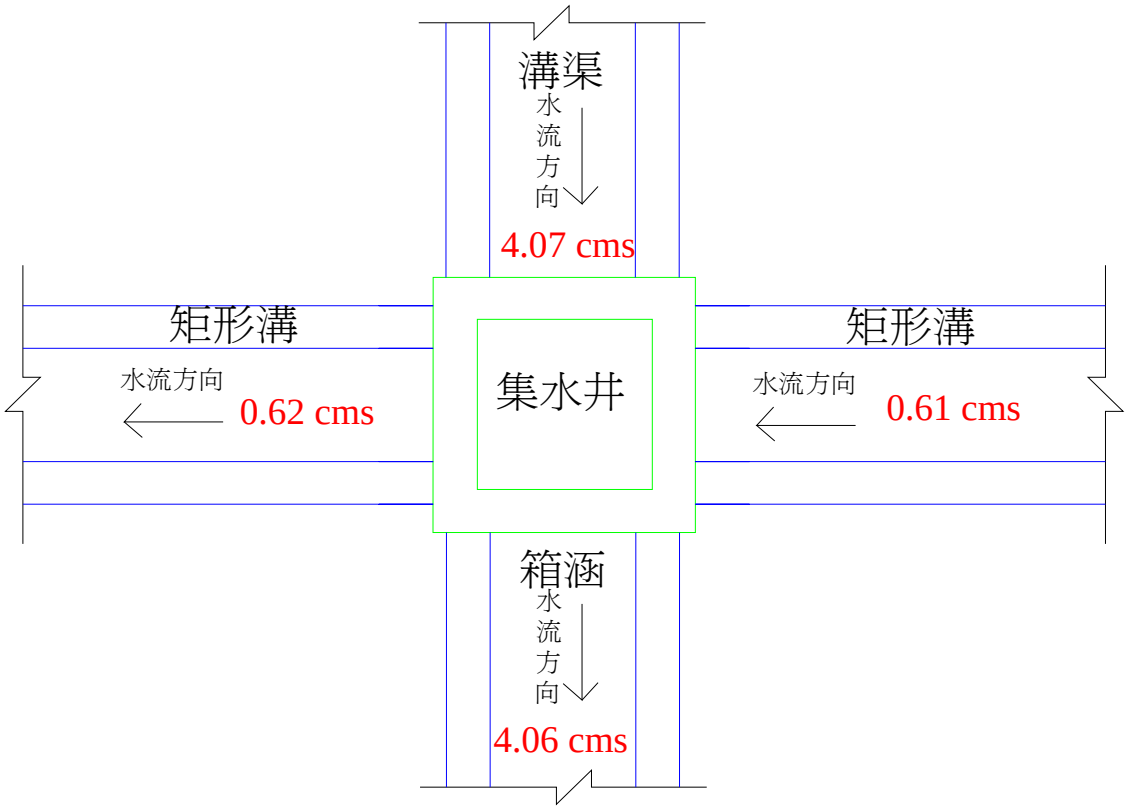
（3） 藤枝 5.4K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 5.4K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 5.4K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算既有渠道水理分析：既有渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 115 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W150*H150cm，其通洪斷面之設計水深大於 104 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 5.4K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	2.46	2.92	3.27	3.72	4.07	4.41	4.76
修正後	2.46	2.92	3.26	3.72	4.06	4.41	4.75



藤枝 5.4K 分洪流量圖

藤枝 5.4K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 11.33 公頃　(3) 溪流長度 L2= 30 m

(2) 漫地流長度 L1= 300 m　(4) 高程差 ΔH= 13 m

2.集流時間

t = 502.48 sec = 8.37 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 162 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 4.06 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 4.87 m^3/sec （五十年）

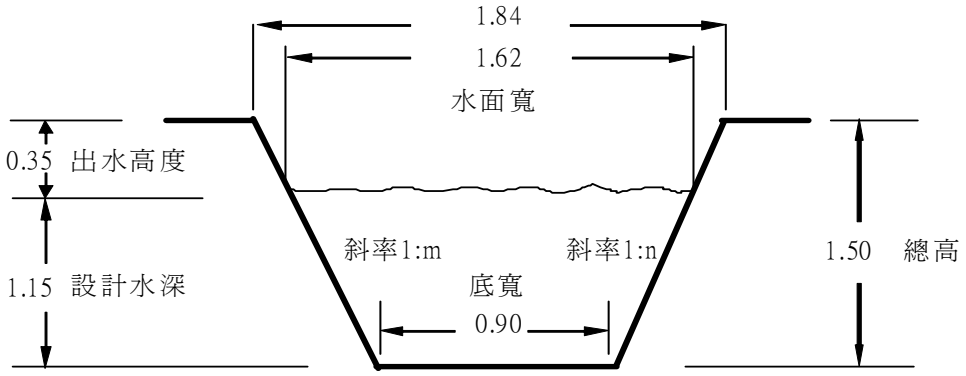
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.65	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	14.20	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.34	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.34	
Q_D=土石流流量(cms) =		9.37	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)既有渠道排洪斷面

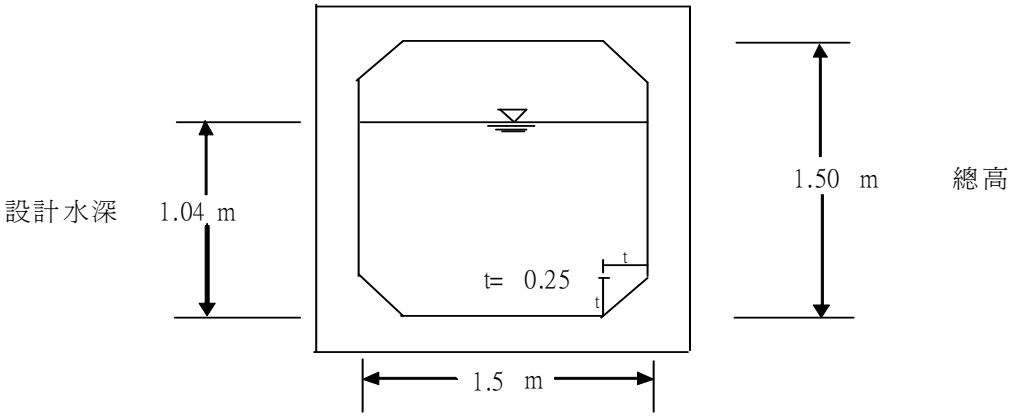


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3				溝 頂 寬: b=				1.84 公 尺
有效水高: h=	1.15	公 尺					設計坡降: S=				8.00 %
溝 底 寬: W=	0.90	公 尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	1.62	+	0.90	)x	1.15	/	2	=	1.45	m 2	
潤 周 長: P= (	1.205	+	0.900	+	1.205		)	=	3.31	公 尺	
水力半徑: R=	a / P			=	1.45	/	3.31	=	0.44	公 尺	
水流速度: V= (	0.44	^	2 / 3	x	0.080	^	1 / 2	)/	0.025		
								=	6.52	m/sec	
排 洪 量: q=	a x V			=	1.45	x	6.52	=	9.44	cms	
洪 水 量 =	9.37	<	排 洪 量 =	9.44	OK						

檢算結果：

既有渠道之設計水深大於115cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.5						箱 涵 寬: W=				1.50 公 尺
有效水深: h=	1.04	公 尺					設計坡降: S=				7.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.50	X	1.04	-	0.25	^	2	=	1.50	m 2	
潤 周 長: P=	1.500	+	2.080	-	1.000	+	0.71	=	3.29	公 尺	
水力半徑: R=	a / P			=	1.50	/	3.29	=	0.46	公 尺	
水流速度: V= (	0.46	^	2 / 3	x	0.070	^	1 / 2	)/	0.025		
								=	6.27	m/sec	
排 洪 量: q=	a x V			=	1.50	x	6.27	=	9.38	cms	
洪 水 量 =	9.37	<	排 洪 量 =	9.38	OK						

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於104cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（三.1）藤枝 9.0K 崩塌地之經費估算

藤枝 9.0K 短期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	噴漿大縱溝	m	75.0	5,000	375,000	
2	噴漿大跌水池	座	5.0	8,000	40,000	
3	噴漿橫溝	m	300.0	1,610	483,000	
4	噴漿縱溝	m	40.0	2,420	96,800	
5	噴漿跌水池	座	10.0	3,100	31,000	
6	邊緣保護工	m	265.0	5,600	1,484,000	
7	37kg鋼軌樁L9m	支	100.0	5,000	500,000	50%回收再利用
8	37kg鋼軌樁L6m	支	51.0	3,500	178,500	50%回收再利用
9	鋼鈑牆與土方回填	㎡	300.0	1,400	420,000	
10	PVC披覆龜甲網	m	100.0	830	83,000	
11	新鋪AC面層與標線	㎡	550.0	360	198,000	
12	拍漿溝	m	150.0	555	83,250	
13	橫向截水溝	m	20.0	13,000	260,000	
14	集水井L250*W250cm	座	1.0	110,000	110,000	
15	D80cm混凝土管×2.4M	支	3.0	8,500	25,500	
16	型框植生護坡工	㎡	420.0	1,050	441,000	
17	裸露坡面撒播草籽	㎡	3,500.0	10	35,000	
18	土石清運路基降挖整順	式	1.0	150,000	150,000	
19	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
20	品管費(1%)	式	1.0	50,941	50,941	
21	勞安衛費(1%)	式	1.0	50,941	50,941	
22	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	407,524	407,524	
23	綜合保險(1%)	式	1.0	50,941	50,941	
24	營業稅(5%)	式	1.0	280,173	280,173	
	發包工程費小計				5,934,568	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	15,832	15,832	
2	管理費	式	1.0	84,816	84,816	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	529,483	529,483	
	甲方自辦工程費小計				630,132	
	總工程費合計				6,564,700	

藤枝 9.0 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	噴漿大縱溝	m	15.0	5,000	75,000	
2	噴漿大跌水池	座	2.0	8,000	16,000	
3	噴漿橫溝	m	100.0	1,610	161,000	
4	H300cm擋土牆	m	90.0	15,500	1,395,000	
5	H600cm擋土牆	m	94.0	32,450	3,050,300	
6	PC樁D500mm與植樁	m	576.0	3,000	1,728,000	
7	U型邊溝	m	105.0	2,640	277,200	
8	新鋪AC面層與標線	m^2	750.0	360	270,000	
9	防落石柵	m	70.0	20,560	1,439,200	
10	集水井L250*W250cm	座	2.0	110,000	220,000	
11	箱涵W200*H200cm	m	8.0	22,000	176,000	
12	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
13	品管費(1%)	式	1.0	90,077	90,077	
14	勞安衛費(1%)	式	1.0	90,077	90,077	
15	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	720,616	720,616	
16	綜合保險(1%)	式	1.0	90,077	90,077	
17	營業稅(5%)	式	1.0	495,424	495,424	
	發包工程費小計				10,493,971	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	27,996	27,996	
2	管理費	式	1.0	149,978	149,978	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	914,255	914,255	
	甲方自辦工程費小計				1,092,229	
	總工程費合計				11,586,200	

藤枝 9.0K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	3.0	3,000,000	9,000,000	
2	整流工	m	60.0	30,000	1,800,000	
3	型框植生護坡工	m^2	1,900.0	1,040	1,976,000	
4	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
5	品管費(1%)	式	1.0	129,760	129,760	
6	勞安衛費(1%)	式	1.0	129,760	129,760	
7	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,038,080	1,038,080	
8	綜合保險(1%)	式	1.0	129,760	129,760	
9	營業稅(5%)	式	1.0	713,680	713,680	
	發包工程費小計				15,117,040	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	40,329	40,329	
2	管理費	式	1.0	291,050	291,050	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,264,780	1,264,780	
	甲方自辦工程費小計				1,596,160	
	總工程費合計				16,713,200	

（三.2）藤枝 9.0K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

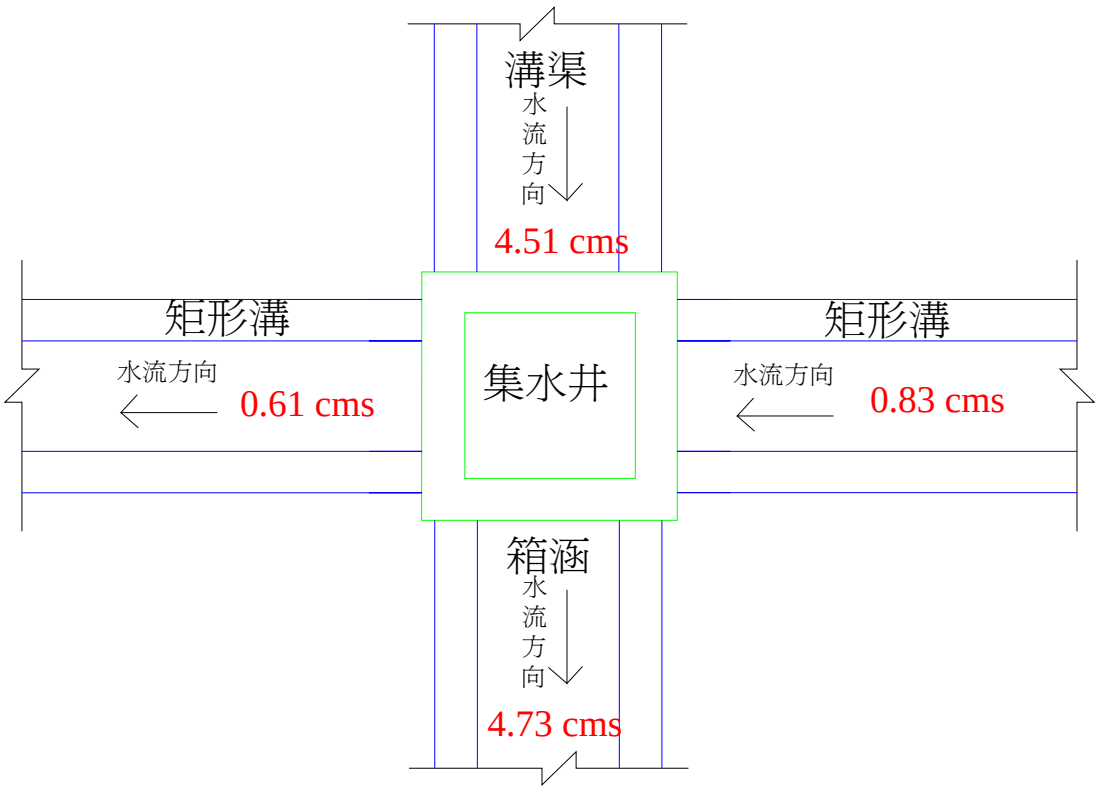
（3） 藤枝 9.0K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 9.0K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 9.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計劃渠道水理分析：計劃渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之設計水深大於 134 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W180*H180cm，其通洪斷面之設計水深大於 145 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 9.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	2.73	3.24	3.62	4.13	4.51	4.89	5.27
修正後	2.87	3.40	3.80	4.33	4.73	5.13	5.54



藤枝 9.0K 分洪流量圖

藤枝 9.0K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 12.56 公頃　　(3) 溪流長度 L2= 158 m

(2) 漫地流長度 L1= 300 m　　(4) 高程差 ΔH= 80 m

2.集流時間

t = 511.88 sec = 8.53 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 161 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 4.73 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 5.68 m^3/sec （五十年）

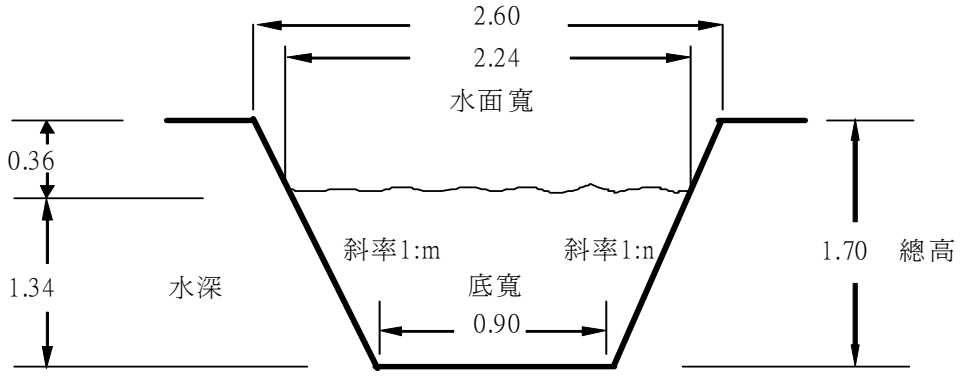
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.6	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	15.70	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.42	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.42	
Q_D=土石流流量(cms) =		15.77	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

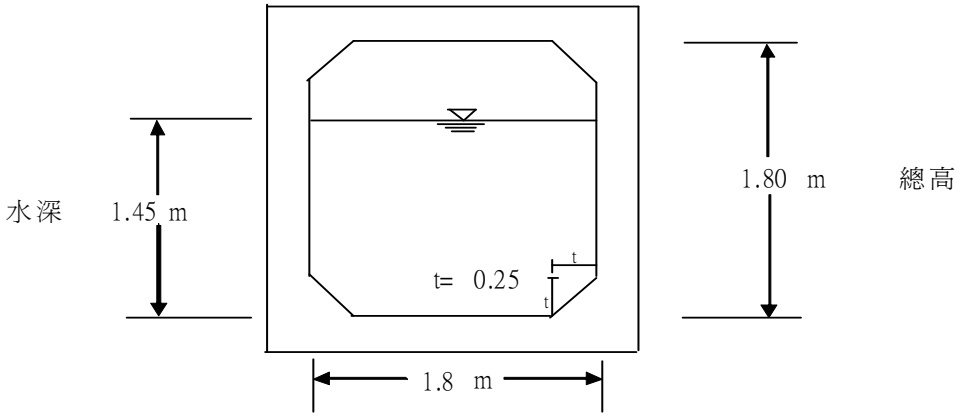


渠道斜率: m=	0.5	n=	0.5			溝 頂 寬: b=				2.60 公 尺
有效水高: h=	1.34	公 尺				設計坡降: S=				8.00 %
溝 底 寬: W=	0.90	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	2.24	+	0.90	)x	1.34	/	2	=		2.10 m 2
潤 周 長: P= (	1.498	+	0.900	+	1.498		)	=		3.90 公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	2.10	/	3.90	=		0.54 公 尺
水流速度: V= (	0.54	^	2 / 3	x	0.080	^	1 / 2	)/		0.025
								=		7.50 m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	2.10	x	7.50	=		15.78 cms
	洪 水 量 =		15.77	<	排 洪 量 =		15.78			OK

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於134cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.8					箱 涵 寬: W=				1.80 公 尺
有效水深: h=	1.45	公 尺				設計坡降: S=				5.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.80	X	1.45	-	0.25	^	2	=		2.55 m 2
潤 周 長: P=	1.800	+	2.900	-	1.000	+	0.71	=		4.41 公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	2.55	/	4.41	=		0.58 公 尺
水流速度: V= (	0.58	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/		0.025
								=		6.21 m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	2.55	x	6.21	=		15.81 cms
	洪 水 量 =		15.77	<	排 洪 量 =		15.81			OK

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於145cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（四.1）藤枝 10.0K 崩塌地之經費估算

藤枝 10.0K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	噴漿大縱溝	m	230.0	5,000	1,150,000	
2	噴漿大跌水池	座	16.0	8,000	128,000	
3	噴漿橫溝	m	320.0	1,610	515,200	
4	噴漿縱溝	m	20.0	2,420	48,400	
5	噴漿跌水池	座	9.0	3,100	27,900	
6	邊緣保護工	m	250.0	5,600	1,400,000	
7	37kg鋼軌樁L9m	支	150.0	5,000	750,000	50%回收再利用
8	37kg鋼軌樁L6m	支	163.0	3,500	570,500	50%回收再利用
9	鋼鈑牆與土方回填	㎡	690.0	1,340	924,600	
10	PVC披覆龜甲網	m	230.0	830	190,900	
11	新鋪AC面層與標線	㎡	1,300.0	360	468,000	
12	拍漿溝	m	220.0	555	122,100	
13	橫向截水溝	m	9.0	13,000	117,000	
14	集水井L250*W250cm	座	1.0	110,000	110,000	
15	D80cm混凝土管×2.4M	支	6.0	8,295	49,770	
16	格框護坡工	㎡	2,550.0	2,000	5,100,000	
17	裸露坡面撒播草籽	㎡	3,200.0	10	32,000	
18	土石清運路基降挖整順	式	1.0	150,000	150,000	
19	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
20	品管費(1%)	式	1.0	119,544	119,544	
21	勞安衛費(1%)	式	1.0	119,544	119,544	
22	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	956,350	956,350	
23	綜合保險(1%)	式	1.0	119,544	119,544	
24	營業稅(5%)	式	1.0	657,490	657,490	
	發包工程費小計				13,926,841	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	37,154	37,154	
2	管理費	式	1.0	199,040	199,040	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,174,765	1,174,765	
	甲方自辦工程費小計				1,410,959	
	總工程費合計				15,337,800	

藤枝 10.0 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	噴漿縱溝	m	20.0	2,420	48,400	
2	噴漿橫溝	m	240.0	1,610	386,400	
3	噴漿跌水池	座	1.0	3,100	3,100	
4	噴漿大跌水池	座	3.0	8,000	24,000	
5	H300～500cm擋土牆	m	235.0	32,450	7,625,750	
6	PC樁D500mm與植樁	m	1,416.0	3,000	4,248,000	
7	U型邊溝	m	250.0	2,640	660,000	
8	新鋪AC面層與標線	㎡	1,400.0	360	504,000	
9	集水井L250*W250cm	座	5.0	110,000	550,000	
10	箱涵W200*H200cm	m	20.0	22,000	440,000	
11	格框護坡工	㎡	1,760.0	3,000	5,280,000	
12	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
13	品管費(1%)	式	1.0	199,697	199,697	
14	勞安衛費(1%)	式	1.0	199,697	199,697	
15	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,597,572	1,597,572	
16	綜合保險(1%)	式	1.0	199,697	199,697	
17	營業稅(5%)	式	1.0	1,098,331	1,098,331	
	發包工程費小計				23,264,642	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	62,066	62,066	
2	管理費	式	1.0	332,495	332,495	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,880,998	1,880,998	
	甲方自辦工程費小計				2,275,558	
	總工程費合計				25,540,200	

表 5.15　藤枝 10.0K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	格框護坡工	㎡	1,900.0	3,000	5,700,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	59,000	59,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	59,000	59,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	472,000	472,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	59,000	59,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	324,500	324,500	
	發包工程費小計				6,873,500	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	18,337	18,337	
2	管理費	式	1.0	98,235	98,235	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	613,228	613,228	
	甲方自辦工程費小計				729,800	
	總工程費合計				7,603,300	

（四.2）藤枝 10.0K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

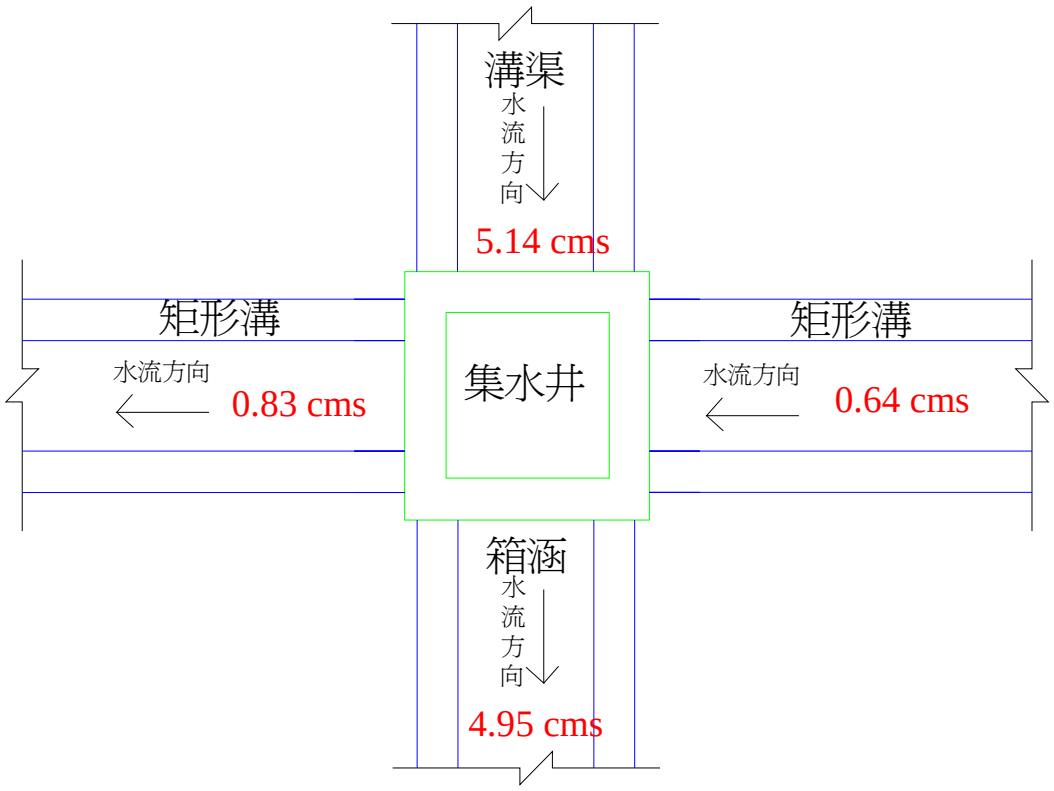
（3） 藤枝 10.0K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 10.0K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 10.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算既有渠道水理分析：既有渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 126 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W160*H160cm，其通洪斷面之設計水深大於 125 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 10.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	3.11	3.69	4.12	4.70	5.14	5.57	6.01
修正後	2.99	3.55	3.97	4.52	4.94	5.36	5.78



藤枝 10.0K 分洪流量圖

藤枝 10.0K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 14.31 公頃　(3) 溪流長度 L2= 218 m

(2) 漫地流長度 L1= 300 m　(4) 高程差 ΔH= 160 m

2.集流時間

t = 513.12 sec = 8.55 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 161 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 4.94 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 5.93 m^3/sec （五十年）

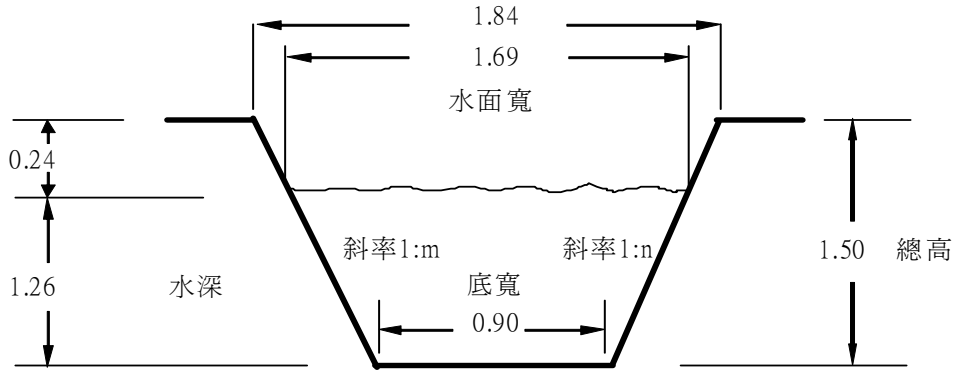
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.6	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	13.61	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.33	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.33	
Q_D=土石流流量(cms) =		10.98	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)既有渠道排洪斷面

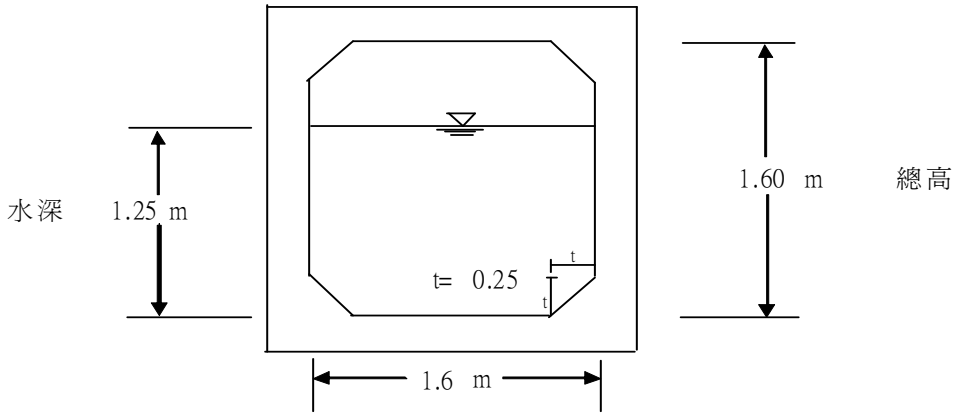


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3				溝 頂 寬: b=			1.84	公 尺
有效水高: h=	1.26		公 尺				設計坡降: S=			8.00	%
溝 底 寬: W=	0.90		公 尺				粗糙係數: N=			0.025	
通水面積: a= (	1.69	+	0.90	)x	1.26	/	2	=		1.63	m 2
潤 周 長: P= (	1.320	+	0.900	+	1.320		)	=		3.54	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	1.63	/	3.54	=		0.46	公 尺
水流速度: V= (	0.46	^	2 / 3	x	0.080	^	1 / 2	)/		0.025	
								=		6.75	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	1.63	x	6.75	=		11.00	cms
	洪 水 量 =		10.98	<	排 洪 量 =		11.00			OK	

檢算結果：

既有渠道之設計水深大於126cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.6						箱 涵 寬: W=			1.60	公 尺
有效水深: h=	1.25		公 尺				設計坡降: S=			5.00	%
截角高度: t=	0.25		公 尺				粗糙係數: N=			0.025	
通水面積: a=	1.60	X	1.25	-	0.25	^	2	=		1.94	m 2
潤 周 長: P=	1.600	+	2.500	-	1.000	+	0.71	=		3.81	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	1.94	/	3.81	=		0.51	公 尺
水流速度: V= (	0.51	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/		0.025	
								=		5.70	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	1.94	x	5.70	=		11.05	cms
	洪 水 量 =		10.98	<	排 洪 量 =		11.05			OK	

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於125cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（五.1）藤枝 10.6K 崩塌地之經費估算

藤枝 10.6K 中期復建規劃甲案之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	主體工程（甲案）					
1	H600cm擋土牆（含挖填）	m	220.00	36,000.00	7,920,000	
2	PC樁D500mm與植樁	m	1,320.00	3,000.00	3,960,000	
3	箱涵2*2m	m	9.50	30,000.00	285,000	
4	箱涵1.5*1.5m	m	15.00	14,000.00	210,000	
5	集水井3*3m	座	2.00	120,000.00	240,000	
6	集水井2*2m	座	2.00	56,000.00	112,000	
7	集水井1.5*1.5m	座	1.00	40,000.00	40,000	
8	U型邊溝	m	215.00	1,200.00	258,000	
9	護欄	m	220.0	3,500	770,000	
10	新鋪AC面層與透黏層	㎡	1,420.00	360.00	511,200	
11	新鋪碎石級配料與滾壓	m3	118.33	800.00	94,667	
二	附屬工程					
12	噴漿縱溝	m	90.00	2,420.00	217,800	
13	噴漿橫溝	m	180.00	1,610.00	289,800	
14	噴漿跌水池	座	5.00	3,085.00	15,425	
15	噴漿大縱溝	m	95.0	6,000	570,000	
16	噴漿大跌水池	座	7.0	7,000	49,000	
17	型框植生護坡工	㎡	1,000.0	900	900,000	
18	格框植生護坡工	㎡	1,200.0	3,000	3,600,000	
19	撒播草籽與養護	㎡	1,250.0	100	125,000	
20	土石清運路基調整	式	1.0	80,000	80,000	
21	零星工項與便道構築維護	式	1.0	500,000	500,000	
22	品管費(1%)	式	1.0	207,479	207,479	
23	勞安衛費(1%)	式	1.0	207,479	207,479	
24	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,659,831	1,659,831	
25	綜合保險(1%)	式	1.0	207,479	207,479	
26	營業稅(5%)	式	1.0	1,141,134	1,141,134	
	發包工程費小計				24,171,294	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	64,484	64,484	
2	管理費	式	1.0	420,452	420,452	
3	地質鑽探與試驗分析	式	1.0	1,000,000	1,000,000	
4	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,943,770	1,943,770	
	甲方自辦工程費小計				3,428,707	
	總工程費合計				27,600,000	

藤枝 10.6K 中期復建規劃乙案之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	主體工程（乙案）					
1	人工挖掘式基樁D200cm	m	105.0	40,000	4,200,000	
2	橋台與翼牆	座	2.0	400,000	800,000	
3	帽樑與支承	座	5.0	500,000	2,500,000	
4	墩柱D200cm	m	37.1	30,000	1,113,000	
5	預鑄I型樑L=25m與吊裝	支	13.0	380,000	4,940,000	
6	間格樑與其他橋樑零星工料	式	1.0	500,000	500,000	
7	橋面版	㎡	937.5	2,500	2,343,750	
8	進橋版	座	2.0	150,000	300,000	
9	新鋪AC面層與標線	㎡	1,030.0	350	360,500	
10	護欄	m	307.0	3,500	1,074,500	
11	預鑄樑場整地及復原費	式	1.0	500,000	500,000	
12	橋樑臨時施工架及支撐安全措施	式	1.0	300,000	300,000	
二	附屬工程					
13	噴漿大縱溝	m	60.0	6,000	360,000	
14	噴漿大跌水池	座	3.0	7,000	21,000	
15	型框植生護坡工	㎡	620.0	900	558,000	
16	臨時擋土與土岩方挖填	式	1.0	300,000	300,000	
17	零星工項與便道構築維護	式	1.0	730,000	730,000	
18	品管費(1%)	式	1.0	209,008	209,008	
19	勞安衛費(1%)	式	1.0	209,008	209,008	
20	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,672,060	1,672,060	
21	綜合保險(1%)	式	1.0	209,008	209,008	
22	營業稅(5%)	式	1.0	1,149,541	1,149,541	
	發包工程費小計				24,349,374	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	64,960	64,960	
2	管理費	式	1.0	422,997	422,997	
3	地質鑽探與試驗分析	式	1.0	1,000,000	1,000,000	
4	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,962,669	1,962,669	
	甲方自辦工程費小計				3,450,626	
	總工程費合計				27,800,000	

藤枝 10.6K 地質鑽探概算表

	工作項目與內容	數量	單位	單價(元)	複價(元)	備註
(1)	地質鑽探進尺	280.0	m	3,200.0	896,000.0	

藤枝 10.6K 短期復建規劃工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建規劃工程					
1	邊緣保護工	m	230.0	5,000	1,150,000	
2	噴漿縱溝	m	60.0	2,420	145,200	
3	噴漿橫溝	m	450.0	1,610	724,500	
4	噴漿跌水池	座	9.0	3,085	27,765	
5	噴漿大縱溝	m	120.0	6,000	720,000	
6	噴漿大跌水池	座	5.0	7,000	35,000	
8	橫向截水溝	m	11.0	12,000	132,000	
9	37kg鋼軌樁L9m	支	65.0	5,000	325,000	50%現地
10	撒播草籽與養護	㎡	20,700.0	100	2,070,000	
11	新鋪AC面層與標線	㎡	1,400.0	350	490,000	
12	拍漿溝	m	170.0	1,000	170,000	
13	D80cm混凝土管x2.4M	支	32	8000	256,000	
14	既有集水井土石清理	處	3.0	10,000	30,000	
15	既有紐澤西護欄回收利用	式	1.0	30,000	30,000	
16	土石清運路基及鋼軌樁高程調整	式	1.0	150,000	150,000	
17	零星工項與便道構築維護	式	1.0	220,000	220,000	
18	品管費(1%)	式	1.0	66,755	66,755	
19	勞安衛費(1%)	式	1.0	66,755	66,755	
20	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	534,037	534,037	
21	綜合保險(1%)	式	1.0	66,755	66,755	
22	營業稅(5%)	式	1.0	367,151	367,151	
	發包工程費小計				7,776,917	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	20,747	20,747	
2	管理費	式	1.0	111,146	111,146	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	691,190	691,190	
	甲方自辦工程費小計				823,083	
	總工程費合計				8,600,000	

表 5.22　藤枝 10.6K 長期復建規劃工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	後續工程					
1	節制壩或防砂壩	座	4.0	2,000,000	8,000,000	
2	整流工	m	175.0	40,000	7,000,000	
10	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
11	品管費(1%)	式	1.0	152,000	152,000	
12	勞安衛費(1%)	式	1.0	152,000	152,000	
13	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,216,000	1,216,000	
14	綜合保險(1%)	式	1.0	152,000	152,000	
15	營業稅(5%)	式	1.0	836,000	836,000	
	發包工程費小計				17,708,000	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	47,242	47,242	
2	管理費	式	1.0	328,080	328,080	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,461,678	1,461,678	
	甲方自辦工程費小計				1,837,000	
	總工程費合計				19,545,000	

（五.2）藤枝 10.6K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

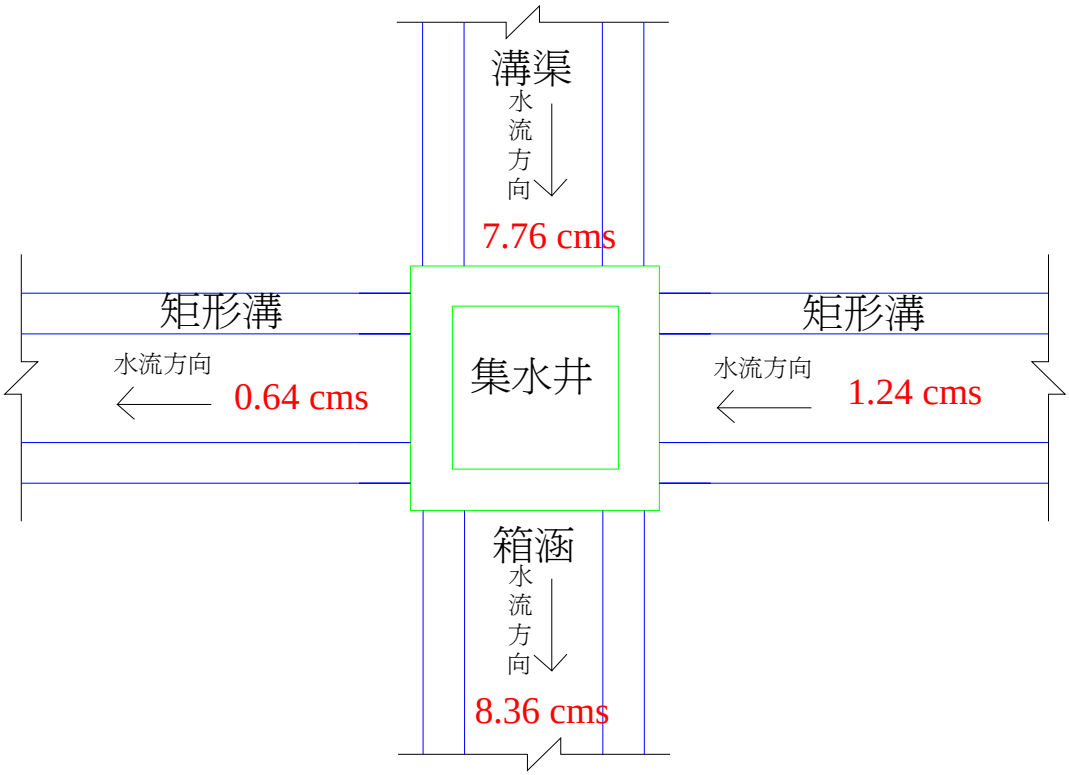
（3） 藤枝 10.6K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 10.6K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 10.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算既有渠道水理分析：既有渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，既有之溝壁高度不足，需增高至 170 公分才可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W180*H180cm，其通洪斷面之設計水深大於 160 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 10.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	4.70	5.57	6.23	7.10	7.76	8.42	9.08
修正後	5.06	6.00	6.71	7.65	8.35	9.06	9.77



藤枝 10.6K 分洪流量圖

藤枝 10.6K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A =	21.62 公頃	(3) 溪流長度 L2=	456 m
(2) 漫地流長度 L1=	190 m	(4) 高程差 ΔH=	260 m

2.集流時間

t = 348.61 sec = 5.81 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 165 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 8.35 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 $Qs1=Q*(1+\alpha)$ = 10.02 m^3/sec （五十年）

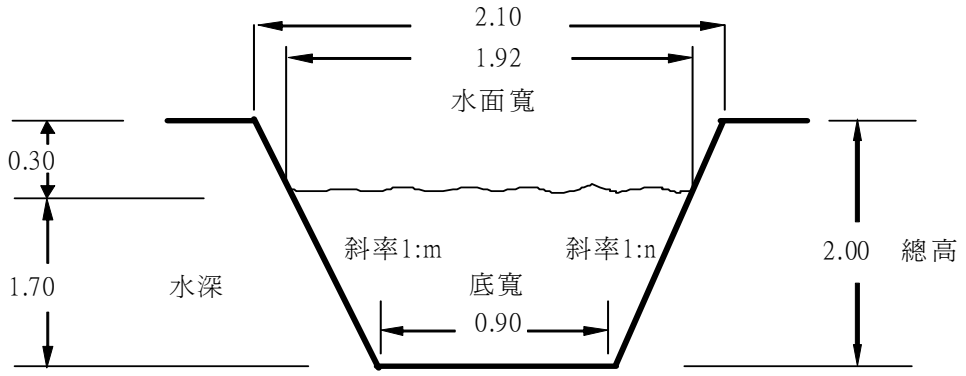
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1 kg/m^3
土石密度	σ =	2.6 kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	13.21 °
土石之內摩擦角	φ =	35 °
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.32
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.32
Q_D=土石流流量(cms) =		17.89 （五十年）

7.排洪斷面設計

(1)既有渠道排洪斷面

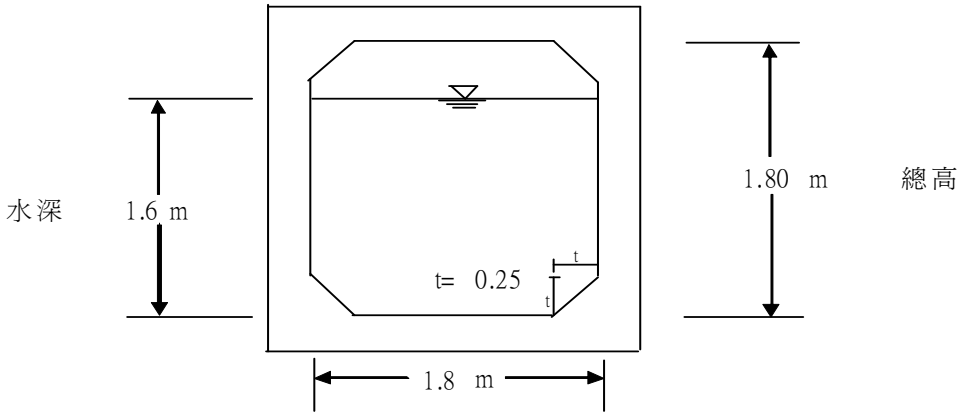


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3				溝頂寬: b=				2.10 公尺
有效水高: h=	1.70	公尺					設計坡降: S=				8.00 %
溝底寬: W=	0.90	公尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	1.92	+	0.90	)x	1.70	/	2	=	**2.40**	m 2	
潤周長: P= (	1.775	+	0.900	+	1.775		)	=	**4.45**	公尺	
水力半徑: R=	a / P			=	2.40	/	4.45	=	**0.54**	公尺	
水流速度: V= (	0.54	^	2 / 3	x	0.080	^	1 / 2	)/	**0.025**		
								=	7.49	m/sec	
排洪量: q=	a x V			=	2.40	x	7.49	=	17.95	cms	
	洪水量 =		17.89	<	排洪量 =		17.95		OK		

檢算結果：

既有渠道溝壁高度不足，需增高至170公分才可允許重現期距50年之土石流流量重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱涵高：H=	1.8						箱涵寬: W=				1.80 公尺
有效水深: h=	1.60	公尺					設計坡降: S=				5.00 %
截角高度: t=	0.25	公尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.80	X	1.60	-	0.25	^	2	=	**2.82**	m 2	
潤周長: P=	1.800	+	3.200	-	1.000	+	0.71	=	**4.71**	公尺	
水力半徑: R=	a / P			=	2.82	/	4.71	=	**0.60**	公尺	
水流速度: V= (	0.60	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	**0.025**		
								=	6.35	m/sec	
排洪量: q=	a x V			=	2.82	x	6.35	=	17.90	cms	
	洪水量 =		17.89	<	排洪量 =		17.90		OK		

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於160cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（六.1）藤枝 11.1K 坑溝之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

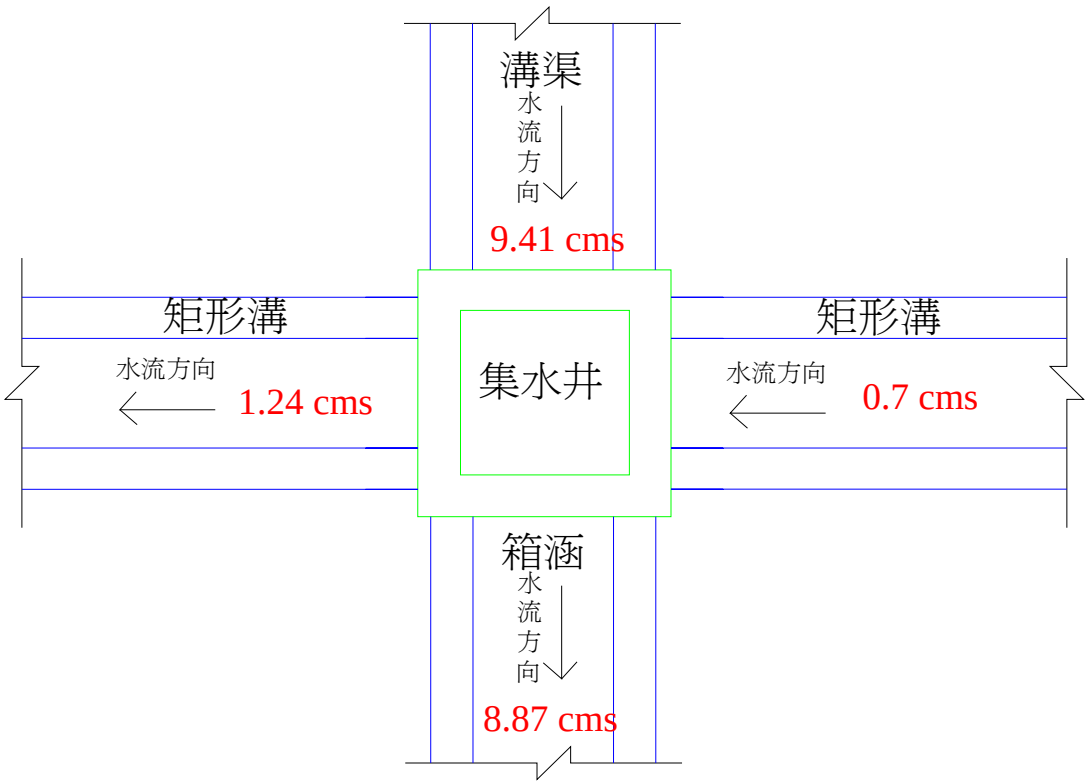
（3） 藤枝 11.1K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 11.1K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 11.1K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算既有渠道水理分析：既有渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，既有之溝璧高度不足，需增高至 164 公分才可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W180*H180cm，其通洪斷面之設計水深大於 141 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 11.1K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	5.70	6.76	7.56	8.61	9.41	10.21	11.01
修正後	5.37	6.37	7.12	8.12	8.87	9.63	10.38



藤枝 11.1K 分洪流量圖

藤枝 11.1K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 26.22 公頃　(3) 溪流長度 L2= 1094 m

(2) 漫地流長度 L1= 289 m　(4) 高程差 ΔH= 385 m

2.集流時間

t = 824.16 sec = 13.74 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 155 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 8.87 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 10.64 m^3/sec （五十年）

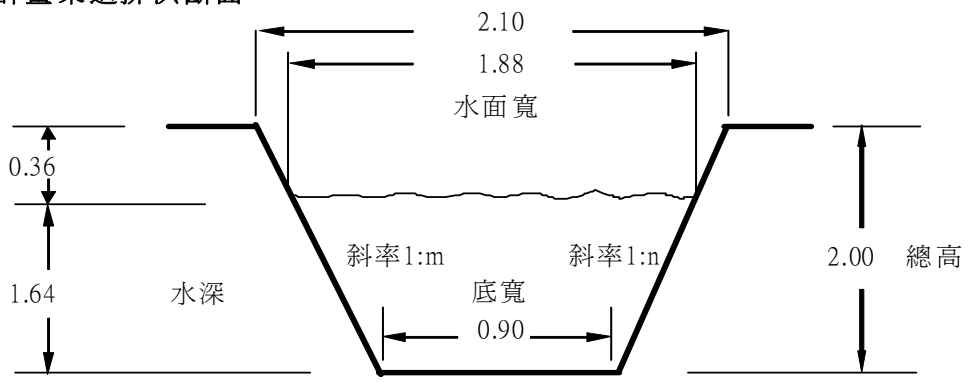
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.6	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	11.40	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.25	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.25	
Q_D=土石流流量(cms) =		15.21	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

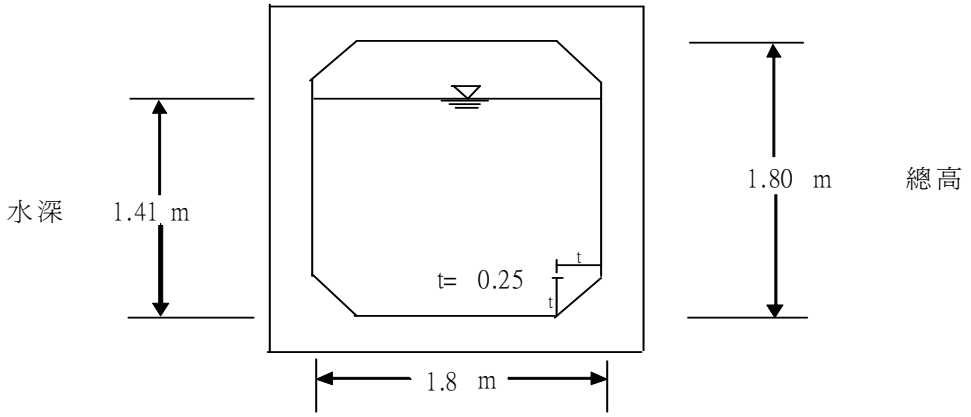


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3			溝頂寬: b=				2.10	公尺
有效水高: h=	1.64	公尺				設計坡降: S=				6.50	%
溝底寬: W=	0.90	公尺				粗糙係數: N=				0.025	
通水面積: a= (	1.88	+	0.90	)x	1.64	/	2	=	2.28	m 2	
潤周長: P= (	1.712	+	0.900	+	1.712		)	=	4.32	公尺	
水力半徑: R=	a / P			=	2.28	/	4.32	=	0.53	公尺	
水流速度: V= (	0.53	^	2 / 3	x	0.065	^	1 / 2	)/	0.025		
								=	6.66	m/sec	
排洪量: q=	a x V			=	2.28	x	6.66	=	15.21	cms	
	洪水量 =		15.21	<	排洪量 =		15.21		OK		

檢算結果：

既有渠道溝壁高度不足，需增高至164公分才可允許重現期距50年之土石流流量重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱涵高：H=	1.8					箱涵寬: W=				1.80	公尺
有效水深: h=	1.41	公尺				設計坡降: S=				5.00	%
截角高度: t=	0.25	公尺				粗糙係數: N=				0.025	
通水面積: a=	1.80	X	1.41	-	0.25	^	2	=	2.48	m 2	
潤周長: P=	1.800	+	2.820	-	1.000	+	0.71	=	4.33	公尺	
水力半徑: R=	a / P			=	2.48	/	4.33	=	0.57	公尺	
水流速度: V= (	0.57	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	0.025		
								=	6.16	m/sec	
排洪量: q=	a x V			=	2.48	x	6.16	=	15.26	cms	
	洪水量 =		15.21	<	排洪量 =		15.26		OK		

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於141cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（七.1）藤枝 11.6K 崩塌地之經費估算

藤枝 11.6K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	噴漿縱溝	m	60.0	2,420	145,200	
2	噴漿跌水池	座	5.0	3,100	15,500	
3	37kg鋼軌樁L9m	支	82.0	5,000	410,000	50%回收再利用
4	37kg鋼軌樁L6m	支	93.0	3,500	325,500	50%回收再利用
5	鋼鈑牆與土方回填	㎡	324.0	1,340	434,160	
6	PVC披覆龜甲網	m	84.0	830	69,720	
7	新鋪AC面層與標線	㎡	750.0	360	270,000	
8	拍漿溝	m	160.0	555	88,800	
9	裸露坡面撒播草籽	㎡	2,400.0	10	24,000	
10	土石清運路基降挖整順	式	1.0	150,000	150,000	
11	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
12	品管費(1%)	式	1.0	20,329	20,329	
13	勞安衛費(1%)	式	1.0	20,329	20,329	
14	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	162,630	162,630	
15	綜合保險(1%)	式	1.0	20,329	20,329	
16	營業稅(5%)	式	1.0	111,808	111,808	
	發包工程費小計				2,368,305	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	6,318	6,318	
2	管理費	式	1.0	33,847	33,847	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	211,229	211,229	
	甲方自辦工程費小計				251,395	
	總工程費合計				2,619,700	

藤枝 11.6 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	噴漿縱溝	m	90.0	2,420	217,800	
2	噴漿橫溝	m	110.0	1,610	177,100	
3	噴漿跌水池	座	8.0	3,100	24,800	
4	H300～500cm擋土牆	m	101.0	32,450	3,277,450	
5	PC樁D500mm與植樁	m	636.0	3,000	1,908,000	
6	U型邊溝	m	180.0	2,640	475,200	
7	新鋪AC面層與標線	㎡	1,000.0	360	360,000	
8	集水井L250*W250cm	座	8.0	110,000	880,000	
9	箱涵W200*H200cm	m	24.0	22,000	528,000	
10	型框植生護坡工	㎡	1,100.0	1,050	1,155,000	
11	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
12	品管費(1%)	式	1.0	92,034	92,034	
13	勞安衛費(1%)	式	1.0	92,034	92,034	
14	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	736,268	736,268	
15	綜合保險(1%)	式	1.0	92,034	92,034	
16	營業稅(5%)	式	1.0	506,184	506,184	
	發包工程費小計				10,721,903	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	28,604	28,604	
2	管理費	式	1.0	153,236	153,236	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	933,558	933,558	
	甲方自辦工程費小計				1,115,397	
	總工程費合計				11,837,300	

藤枝 11.6K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	6.0	3,000,000	18,000,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	182,000	182,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	182,000	182,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,456,000	1,456,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	182,000	182,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	1,001,000	1,001,000	
	發包工程費小計				21,203,000	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	56,566	56,566	
2	管理費	式	1.0	303,030	303,030	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,725,004	1,725,004	
	甲方自辦工程費小計				2,084,600	
	總工程費合計				23,287,600	

（七.2）藤枝 11.6K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

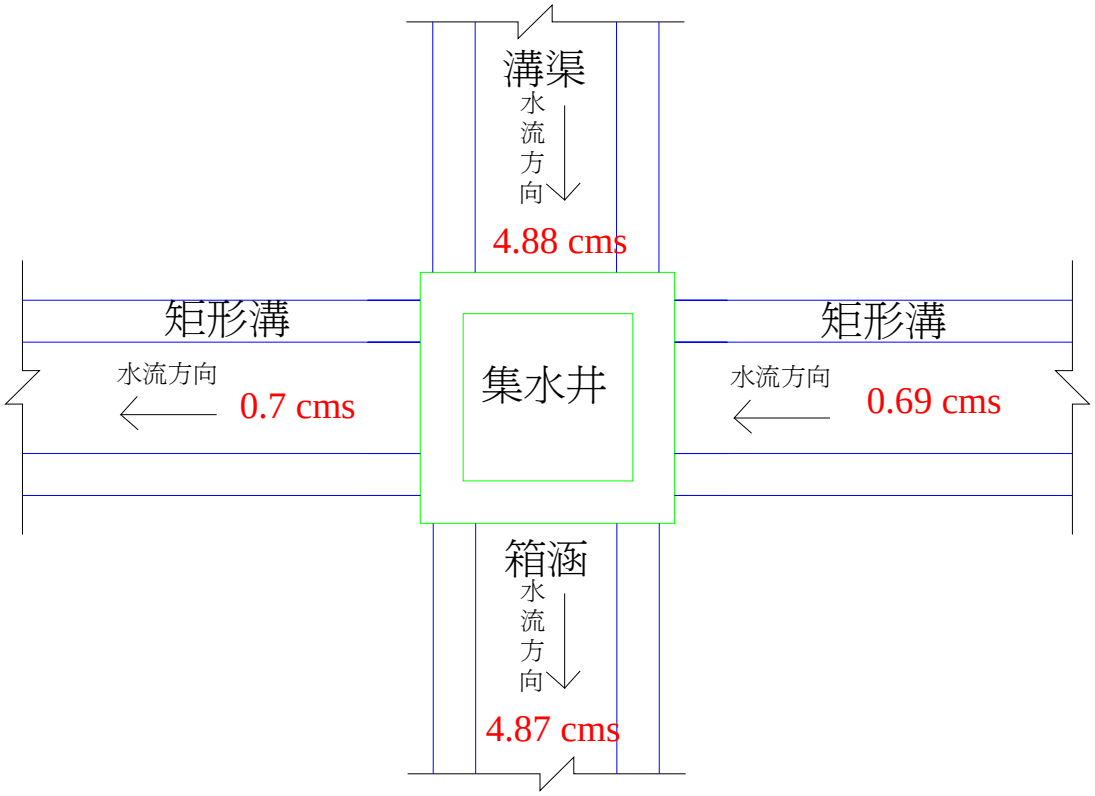
（3） 藤枝 11.6K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 11.6K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 11.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 130 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之設計水深大於 114 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W160*H160cm，其通洪斷面之設計水深大於 126 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 11.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	2.95	3.50	3.92	4.46	4.88	5.29	5.70
修正後	2.95	3.50	3.91	4.46	4.87	5.28	5.70



藤枝 11.6K 分洪流量圖

藤枝 11.6K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 13.59 公頃　(3) 溪流長度 L2= 121 m

(2) 漫地流長度 L1= 300 m　(4) 高程差 ΔH= 80 m

2.集流時間

t = 507.75 sec = 8.46 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 162 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 4.87 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 5.84 m^3/sec （五十年）

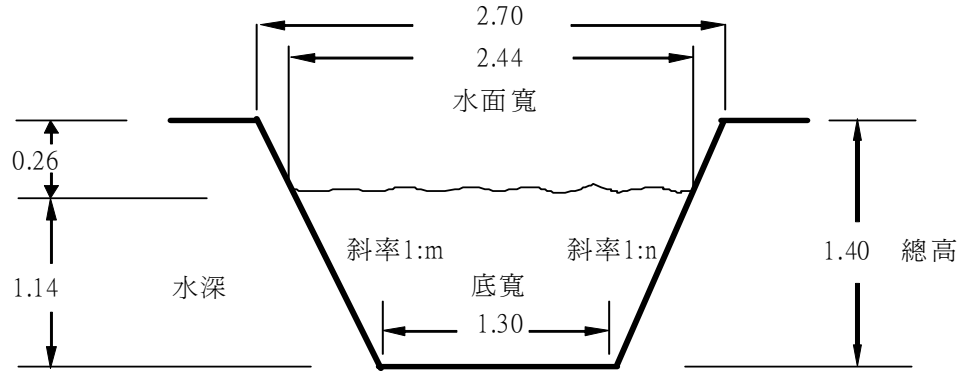
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.6	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	14.60	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.37	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.37	
Q_D=土石流流量(cms) =		12.70	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

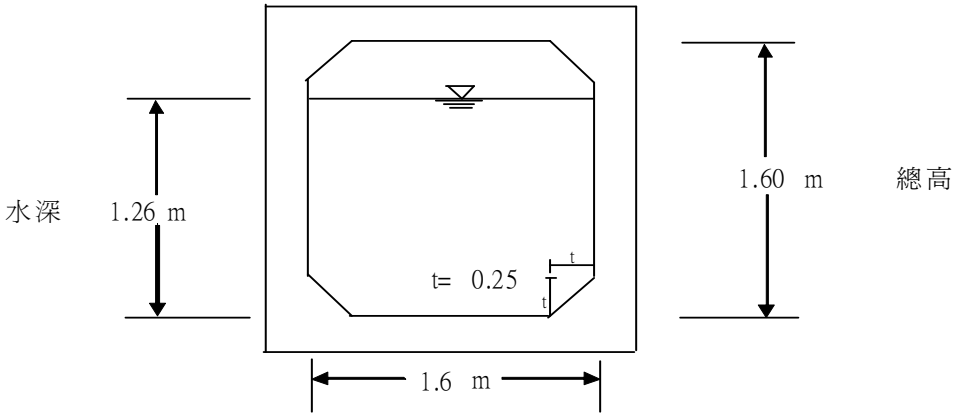


渠道斜率: m=	0.5	n=	0.5			溝 頂 寬: b=				2.70	公 尺
有效水高: h=	1.14		公 尺			設計坡降: S=				5.00	%
溝 底 寬: W=	1.30		公 尺			粗糙係數: N=				0.025	
通水面積: a= (	2.44	+	1.30	)x	1.14	/	2	=		2.13	m 2
潤 周 長: P= (	1.275	+	1.300	+	1.275		)	=		3.85	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	2.13	/	3.85	=		0.55	公 尺
水流速度: V= (	0.55	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/		0.025	
								=		6.03	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	2.13	x	6.03	=		12.86	cms
	洪 水 量 =		12.70	<	排 洪 量 =		12.86			OK	

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於114cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.6					箱 涵 寬: W=				1.60	公 尺
有效水深: h=	1.26		公 尺			設計坡降: S=				6.50	%
截角高度: t=	0.25		公 尺			粗糙係數: N=				0.025	
通水面積: a=	1.60	X	1.26	-	0.25	^	2	=		1.95	m 2
潤 周 長: P=	1.600	+	2.520	-	1.000	+	0.71	=		3.83	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	1.95	/	3.83	=		0.51	公 尺
水流速度: V= (	0.51	^	2 / 3	x	0.065	^	1 / 2	)/		0.025	
								=		6.51	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	1.95	x	6.51	=		12.72	cms
	洪 水 量 =		12.70	<	排 洪 量 =		12.72			OK	

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於126cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（八.1）藤枝 12.6K 崩塌地之經費估算

藤枝 12.6K 中期復建規劃甲案之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	主體工程（甲案）					
1	H600cm擋土牆（含挖填）	m	250.00	36,000.00	9,000,000	
2	PC樁D500mm與植樁	m	1,500.00	3,000.00	4,500,000	
3	集水井3*3m	座	2.00	120,000.00	240,000	
4	箱涵2*2m	m	19.00	30,000.00	570,000	
5	U型邊溝	m	250.00	1,200.00	300,000	
6	護欄	m	250.0	3,500	875,000	
7	新鋪AC面層與透黏層	㎡	1,480.00	360.00	532,800	
8	新鋪碎石級配料與滾壓	m3	123.33	800.00	98,667	
二	附屬工程					
9	噴漿縱溝	m	245.00	2,420.00	592,900	
10	噴漿大縱溝	m	220.0	6,000	1,320,000	
11	噴漿大跌水池	座	8.0	7,000	56,000	
12	邊緣保護工	m	50.0	5,000	250,000	
13	型框植生護坡工	㎡	300.0	900	270,000	
14	撒播草籽與養護	㎡	12,000.0	100	1,200,000	
15	土石清運路基調整	式	1.0	100,000	100,000	
16	零星工項與便道構築維護	式	1.0	730,000	730,000	
17	品管費(1%)	式	1.0	206,354	206,354	
18	勞安衛費(1%)	式	1.0	206,354	206,354	
19	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,650,829	1,650,829	
20	綜合保險(1%)	式	1.0	206,354	206,354	
21	營業稅(5%)	式	1.0	1,134,945	1,134,945	
	發包工程費小計				24,040,202	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	64,135	64,135	
2	管理費	式	1.0	418,579	418,579	
3	地質鑽探與試驗分析	式	1.0	1,000,000	1,000,000	
4	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,937,084	1,937,084	
	甲方自辦工程費小計				3,419,798	
	總工程費合計				27,460,000	

藤枝 12.6K 中期復建規劃乙案之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	主體工程					
1	人工挖掘式基樁D200cm	m	105.0	40,000	4,200,000	
2	橋台與翼牆	座	2.0	400,000	800,000	
3	帽樑與盤式支承	座	5.0	500,000	2,500,000	
4	墩柱D200cm	m	18.3	30,000	549,000	
5	預鑄I型樑L=25m與吊裝	支	6.0	380,000	2,280,000	
6	預鑄I型樑L=20m與吊裝	支	7.0	300,000	2,100,000	
7	間格樑與其他橋樑零星工料	式	1.0	500,000	500,000	
8	橋面版	m^2	840.0	2,500	2,100,000	
9	進橋版	座	2.0	150,000	300,000	
10	新鋪AC面層與標線	m^2	1,210.0	350	423,500	
11	護欄	m	276.0	3,500	966,000	
12	重力式擋土牆H3m	m	6.0	15,000	90,000	
11	預鑄樑場整地及復原費	式	1.0	500,000	500,000	
12	橋樑臨時施工架及支撐安全措施	式	1.0	300,000	300,000	
二	附屬工程					
14	噴漿大縱溝	m	225.0	6,000	1,350,000	
15	噴漿大跌水池	座	10.0	7,000	70,000	
16	型框植生護坡工	m^2	1,070.0	900	963,000	
17	臨時擋土與土岩方挖填	式	1.0	300,000	300,000	
18	零星工項與便道構築維護	式	1.0	730,000	730,000	
19	品管費(1%)	式	1.0	210,215	210,215	
20	勞安衛費(1%)	式	1.0	210,215	210,215	
21	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,681,720	1,681,720	
22	綜合保險(1%)	式	1.0	210,215	210,215	
23	營業稅(5%)	式	1.0	1,156,183	1,156,183	
	發包工程費小計				24,490,048	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	65,335	65,335	
2	管理費	式	1.0	425,008	425,008	
3	地質鑽探與試驗分析	式	1.0	1,000,000	1,000,000	
4	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,979,609	1,979,609	
	甲方自辦工程費小計				3,469,952	
	總工程費合計				27,960,000	

藤枝 12.6K 地質鑽探概算表

	工作項目與內容	數量	單位	單價(元)	複價(元)	備註
(1)	地質鑽探進尺	280.0	m	3,200.0	896,000.0	

藤枝 12.6K 短期復建規劃工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建規劃工程					
1	邊緣保護工	m	180.0	5,000	900,000	
2	噴漿縱溝	m	150.0	2,420	363,000	
3	噴漿跌水池	座	5.0	3,085	15,425	
4	噴漿大縱溝	m	210.0	6,000	1,260,000	
5	噴漿大跌水池	座	14.0	7,000	98,000	
6	型框植生護坡工	㎡	950.0	900	855,000	
7	橫向截水溝	m	22.0	12,000	264,000	
8	集水井2*2m	座	1.00	56,000.00	56,000	
9	集水井2.5*2.5m	座	1.00	92,000.00	92,000	
10	37kg鋼軌樁L6m	支	68.0	3,500	238,000	50%現地
11	37kg鋼軌樁L9m	支	66.0	5,000	330,000	50%現地
12	撒播草籽與養護	㎡	5,000.0	100	500,000	
13	新鋪AC面層與標線	㎡	1,480.0	350	518,000	
14	拍漿溝	m	155.0	1,000	155,000	
15	D80cm混凝土管x2.4M	支	19	8000	152,000	
16	既有紐澤西護欄回收利用	式	1.0	30,000	30,000	
17	土石清運路基及鋼軌樁高程調整	式	1.0	150,000	150,000	
18	零星工項與便道構築維護	式	1.0	220,000	220,000	
19	品管費(1%)	式	1.0	61,964	61,964	
20	勞安衛費(1%)	式	1.0	61,964	61,964	
21	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	495,714	495,714	
22	綜合保險(1%)	式	1.0	61,964	61,964	
23	營業稅(5%)	式	1.0	340,803	340,803	
	發包工程費小計				7,218,835	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	19,258	19,258	
2	管理費	式	1.0	103,170	103,170	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	643,736	643,736	
	甲方自辦工程費小計				766,165	
	總工程費合計				7,985,000	

藤枝 12.6K 長期復建規劃工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	後續工程					
1	節制壩或防砂壩	座	2.0	3,000,000	6,000,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	500,000	500,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	65,000	65,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	65,000	65,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	520,000	520,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	65,000	65,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	357,500	357,500	
	發包工程費小計				7,572,500	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	20,202	20,202	
2	管理費	式	1.0	183,225	183,225	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	694,073	694,073	
	甲方自辦工程費小計				897,500	
	總工程費合計				8,470,000	

（八.2）藤枝 12.6K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

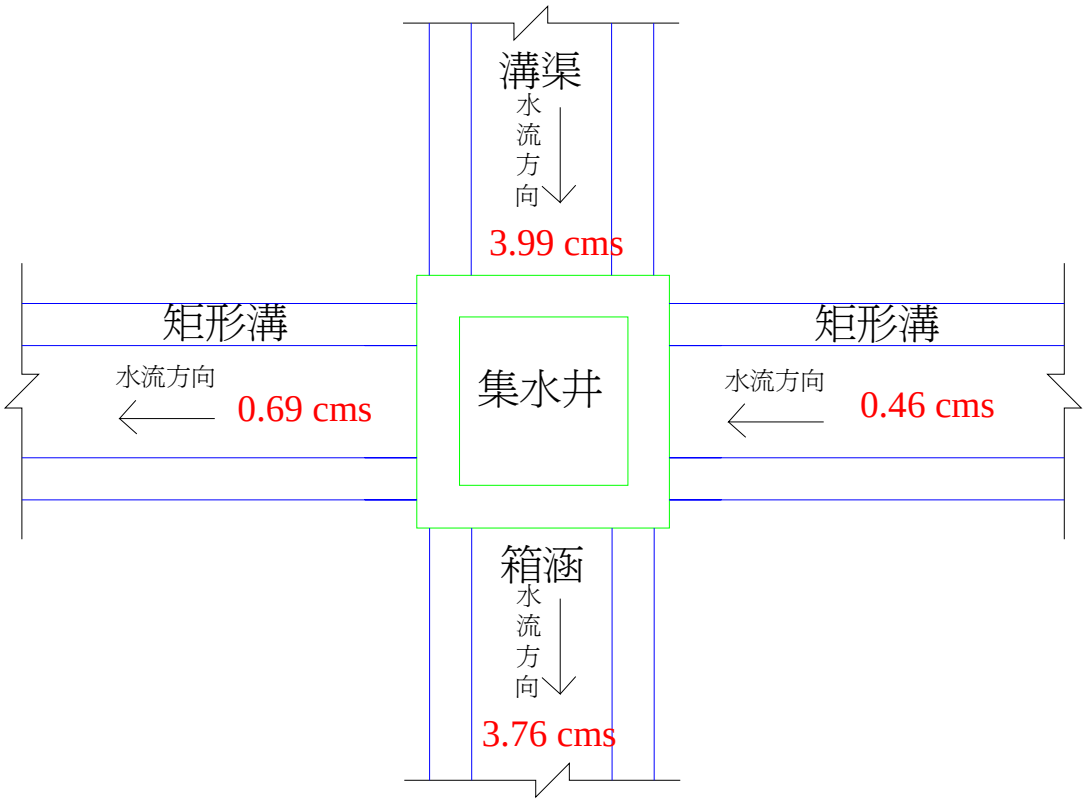
（3） 藤枝 12.6K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 12.6K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 12.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 120 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之設計水深大於 111 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W160*H160cm，其通洪斷面之設計水深大於 128 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 12.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	2.41	2.86	3.20	3.65	3.99	4.32	4.66
修正後	2.28	2.70	3.02	3.44	3.76	4.08	4.40



藤枝 12.6K 分洪流量圖

藤枝 12.6K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 11.11 公頃　(3) 溪流長度 L2= 206 m

(2) 漫地流長度 L1= 300 m　(4) 高程差 ΔH= 140 m

2.集流時間

t = 512.99 sec = 8.55 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 161 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 3.76 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 4.51 m^3/sec （五十年）

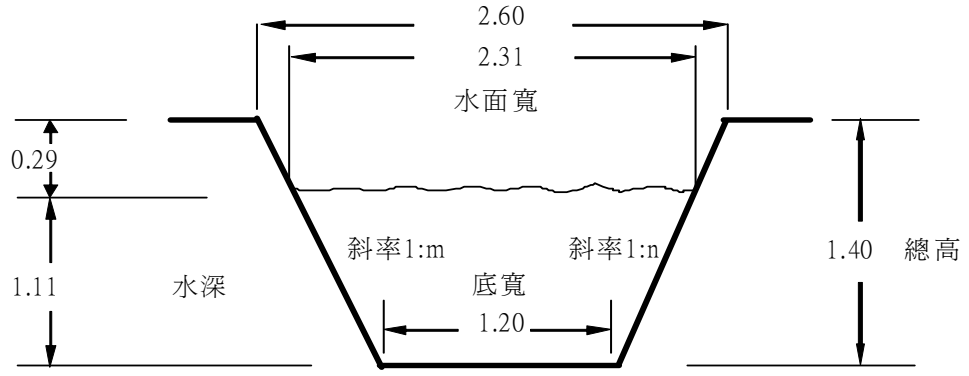
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \quad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.6	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	15.20	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.40	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.4	
Q_D=土石流流量(cms) =		11.28	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

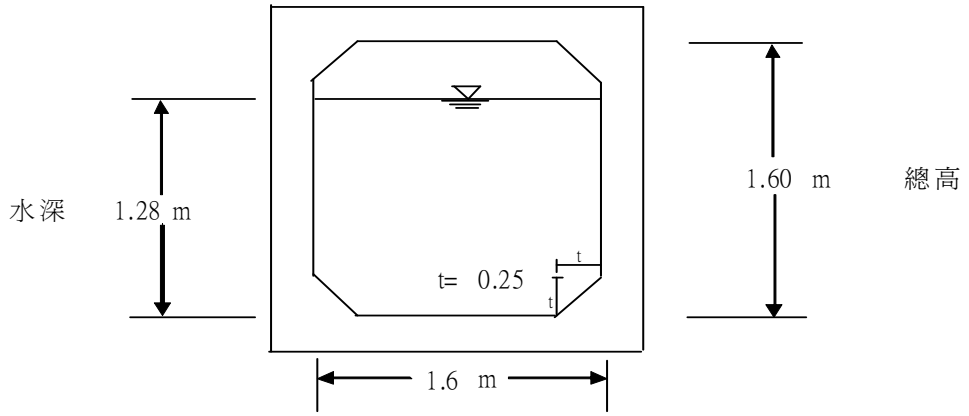


渠道斜率: m=	0.5	n=	0.5			溝 頂 寬: b=				2.60	公 尺
有效水高: h=	1.11		公 尺			設計坡降: S=				5.00	%
溝 底 寬: W=	1.20		公 尺			粗糙係數: N=				0.025	
通水面積: a= (	2.31	+	1.20	)x	1.11	/	2	=		1.95	m 2
潤 周 長: P= (	1.241	+	1.200	+	1.241		)	=		3.68	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	1.95	/	3.68	=		0.53	公 尺
水流速度: V= (	0.53	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/		0.025	
								=		5.85	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	1.95	x	5.85	=		11.40	cms
	洪 水 量 =		11.28	<	排 洪 量 =		11.40			OK	

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於111cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.6					箱 涵 寬: W=				1.60	公 尺
有效水深: h=	1.28		公 尺			設計坡降: S=				5.00	%
截角高度: t=	0.25		公 尺			粗糙係數: N=				0.025	
通水面積: a=	1.60	X	1.28	-	0.25	^	2	=		1.99	m 2
潤 周 長: P=	1.600	+	2.560	-	1.000	+	0.71	=		3.87	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	1.99	/	3.87	=		0.51	公 尺
水流速度: V= (	0.51	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/		0.025	
								=		5.74	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	1.99	x	5.74	=		11.39	cms
	洪 水 量 =		11.28	<	排 洪 量 =		11.39			OK	

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於128cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（九.1）藤枝 13.2K 崩塌地之經費估算

藤枝 13.2K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	噴漿大縱溝	m	20.0	5,000	100,000	
2	噴漿大跌水池	座	2.0	8,000	16,000	
3	噴漿縱溝	m	35.0	2,420	84,700	
4	噴漿跌水池	座	2.0	3,100	6,200	
5	過路暗溝	m	4.0	6,100	24,400	
6	邊溝集水井	座	2.0	6,600	13,200	
7	37kg鋼軌樁L9m	支	66.0	5,000	330,000	50%回收再利用
8	37kg鋼軌樁L6m	支	34.0	3,500	119,000	50%回收再利用
9	鋼鈑牆與土方回填	㎡	192.0	1,400	268,800	
10	PVC披覆龜甲網	m	64.0	830	53,120	
11	新鋪AC面層與標線	㎡	360.0	360	129,600	
12	集水井L250*W250cm	座	2.0	110,000	220,000	
13	D80cm混凝土管x2.4M	支	16.0	8,500	136,000	
14	裸露坡面撒播草籽	㎡	5,000.0	10	50,000	
15	土石清運路基降挖整順	式	1.0	150,000	150,000	
16	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
17	品管費(1%)	式	1.0	18,010	18,010	
18	勞安衛費(1%)	式	1.0	18,010	18,010	
19	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	144,082	144,082	
20	綜合保險(1%)	式	1.0	18,010	18,010	
21	營業稅(5%)	式	1.0	99,056	99,056	
	發包工程費小計				2,098,188	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	5,598	5,598	
2	管理費	式	1.0	29,987	29,987	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	187,127	187,127	
	甲方自辦工程費小計				222,712	
	總工程費合計				2,320,900	

藤枝 13.2K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	鑽掘式基樁	m	750.0	13,000	9,750,000	
2	橋面版	㎡	700.0	5,000	3,500,000	
3	鋼管護欄	m	280.0	3,800	1,064,000	
4	噴漿縱溝	m	90.0	2,420	217,800	
5	噴漿橫溝	m	200.0	1,610	322,000	
6	噴漿跌水池	座	13.0	3,100	40,300	
7	H300～500cm擋土牆	m	65.0	32,450	2,109,250	
8	PC樁D500mm與植樁	m	408.0	3,000	1,224,000	
9	U型邊溝	m	80.0	2,640	211,200	
10	新鋪AC面層與標線	㎡	1,200.0	360	432,000	
11	集水井L250*W250cm	座	2.0	110,000	220,000	
12	箱涵W200*H200cm	m	6.0	22,000	132,000	
13	型框植生護坡工	㎡	1,450.0	1,050	1,522,500	
14	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
15	品管費(1%)	式	1.0	209,451	209,451	
16	勞安衛費(1%)	式	1.0	209,451	209,451	
17	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,675,604	1,675,604	
18	綜合保險(1%)	式	1.0	209,451	209,451	
19	營業稅(5%)	式	1.0	1,151,978	1,151,978	
	發包工程費小計				24,400,983	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	65,097	65,097	
2	管理費	式	1.0	348,735	348,735	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,966,884	1,966,884	
4	地質鑽探	式	1.0	896,000	896,000	
	甲方自辦工程費小計				3,276,717	
	總工程費合計				27,677,700	

藤枝 13.2K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	3.0	3,000,000	9,000,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	736,000	736,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	506,000	506,000	
	發包工程費小計				10,718,000	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	28,594	28,594	
2	管理費	式	1.0	153,180	153,180	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	933,226	933,226	
	甲方自辦工程費小計				1,115,000	
	總工程費合計				11,833,000	

（九.2）藤枝 13.2K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

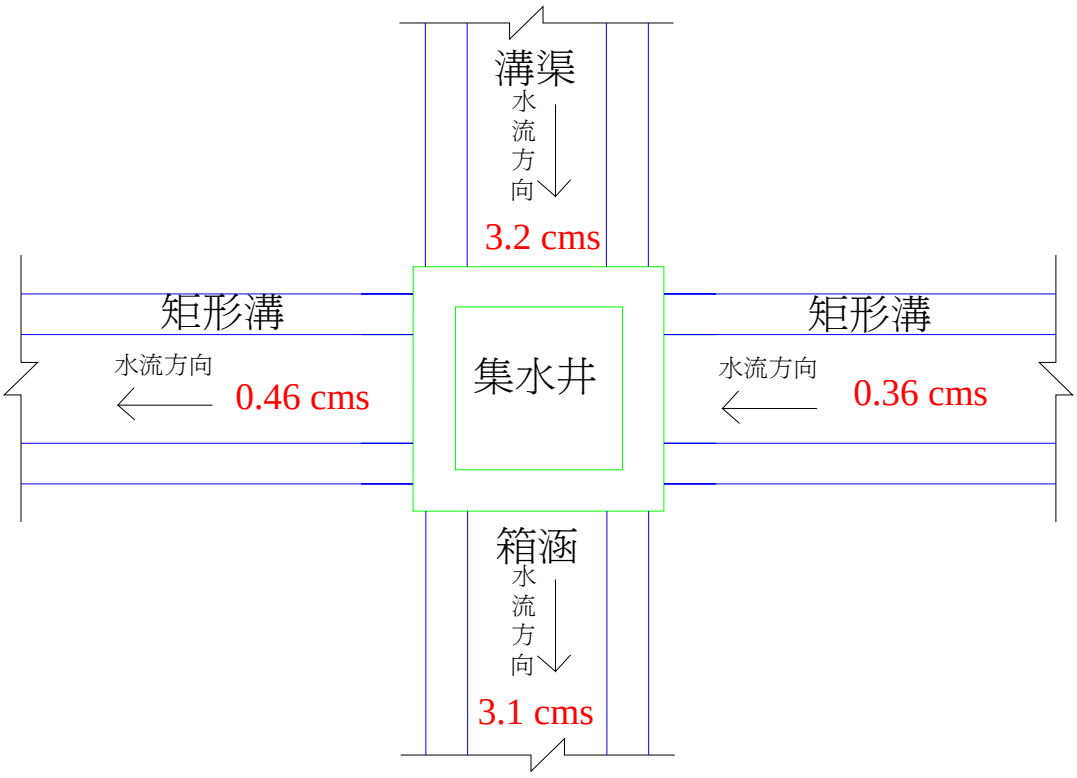
（3） 藤枝 13.2K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 13.2K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 13.2K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 130 公分，兩側溝壁斜率 1:0.5，其通洪斷面之設計水深大於 121 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W180*H180cm，其通洪斷面之設計水深大於 134 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 13.2K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	1.94	2.30	2.57	2.93	3.20	3.47	3.74
修正後	1.87	2.22	2.48	2.83	3.09	3.35	3.62



藤枝 13.2K 分洪流量圖

藤枝 13.2K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A =	8.91 公頃	(3) 溪流長度 L2=	181 m
(2) 漫地流長度 L1=	188 m	(4) 高程差 ΔH=	100 m

2.集流時間

t = 325.50 sec = 5.43 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 166 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 3.09 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 3.71 m^3/sec （五十年）

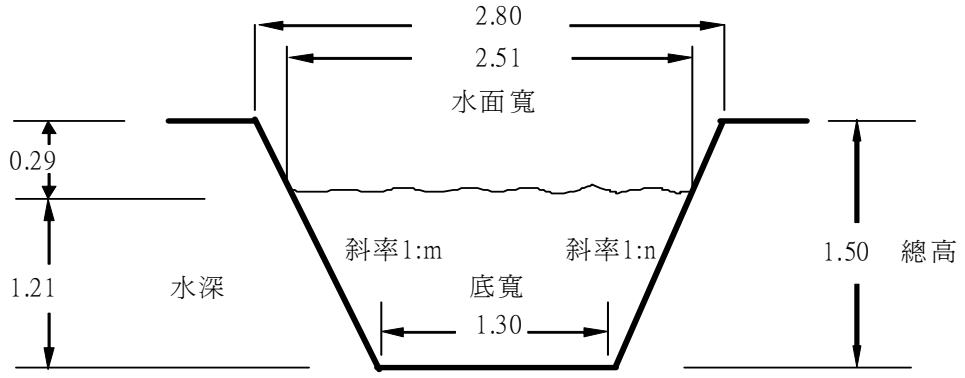
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1 kg/m^3
土石密度	σ =	2.6 kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	16.70 °
土石之內摩擦角	φ =	35 °
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.47
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.47
Q_D=土石流流量(cms) =		14.26 （五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

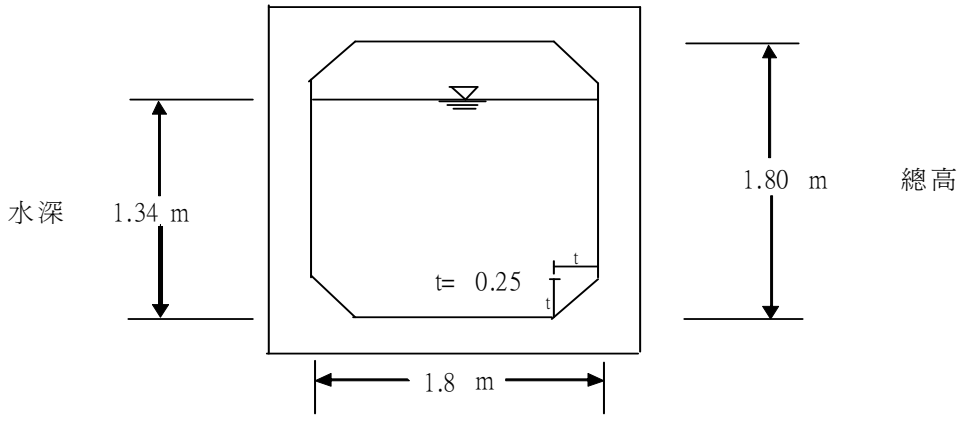


渠道斜率: m=	0.5	n=	0.5			溝 頂 寬: b=				2.80 公 尺
有效水高: h=	1.21	公 尺				設計坡降: S=				5.00 %
溝 底 寬: W=	1.30	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	2.51	+	1.30	)x	1.21	/	2	=	2.31	m 2
潤 周 長: P= (	1.353	+	1.300	+	1.353		)	=	4.01	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	2.31	/	4.01	=	0.58	公 尺
水流速度: V= (	0.58	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	0.025	
								=	6.19	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	2.31	x	6.19	=	14.26	cms
洪 水 量 =	14.26	<	排 洪 量 =	14.26	OK					

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於121cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.8					箱 涵 寬: W=				1.80 公 尺
有效水深: h=	1.34	公 尺				設計坡降: S=				5.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.80	X	1.34	-	0.25	^	2	=	2.35	m 2
潤 周 長: P=	1.800	+	2.680	-	1.000	+	0.71	=	4.19	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	2.35	/	4.19	=	0.56	公 尺
水流速度: V= (	0.56	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	0.025	
								=	6.08	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	2.35	x	6.08	=	14.30	cms
洪 水 量 =	14.26	<	排 洪 量 =	14.30	OK					

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於134cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（十.1）藤枝 14.1K 崩塌地之經費估算

藤枝 14.1K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	邊緣保護工	m	230.0	5,600	1,288,000	
3	噴漿縱溝	m	215.0	2,420	520,300	
4	噴漿跌水池	座	16.0	3,100	49,600	
5	拍漿溝	m	100.0	555	55,500	
6	橫向截水溝	m	17.0	13,000	221,000	
7	37kg鋼軌樁L9m	支	75.0	5,000	375,000	50%現地
8	37kg鋼軌樁L6m	支	75.0	3,500	262,500	50%現地
9	鋼鈑牆與土方回填	㎡	225.0	1,400	315,000	
10	PVC披覆龜甲網	m	75.0	830	62,250	
11	新鋪AC面層與標線	㎡	500.0	360	180,000	
12	集水井L200*W200cm	座	2.0	110,000	220,000	
13	D80cm混凝土管x2.4M	支	8.0	8,500	68,000	
14	裸露坡面撒播草籽	㎡	3,600.0	10	36,000	
15	土石清運路基降挖整順	式	1.0	150,000	150,000	
16	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
17	品管費(1%)	式	1.0	39,032	39,032	
18	勞安衛費(1%)	式	1.0	39,032	39,032	
19	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	312,252	312,252	
20	綜合保險(1%)	式	1.0	39,032	39,032	
21	營業稅(5%)	式	1.0	214,673	214,673	
	發包工程費小計				4,547,170	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式		12,131	0	
2	管理費	式		64,987	0	
3	委託設計監造技術服務費	式		405,643	0	
	甲方自辦工程費小計				0	
	總工程費合計				4,547,170	

藤枝 14.1K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	噴漿縱溝	m	85.0	2,420	205,700	
2	噴漿橫溝	m	160.0	1,610	257,600	
3	噴漿跌水池	座	2.0	3,100	6,200	
4	H300～500cm擋土牆	m	74.0	32,450	2,401,300	
5	PC樁D500mm與植樁	m	456.0	3,000	1,368,000	
6	U型邊溝	m	78.0	2,640	205,920	
7	新鋪AC面層與標線	㎡	450.0	360	162,000	
8	集水井L250*W250cm	座	2.0	110,000	220,000	
9	箱涵W200*H200cm	m	16.0	22,000	352,000	
10	型框植生護坡工	㎡	815.0	1,050	855,750	
11	裸露坡面撒播草籽	㎡	2,300.0	10	23,000	
12	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
13	品管費(1%)	式	1.0	62,575	62,575	
14	勞安衛費(1%)	式	1.0	62,575	62,575	
15	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	500,598	500,598	
16	綜合保險(1%)	式	1.0	62,575	62,575	
17	營業稅(5%)	式	1.0	344,161	344,161	
	發包工程費小計				7,289,953	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	19,448	19,448	
2	管理費	式	1.0	104,187	104,187	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	641,913	641,913	
	甲方自辦工程費小計				765,548	
	總工程費合計				8,055,500	

藤枝 14.1K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	型框植生護坡工	㎡	1,350.0	1,050	1,417,500	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	16,175	16,175	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	16,175	16,175	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	129,400	129,400	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	16,175	16,175	
7	營業稅(5%)	式	1.0	88,963	88,963	
	發包工程費小計				1,884,388	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	5,027	5,027	
2	管理費	式	1.0	26,931	26,931	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	168,054	168,054	
	甲方自辦工程費小計				200,013	
	總工程費合計				2,084,400	

（十.2）藤枝 14.1K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

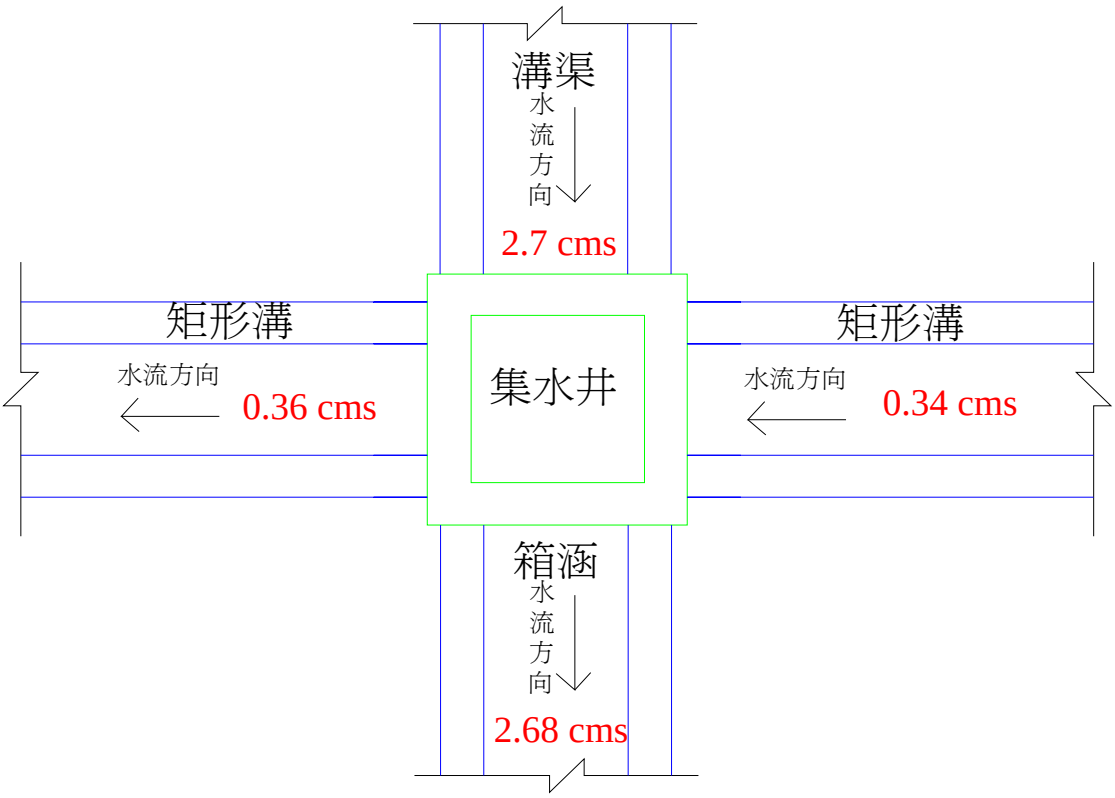
（3） 藤枝 14.1K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 14.1K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 14.1K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 110 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 96 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W130*H130cm，其通洪斷面之設計水深大於 108 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 14.1K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	1.64	1.94	2.17	2.47	2.70	2.93	3.16
修正後	1.63	1.93	2.16	2.46	2.69	2.92	3.15



藤枝 14.1K 分洪流量圖

藤枝 14.1K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A =	7.52 公頃	(3) 溪流長度 L2=	75 m
(2) 漫地流長度 L1=	300 m	(4) 高程差 ΔH=	35 m

2.集流時間

t = 505.92 sec = 8.43 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 162 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 2.69 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 3.23 m^3/sec （五十年）

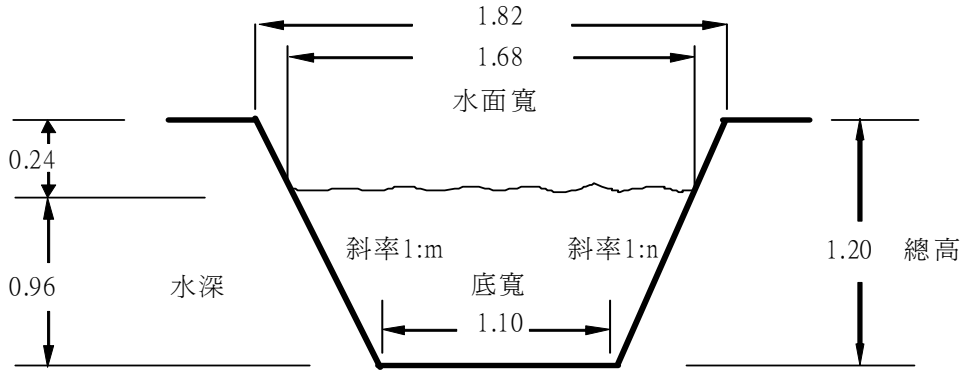
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1 kg/m^3
土石密度	σ =	2.6 kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	14.35 °
土石之內摩擦角	φ =	35 °
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.36
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.36
Q_D=土石流流量(cms) =		6.73 （五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

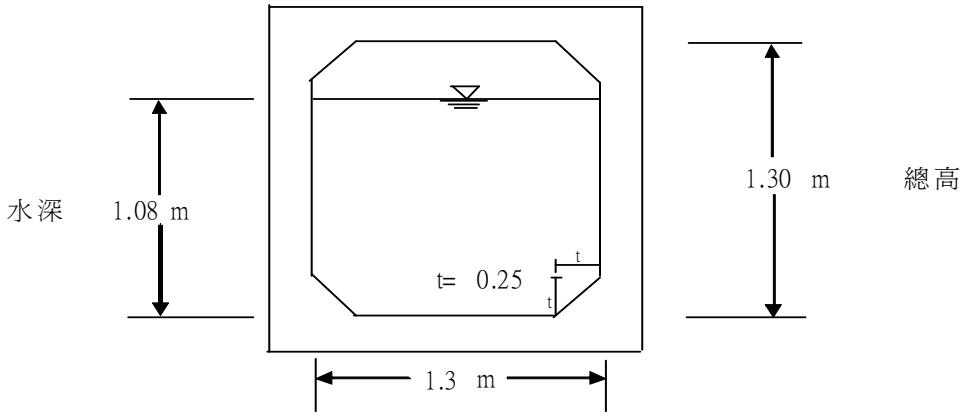


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3				溝頂寬: b=				1.82 公尺
有效水高: h=	0.96	公尺					設計坡降: S=				5.00 %
溝底寬: W=	1.10	公尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	1.68	+	1.10	)x	0.96	/	2	=	**1.33**	m 2	
潤周長: P= (	1.002	+	1.100	+	1.002		)	=	**3.10**	公尺	
水力半徑: R=	a / P			=	1.33	/	3.10	=	**0.43**	公尺	
水流速度: V= (	0.43	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	**0.025**		
								=	5.09	m/sec	
排洪量: q=	a x V			=	1.33	x	5.09	=	6.78	cms	
	洪水量 =		6.73	<	排洪量 =		6.78		OK		

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於96cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱涵高：H=	1.3						箱涵寬: W=				1.30 公尺
有效水深: h=	1.08	公尺					設計坡降: S=				5.00 %
截角高度: t=	0.25	公尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.30	X	1.08	-	0.25	^	2	=	**1.34**	m 2	
潤周長: P=	1.300	+	2.160	-	1.000	+	0.71	=	**3.17**	公尺	
水力半徑: R=	a / P			=	1.34	/	3.17	=	**0.42**	公尺	
水流速度: V= (	0.42	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	**0.025**		
								=	5.04	m/sec	
排洪量: q=	a x V			=	1.34	x	5.04	=	6.77	cms	
	洪水量 =		6.73	<	排洪量 =		6.77		OK		

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於108cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（十一.1）藤枝 15.3K 崩塌地之經費估算

藤枝 15.3K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建規劃工程					
1	邊緣保護工	m	265.0	5,000	1,325,000	
2	噴漿縱溝	m	180.0	2,420	435,600	
3	噴漿跌水池	座	14.0	3,085	43,190	
4	噴漿大縱溝	m	210.0	6,000	1,260,000	
5	噴漿大跌水池	座	10.0	7,000	70,000	
6	37kg鋼軌樁L9m	支	32.0	4,500	144,000	
7	37kg鋼軌樁L6m	支	20.0	3,400	68,000	
8	撒播草籽與養護	㎡	4,800.0	100	480,000	
9	新鋪AC面層與標線	㎡	20.0	350	7,000	
10	集水井2.5*2.5m	座	1.00	92,000.00	92,000	
11	D80cm混凝土管×2.4M	支	8	8000	64,000	
12	既有紐澤西護欄回收利用	式	1.0	30,000	30,000	
13	土石清運路基及鋼軌樁高程調整	式	1.0	150,000	150,000	
14	零星工項與便道構築維護	式	1.0	220,000	220,000	
15	品管費(1%)	式	1.0	43,888	43,888	
16	勞安衛費(1%)	式	1.0	43,888	43,888	
17	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	351,103	351,103	
18	綜合保險(1%)	式	1.0	43,888	43,888	
19	營業稅(5%)	式	1.0	241,383	241,383	
	發包工程費小計				5,112,940	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	13,640	13,640	
2	管理費	式	1.0	73,073	73,073	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	455,346	455,346	
	甲方自辦工程費小計				542,059	
	總工程費合計				5,655,000	

藤枝 15.3K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	主體工程					
1	H600cm擋土牆（含挖填）	m	180.00	36,000.00	6,480,000	
2	PC樁D500mm與植樁	m	1,080.00	3,000.00	3,240,000	
3	集水井2.5*2.5m	座	1.00	65,000.00	65,000	
4	箱涵2*2m	m	10.00	30,000.00	300,000	
5	橫向截水溝	m	20.0	12,000	240,000	
6	U型邊溝	m	180.00	1,200.00	216,000	
7	護欄	m	180.0	3,500	630,000	
8	新鋪AC面層與透黏層	m^2	1,000.00	360.00	360,000	
9	新鋪碎石級配料與滾壓	m3	250.00	800.00	200,000	
10	土石清運路基調整	式	1.0	150,000	150,000	
11	零星工項與便道構築維護	式	1.0	750,000	750,000	
12	品管費(1%)	式	1.0	126,310	126,310	
13	勞安衛費(1%)	式	1.0	126,310	126,310	
14	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,010,480	1,010,480	
15	綜合保險(1%)	式	1.0	126,310	126,310	
16	營業稅(5%)	式	1.0	694,705	694,705	
	發包工程費小計				14,715,115	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	39,257	39,257	
2	管理費	式	1.0	285,306	285,306	
3	地質鑽探與試驗分析	式	1.0	1,000,000	1,000,000	
4	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,235,321	1,235,321	
	甲方自辦工程費小計				2,559,885	
	總工程費合計				17,275,000	

藤枝 15.3K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建規劃工程					
1	集水井2.5*2.5m	座	2.00	92,000.00	184,000	
2	箱涵2*2m	m	6.00	30,000.00	180,000	
3	型框植生護坡工	m^2	4,700.0	900	4,230,000	
4	噴漿橫溝	m	150.0	1,610	241,500	
5	噴漿大縱溝	m	35.0	6,000	210,000	
6	噴漿大跌水池	座	3.0	7,000	21,000	
7	新鋪AC面層與標線	m^2	20.0	350	7,000	
8	零星工項與便道構築維護	式	1.0	150,000	150,000	
9	品管費(1%)	式	1.0	52,235	52,235	
10	勞安衛費(1%)	式	1.0	52,235	52,235	
11	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	417,880	417,880	
12	綜合保險(1%)	式	1.0	52,235	52,235	
13	營業稅(5%)	式	1.0	287,293	287,293	
	發包工程費小計				6,085,378	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	16,235	16,235	
2	管理費	式	1.0	86,971	86,971	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	543,417	543,417	
	甲方自辦工程費小計				646,623	
	總工程費合計				6,732,000	

（十一.2）藤枝 15.3K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

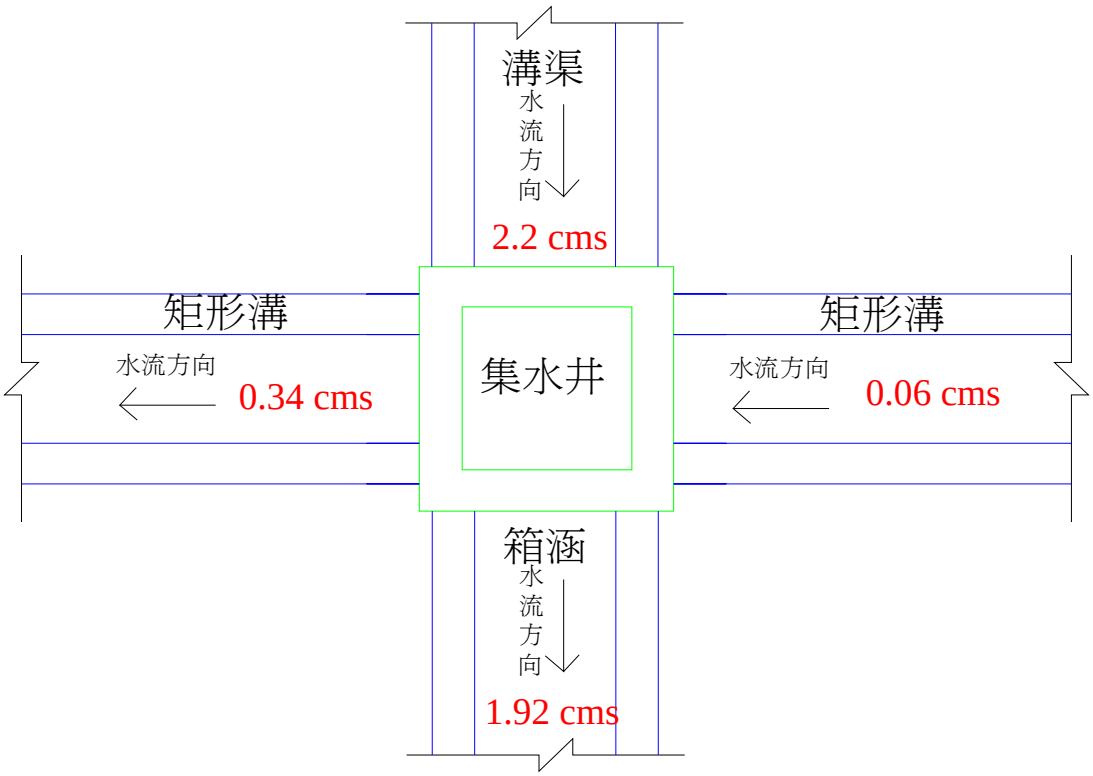
（3） 藤枝 15.3K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 15.3K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 15.3K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 130 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 138 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W180*H180cm，其通洪斷面之設計水深大於 135 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 15.3K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	1.33	1.58	1.77	2.01	2.20	2.39	2.57
修正後	1.16	1.38	1.54	1.76	1.92	2.08	2.25



藤枝 15.3K 分洪流量圖

藤枝 15.3K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A =	6.13 公頃	(3) 溪流長度 L2=	86 m
(2) 漫地流長度 L1=	105 m	(4) 高程差 ΔH=	50 m

2.集流時間

t = 181.57 sec = 3.03 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 170 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 1.92 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 α = 0.2

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 2.30 m^3/sec （五十年）

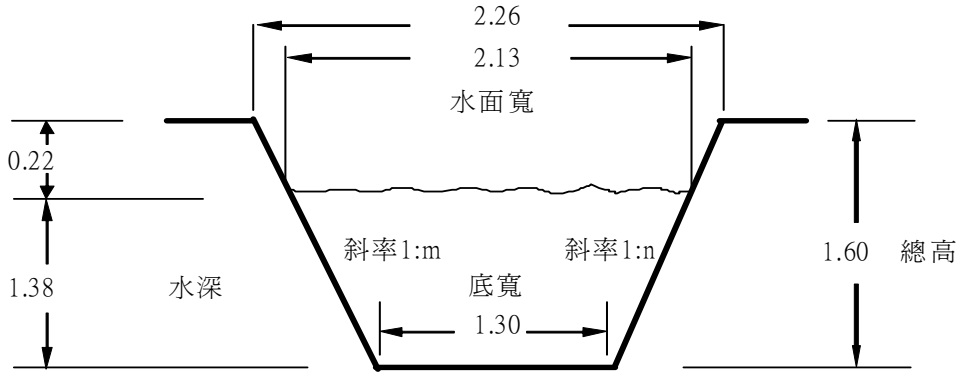
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1 kg/m^3
土石密度	σ =	2.6 kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	17.60 °
土石之內摩擦角	φ =	35 °
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.52
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.52
Q_D=土石流流量(cms) =		14.40 （五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

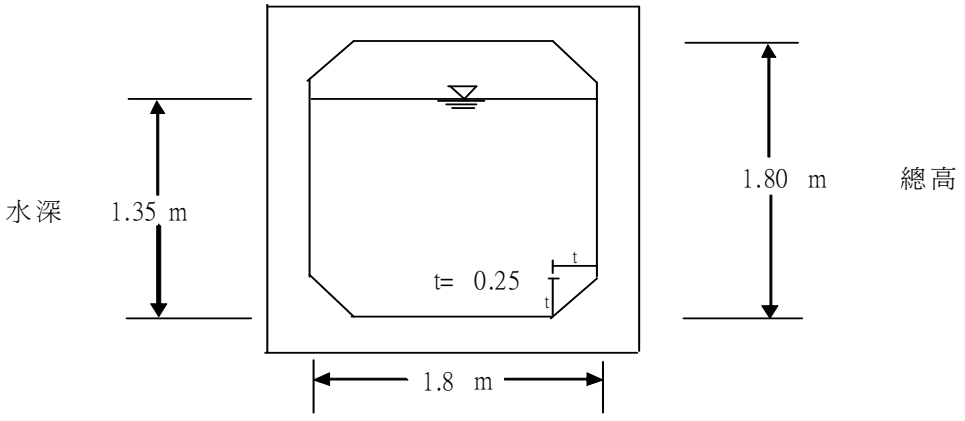


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3				溝 頂 寬: b=				2.26 公 尺
有效水高: h=	1.38	公 尺					設計坡降: S=				5.00 %
溝 底 寬: W=	1.30	公 尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	2.13	+	1.30	)x	1.38	/	2	=	**2.37**	m 2	
潤 周 長: P= (	1.441	+	1.300	+	1.441		)	=	**4.18**	公 尺	
水力半徑: R=	a / P			=	2.37	/	4.18	=	**0.57**	公 尺	
水流速度: V= (	0.57	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	**0.025**		
								=	6.12	m/sec	
排 洪 量: q=	a x V			=	2.37	x	6.12	=	14.47	cms	
洪 水 量 =	14.40	<	排 洪 量 =	14.47	OK						

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於138cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.8						箱 涵 寬: W=				1.80 公 尺
有效水深: h=	1.35	公 尺					設計坡降: S=				5.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.80	X	1.35	-	0.25	^	2	=	**2.37**	m 2	
潤 周 長: P=	1.800	+	2.700	-	1.000	+	0.71	=	**4.21**	公 尺	
水力半徑: R=	a / P			=	2.37	/	4.21	=	**0.56**	公 尺	
水流速度: V= (	0.56	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	**0.025**		
								=	6.10	m/sec	
排 洪 量: q=	a x V			=	2.37	x	6.10	=	14.43	cms	
洪 水 量 =	14.40	<	排 洪 量 =	14.43	OK						

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於135cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（十二.1）藤枝 18.0K 崩塌地之經費估算

藤枝 18.0K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	噴漿縱溝	m	60.0	2,420	145,200	
2	噴漿跌水池	座	12.0	3,100	37,200	
3	37kg鋼軌樁L9m	支	13.0	5,000	65,000	50%回收再利用
4	37kg鋼軌樁L6m	支	7.0	3,500	24,500	50%回收再利用
5	鋼鈑牆與土方回填	㎡	39.0	1,400	54,600	
6	PVC披覆龜甲網	m	12.0	830	9,960	
7	橫向截水溝	m	16.0	13,000	208,000	
8	拍漿溝	m	105.0	555	58,275	
9	新鋪AC面層與標線	㎡	130.0	360	46,800	
10	D80cm混凝土管x2.4M	支	7.0	8,500	59,500	
11	裸露坡面撒播草籽	㎡	680.0	10	6,800	
12	土石清運路基降挖整順	式	1.0	100,000	100,000	
13	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
14	品管費(1%)	式	1.0	9,158	9,158	
15	勞安衛費(1%)	式	1.0	9,158	9,158	
16	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	73,267	73,267	
17	綜合保險(1%)	式	1.0	9,158	9,158	
18	營業稅(5%)	式	1.0	50,371	50,371	
	發包工程費小計				1,066,948	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	2,846	2,846	
2	管理費	式	1.0	15,249	15,249	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	113,157	113,157	
	甲方自辦工程費小計				131,252	
	總工程費合計				1,198,200	

藤枝 18.0K 地質鑽探與監測經費概算表

編號	1	工程項目	18.0K周邊新建監測與地調鑽探			單位	式
工料名稱與說明			單位	數量	單價(元)	總價(元)	附註
一般岩層鑽探進尺			m	360.0	3,200.0	1,152,000.0	
18.0K周邊地質調查報告編撰			式	1.0	20,000.0	20,000.0	
傾斜管管材與現場安裝			m	180.0	1,000.0	180,000.0	
水位觀測井安裝			孔	8.0	1,000.0	8,000.0	
自記式水位計與現場安裝			組	2.0	60,000.0	120,000.0	
18.0K周邊監測與成果分析			次	8.0	20,000.0	160,000.0	
文具與雜項作業			式	1.0	14,000.0	14,000.0	
每 式 單價計						1,654,000.0	

藤枝 18.0K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	鑽掘式基樁	m	2,340.0	13,000	30,420,000	
2	基樁帽樑	m	206.0	6,150	1,266,900	
3	預力地錨130T*L50m	支	50.0	85,000	4,250,000	
4	鋼鈑護欄	m	206.0	1,980	407,880	
5	噴漿縱溝	m	170.0	2,420	411,400	
6	噴漿橫溝	m	660.0	1,610	1,062,600	
7	噴漿跌水池	座	15.0	3,100	46,500	
8	H300～500cm擋土牆	m	206.0	32,450	6,684,700	
9	U型邊溝	m	260.0	2,640	686,400	
10	新鋪AC面層與標線	㎡	1,030.0	360	370,800	
11	集水井L250*W250cm	座	4.0	110,000	440,000	
12	箱涵W200*H200cm	m	14.0	22,000	308,000	
13	型框植生護坡工	㎡	5,500.0	1,050	5,775,000	
14	裸露坡面撒播草籽	㎡	7,500.0	10	75,000	
15	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
16	品管費(1%)	式	1.0	524,052	524,052	
17	勞安衛費(1%)	式	1.0	524,052	524,052	
18	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	4,192,414	4,192,414	
19	綜合保險(1%)	式	1.0	524,052	524,052	
20	營業稅(5%)	式	1.0	2,882,285	2,882,285	
	發包工程費小計				61,052,035	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	162,875	162,875	
2	管理費	式	1.0	872,546	872,546	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	4,738,843	4,738,843	
4	18.4K周邊新建監測與地調鑽探	式	1.0	1,654,000	1,654,000	
	甲方自辦工程費小計				7,428,265	
	總工程費合計				68,480,300	

藤枝 18.0K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	3.0	4,500,000	13,500,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	137,000	137,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	137,000	137,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,096,000	1,096,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	137,000	137,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	753,500	753,500	
	發包工程費小計				15,960,500	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	42,580	42,580	
2	管理費	式	1.0	228,105	228,105	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,328,515	1,328,515	
	甲方自辦工程費小計				1,599,200	
	總工程費合計				17,559,700	

（十二.2）藤枝 18.0K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

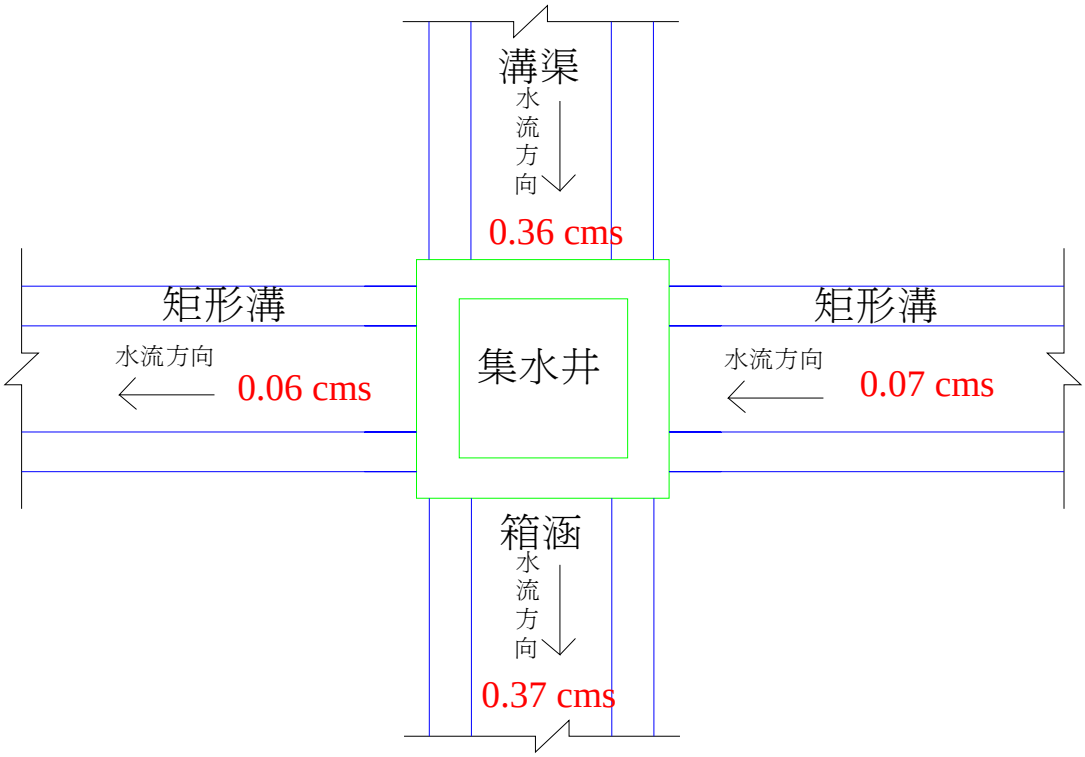
（3） 藤枝 18.0K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 18.0K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 18.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計劃渠道水理分析：計劃渠道通洪斷面爲底寬 60 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 44 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W90*H90cm，其通洪斷面之設計水深大於 52 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，其結果詳如表 5.57 所示。

藤枝 18.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	0.22	0.26	0.29	0.33	0.36	0.39	0.42
修正後	0.22	0.27	0.30	0.34	0.37	0.40	0.43



藤枝 18.0K 分洪流量圖

藤枝 18.0K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 1.01 公頃　(3) 溪流長度 L2= 6 m

(2) 漫地流長度 L1= 144 m　(4) 高程差 ΔH= 0.8 m

2.集流時間

t = 480.07 sec = 8.00 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 162 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 0.37 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 0.44 m^3/sec （五十年）

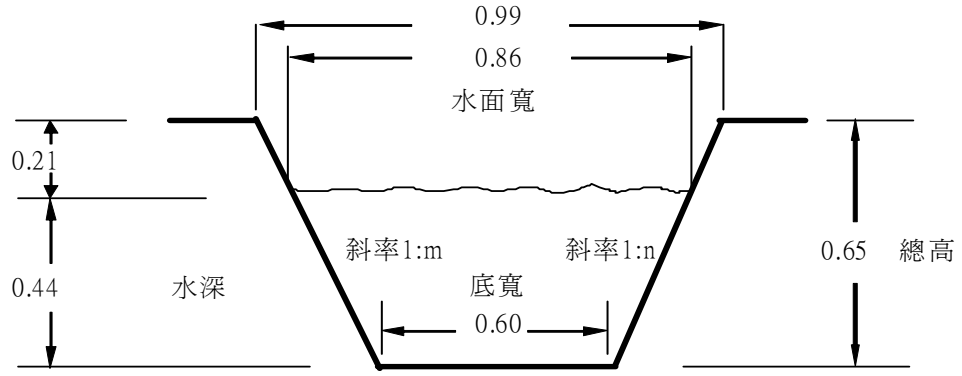
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.6	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	14.23	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.35	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.35	
Q_D=土石流流量(cms) =		0.89	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

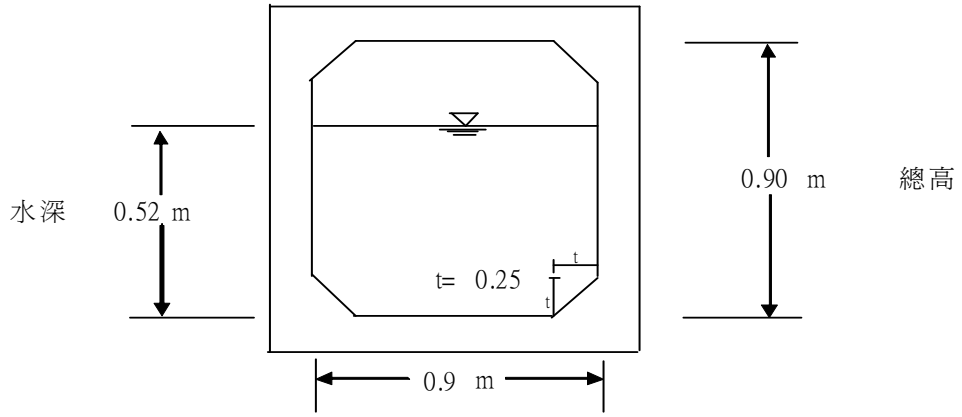


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3				溝 頂 寬: b=			0.99	公 尺
有效水高: h=	0.44	公 尺					設計坡降: S=			4.00	%
溝 底 寬: W=	0.60	公 尺					粗糙係數: N=			0.025	
通水面積: a= (	0.86	+	0.60	)x	0.44	/	2	=		**0.32**	m 2
潤 周 長: P= (	0.459	+	0.600	+	0.459		)	=		**1.52**	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.32	/	1.52	=		**0.21**	公 尺
水流速度: V= (	0.21	^	2 / 3	x	0.040	^	1 / 2	)/		**0.025**	
								=		2.84	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.32	x	2.84	=		0.92	cms
	洪 水 量 =		0.89	<	排 洪 量 =		0.92			OK	

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於44cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	0.9						箱 涵 寬: W=			0.90	公 尺
有效水深: h=	0.52	公 尺					設計坡降: S=			2.00	%
截角高度: t=	0.25	公 尺					粗糙係數: N=			0.025	
通水面積: a=	0.90	X	0.52	-	0.25	^	2	=		**0.41**	m 2
潤 周 長: P=	0.900	+	1.040	-	1.000	+	0.71	=		**1.65**	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.41	/	1.65	=		**0.25**	公 尺
水流速度: V= (	0.25	^	2 / 3	x	0.020	^	1 / 2	)/		**0.025**	
								=		2.22	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.41	x	2.22	=		0.90	cms
	洪 水 量 =		0.89	<	排 洪 量 =		0.90			OK	

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於52cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（十三.1）藤枝 18.4K 崩塌地之經費估算

藤枝 18.4K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	邊緣保護工	m	180.0	5,600	1,008,000	
2	噴漿縱溝	m	90.0	2,420	217,800	
3	噴漿跌水池	座	15.0	3,100	46,500	
4	37kg鋼軌樁L9m	支	68.0	5,000	340,000	50%回收再利用
5	37kg鋼軌樁L6m	支	35.0	3,500	122,500	50%回收再利用
6	鋼鈑牆與土方回填	㎡	66.0	1,400	92,400	
7	PVC披覆龜甲網	m	66.0	830	54,780	
8	橫向截水溝	m	20.0	13,000	260,000	
9	拍漿溝	m	90.0	555	49,950	
10	新鋪AC面層與標線	㎡	440.0	360	158,400	
11	D80cm混凝土管x2.4M	支	5.0	8,500	42,500	
12	裸露坡面撒播草籽	㎡	800.0	10	8,000	
13	土石清運路基降挖整順	式	1.0	100,000	100,000	
14	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
15	品管費(1%)	式	1.0	26,008	26,008	
16	勞安衛費(1%)	式	1.0	26,008	26,008	
17	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	208,066	208,066	
18	綜合保險(1%)	式	1.0	26,008	26,008	
19	營業稅(5%)	式	1.0	143,046	143,046	
	發包工程費小計				3,029,967	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	8,083	8,083	
2	管理費	式	1.0	43,304	43,304	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	270,346	270,346	
	甲方自辦工程費小計				321,733	
	總工程費合計				3,351,700	

藤枝 18.4K 地質鑽探與監測經費概算表

編號	1	工程項目	18.4K周邊新建監測與地調鑽探			單位	式
工料名稱與說明			單位	數量	單價(元)	總價(元)	附註
一般岩層鑽探進尺			m	270.0	3,200.0	864,000.0	
18.4K周邊地質調查報告編撰			式	1.0	20,000.0	20,000.0	
傾斜管管材與現場安裝			m	90.0	1,000.0	90,000.0	
水位觀測井安裝			孔	6.0	1,000.0	6,000.0	
自記式水位計與現場安裝			組	1.0	60,000.0	60,000.0	
18.4K周邊監測與成果分析			次	8.0	20,000.0	160,000.0	
文具與雜項作業			式	1.0	14,000.0	14,000.0	
每 式 單價計						1,214,000.0	

藤枝 18.4K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	鑽掘式基樁	m	1,395.0	13,000	18,135,000	
2	基樁帽樑	m	120.0	6,150	738,000	
3	預力地錨130T*L50m	支	30.0	85,000	2,550,000	
4	鋼鈑護欄	m	120.0	1,980	237,600	
5	噴漿縱溝	m	30.0	2,420	72,600	
6	噴漿橫溝	m	140.0	1,610	225,400	
7	噴漿跌水池	座	4.0	3,100	12,400	
8	H300～500cm擋土牆	m	95.0	32,450	3,082,750	
9	U型邊溝	m	110.0	2,640	290,400	
10	新鋪AC面層與標線	㎡	600.0	360	216,000	
11	集水井L250*W250cm	座	4.0	110,000	440,000	
12	箱涵W200*H200cm	m	13.0	22,000	286,000	
13	型框植生護坡工	㎡	1,200.0	1,050	1,260,000	
14	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
15	品管費(1%)	式	1.0	277,462	277,462	
16	勞安衛費(1%)	式	1.0	277,462	277,462	
17	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	2,219,692	2,219,692	
18	綜合保險(1%)	式	1.0	277,462	277,462	
19	營業稅(5%)	式	1.0	1,526,038	1,526,038	
	發包工程費小計				32,324,265	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	86,235	86,235	
2	管理費	式	1.0	461,973	461,973	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	2,566,127	2,566,127	
4	18.4K周邊新建監測與地調鑽探	式	1.0	1,214,000	1,214,000	
	甲方自辦工程費小計				4,328,336	
	總工程費合計				36,652,600	

藤枝 18.4K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	2.0	4,500,000	9,000,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	736,000	736,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	506,000	506,000	
	發包工程費小計				10,718,000	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	28,594	28,594	
2	管理費	式	1.0	153,180	153,180	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	933,226	933,226	
	甲方自辦工程費小計				1,115,000	
	總工程費合計				11,833,000	

（十三.2）藤枝 18.4K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

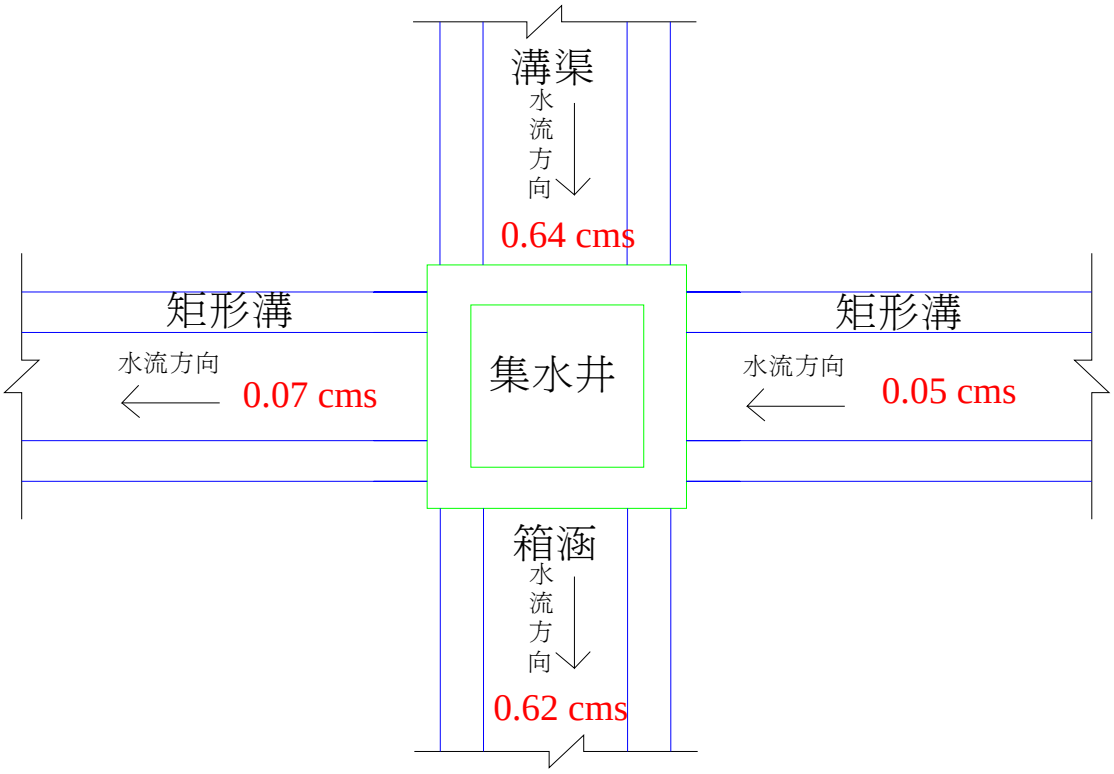
（3） 藤枝 18.4K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 18.4K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 18.4K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 100 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 71 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W130*H130cm，其通洪斷面之設計水深大於 97 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 18.4K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	0.39	0.46	0.52	0.59	0.64	0.70	0.75
修正後	0.38	0.45	0.50	0.57	0.62	0.67	0.73



藤枝 18.4K 分洪流量圖

藤枝 18.4K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 1.79 公頃　(3) 溪流長度 L2= 15 m

(2) 漫地流長度 L1= 116 m　(4) 高程差 ΔH= 10.00 m

2.集流時間

t = 194.81 sec = 3.25 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 169 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 0.62 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 0.74 m^3/sec （五十年）

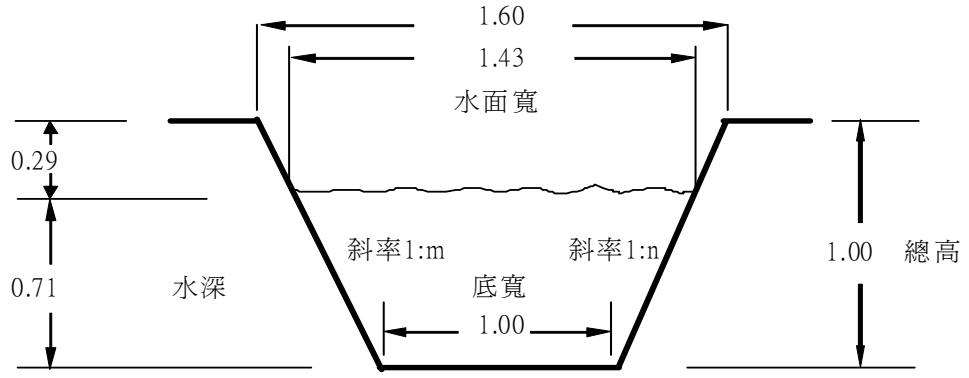
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1 kg/m^3
土石密度	σ =	2.6 kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	17.33 °
土石之內摩擦角	φ =	35 °
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.50
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.5
Q_D=土石流流量(cms) =		3.72 （五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

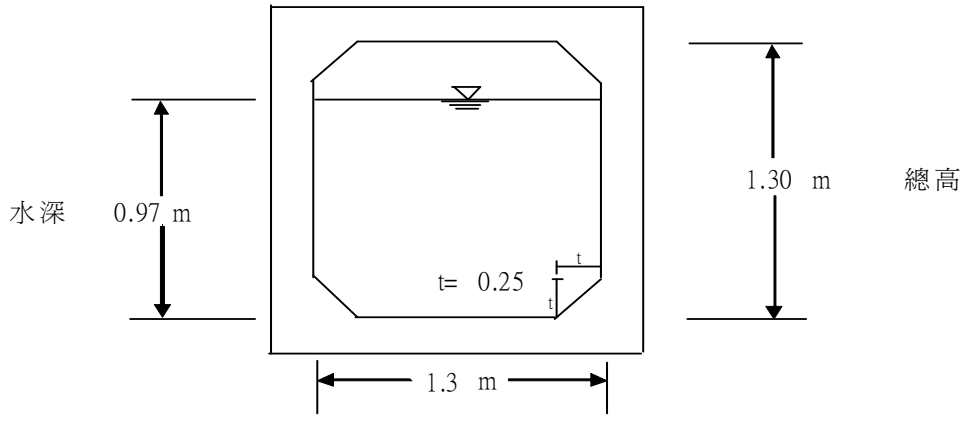


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3				溝 頂 寬: b=				1.60 公 尺
有效水高: h=	0.71	公 尺					設計坡降: S=				5.00 %
溝 底 寬: W=	1.00	公 尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	1.43	+	1.00	)x	0.71	/	2	=	0.86		m 2
潤 周 長: P= (	0.741	+	1.000	+	0.741		)	=	2.48		公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.86	/	2.48	=	0.35		公 尺
水流速度: V= (	0.35	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	0.025		
								=	4.42		m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.86	x	4.42	=	3.80		cms
洪 水 量 =	3.72	<	排 洪 量 =	3.80	OK						

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於71cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.3						箱 涵 寬: W=				1.30 公 尺
有效水深: h=	0.97	公 尺					設計坡降: S=				2.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺					粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.30	X	0.97	-	0.25	^	2	=	1.20		m 2
潤 周 長: P=	1.300	+	1.940	-	1.000	+	0.71	=	2.95		公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	1.20	/	2.95	=	0.41		公 尺
水流速度: V= (	0.41	^	2 / 3	x	0.020	^	1 / 2	)/	0.025		
								=	3.11		m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	1.20	x	3.11	=	3.72		cms
洪 水 量 =	3.72	<	排 洪 量 =	3.72	OK						

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於97cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（十四.1）藤枝 18.6K 崩塌地之經費估算

藤枝 18.6K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	邊緣保護工	m	230.0	5,600	1,288,000	
2	噴漿縱溝	m	120.0	2,420	290,400	
3	噴漿跌水池	座	12.0	3,100	37,200	
4	37kg鋼軌樁L9m	支	52.0	5,000	260,000	50%回收再利用
5	37kg鋼軌樁L6m	支	21.0	3,500	73,500	50%回收再利用
6	鋼鈑牆與土方回填	㎡	153.0	1,400	214,200	
7	PVC披覆龜甲網	m	42.0	830	34,860	
8	橫向截水溝	m	10.0	13,000	130,000	
9	拍漿溝	m	110.0	555	61,050	
10	新鋪AC面層與標線	㎡	700.0	360	252,000	
11	D80cm混凝土管×2.4M	支	2.0	8,500	17,000	
12	裸露坡面撒播草籽	㎡	5,900.0	10	59,000	
13	土石清運路基降挖整順	式	1.0	100,000	100,000	
14	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
15	品管費(1%)	式	1.0	29,172	29,172	
16	勞安衛費(1%)	式	1.0	29,172	29,172	
17	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	233,377	233,377	
18	綜合保險(1%)	式	1.0	29,172	29,172	
19	營業稅(5%)	式	1.0	160,447	160,447	
	發包工程費小計				3,398,550	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	9,067	9,067	
2	管理費	式	1.0	48,572	48,572	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	303,212	303,212	
	甲方自辦工程費小計				360,850	
	總工程費合計				3,759,400	

藤枝 18.6K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	噴漿橫溝	m	85.0	1,610	136,850	
2	噴漿跌水池	座	1.0	3,100	3,100	
3	H300～500cm擋土牆	m	85.0	32,450	2,758,250	
4	PC樁D500mm與植樁	m	516.0	3,000	1,548,000	
5	鋼鈑護欄	m	85.0	1,980	168,300	
6	U型邊溝	m	155.0	2,640	409,200	
7	新鋪AC面層與標線	㎡	600.0	360	216,000	
8	集水井L250*W250cm	座	2.0	110,000	220,000	
9	箱涵W200*H200cm	m	6.0	22,000	132,000	
10	型框植生護坡工	㎡	2,500.0	1,050	2,625,000	
11	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
12	品管費(1%)	式	1.0	84,167	84,167	
13	勞安衛費(1%)	式	1.0	84,167	84,167	
14	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	673,336	673,336	
15	綜合保險(1%)	式	1.0	84,167	84,167	
16	營業稅(5%)	式	1.0	462,919	462,919	
	發包工程費小計				9,805,456	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	26,159	26,159	
2	管理費	式	1.0	140,138	140,138	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	855,747	855,747	
	甲方自辦工程費小計				1,022,044	
	總工程費合計				10,827,500	

藤枝 18.6K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	2.0	4,500,000	9,000,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	736,000	736,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	506,000	506,000	
	發包工程費小計				10,718,000	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	28,594	28,594	
2	管理費	式	1.0	153,180	153,180	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	933,226	933,226	
	甲方自辦工程費小計				1,115,000	
	總工程費合計				11,833,000	

（十四.2）藤枝 18.6K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

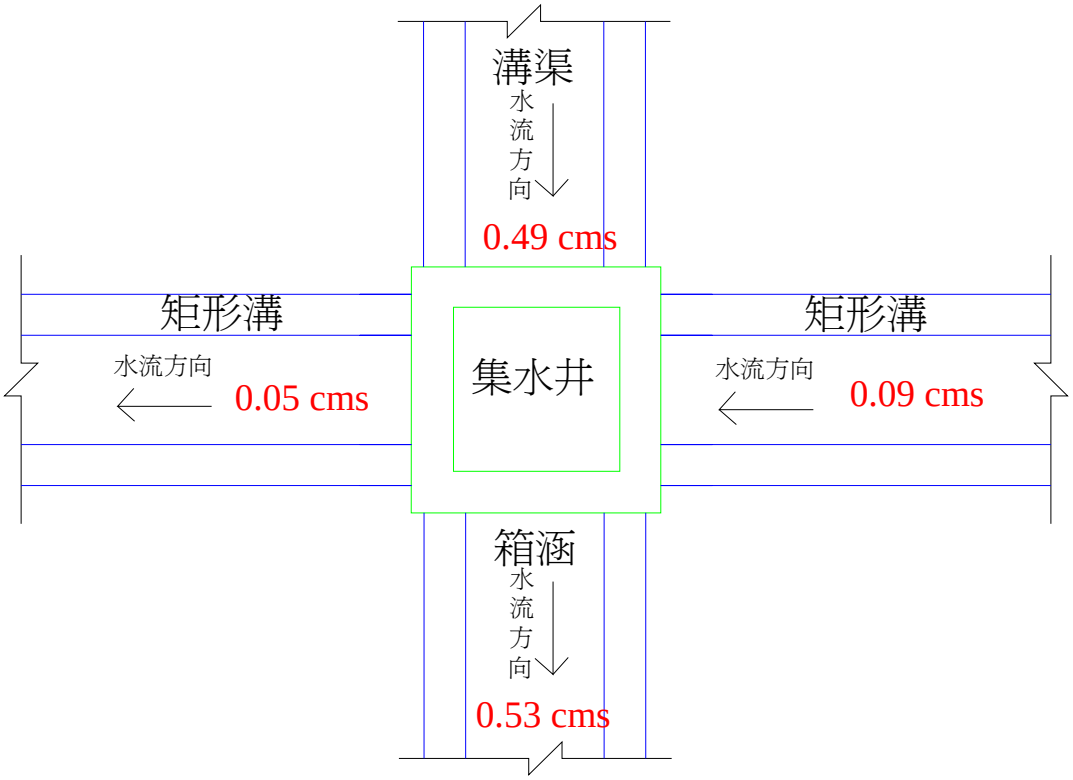
（3） 藤枝 18.6K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 18.6K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 18.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 60 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 47 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W90*H90cm，其通洪斷面之設計水深大於 61 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 18.6K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	0.29	0.35	0.39	0.44	0.49	0.53	0.57
修正後	0.32	0.38	0.42	0.48	0.53	0.57	0.62



藤枝 18.6K 分洪流量圖

藤枝 18.6K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A =	1.35 公頃	(3) 溪流長度 L2=	29 m
(2) 漫地流長度 L1=	92.7 m	(4) 高程差 ΔH=	17 m

2.集流時間

t = 156.50 sec = 2.61 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 170 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 0.53 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 α = 0.2

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 0.64 m^3/sec （五十年）

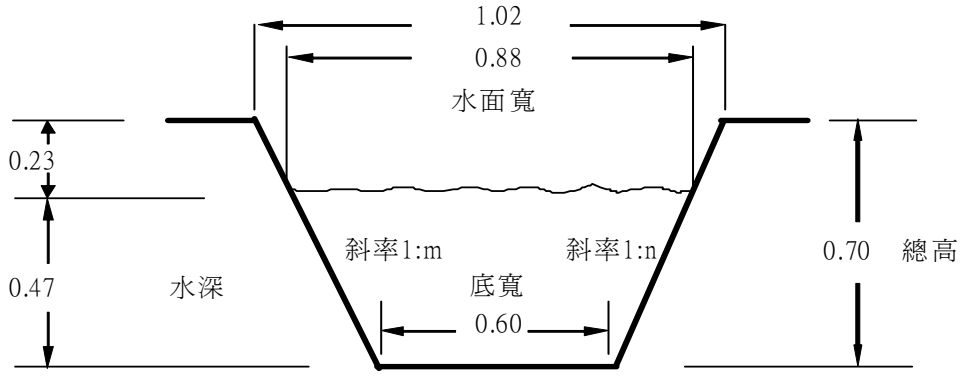
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1 kg/m^3
土石密度	σ =	2.6 kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	13.22 °
土石之內摩擦角	φ =	35 °
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.32
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.32
Q_D=土石流流量(cms) =		1.14 （五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

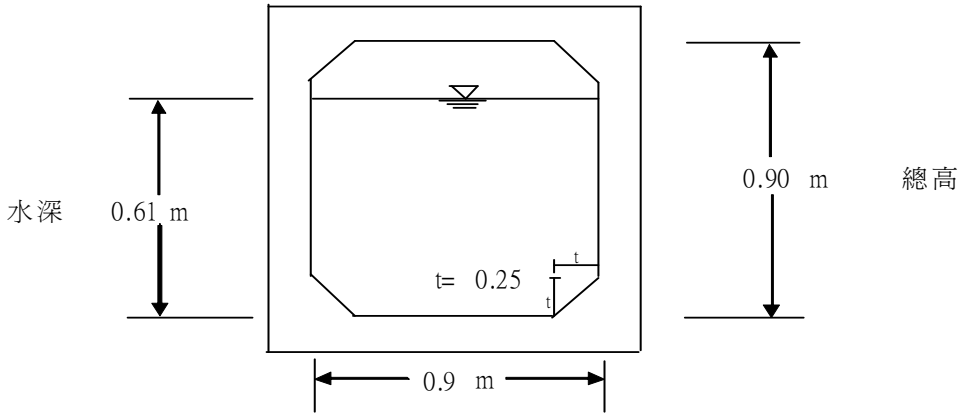


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3			溝 頂 寬: b=				1.02 公 尺
有效水高: h=	0.47	公 尺				設計坡降: S=				5.00 %
溝 底 寬: W=	0.60	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	0.88	+	0.60	)x	0.47	/	2	=		0.35 m 2
潤 周 長: P= (	0.491	+	0.600	+	0.491		)	=		1.58 公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.35	/	1.58	=		0.22 公 尺
水流速度: V= (	0.22	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	0.025	
								=		3.26 m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.35	x	3.26	=		1.14 cms
	洪 水 量 =		1.14	<	排 洪 量 =		1.14			OK

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於47cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	0.9					箱 涵 寬: W=				0.90 公 尺
有效水深: h=	0.61	公 尺				設計坡降: S=				2.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	0.90	X	0.61	-	0.25	^	2	=		0.49 m 2
潤 周 長: P=	0.900	+	1.220	-	1.000	+	0.71	=		1.83 公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.49	/	1.83	=		0.27 公 尺
水流速度: V= (	0.27	^	2 / 3	x	0.020	^	1 / 2	)/	0.025	
								=		2.34 m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.49	x	2.34	=		1.14 cms
	洪 水 量 =		1.14	<	排 洪 量 =		1.14			OK

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於61cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（十五.1）藤枝 19.0K 崩塌地之經費估算

藤枝 19.0K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	噴漿縱溝	m	50.0	2,420	121,000	
2	噴漿跌水池	座	4.0	3,100	12,400	
3	過路暗溝	m	20.0	6,100	122,000	
4	邊溝集水井	座	4.0	6,600	26,400	
5	水平透水管L30m	支	60.0	23,300	1,398,000	
6	U型邊溝	m	225.0	2,640	594,000	
7	橫向截水溝	m	35.0	13,000	455,000	
8	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
9	品管費(1%)	式	1.0	28,288	28,288	
10	勞安衛費(1%)	式	1.0	28,288	28,288	
11	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	226,304	226,304	
12	綜合保險(1%)	式	1.0	28,288	28,288	
13	營業稅(5%)	式	1.0	155,584	155,584	
	發包工程費小計				3,295,552	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	8,792	8,792	
2	管理費	式	1.0	47,100	47,100	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	293,957	293,957	
	甲方自辦工程費小計				349,848	
	總工程費合計				3,645,400	

藤枝 19.0K 地質鑽探與監測經費概算表

編號	1	工程項目	19.0K周邊新建監測與地調鑽探			單位	式
工料名稱與說明			單位	數量	單價(元)	總價(元)	附註
一般岩層鑽探進尺			m	280.0	3,200.0	896,000.0	
19.0K周邊地質調查報告編撰			式	1.0	20,000.0	20,000.0	
傾斜管管材與現場安裝			m	70.0	1,000.0	70,000.0	
水位觀測井安裝			孔	8.0	1,000.0	8,000.0	
自記式水位計與現場安裝			組	2.0	60,000.0	120,000.0	
19.0K周邊監測與成果分析			次	8.0	20,000.0	160,000.0	
文具與雜項作業			式	1.0	14,000.0	14,000.0	
每 式 單價計						1,288,000.0	

藤枝 19.0K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	鑽掘式基樁	m	2,310.0	13,000	30,030,000	
2	基樁帽樑	m	261.0	6,150	1,605,150	
3	預力地錨130T*L50m	支	35.0	85,000	2,975,000	
4	邊緣保護工	m	85.0	5,600	476,000	
5	噴漿縱溝	m	70.0	2,420	169,400	
6	噴漿橫溝	m	255.0	1,610	410,550	
7	噴漿跌水池	座	7.0	3,100	21,700	
8	H300～500cm擋土牆	m	250.0	32,450	8,112,500	
9	U型邊溝	m	250.0	2,640	660,000	
10	RC路面版	㎡	1,300.0	905	1,176,500	
11	集水井L250*W250cm	座	4.0	110,000	440,000	
12	箱涵W200*H200cm	m	14.0	22,000	308,000	
13	裸露坡面撒播草籽	㎡	1,350.0	10	13,500	
14	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
15	品管費(1%)	式	1.0	465,983	465,983	
16	勞安衛費(1%)	式	1.0	465,983	465,983	
17	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	3,727,864	3,727,864	
18	綜合保險(1%)	式	1.0	465,983	465,983	
19	營業稅(5%)	式	1.0	2,562,907	2,562,907	
	發包工程費小計				54,287,020	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	144,828	144,828	
2	管理費	式	1.0	775,862	775,862	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	4,227,191	4,227,191	
4	19.0K周邊新建監測與地調鑽探	式	1.0	1,288,000	1,288,000	
	甲方自辦工程費小計				6,435,880	
	總工程費合計				60,722,900	

藤枝 19.0K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	4.0	3,600,000	14,400,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	146,000	146,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	146,000	146,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,168,000	1,168,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	146,000	146,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	803,000	803,000	
	發包工程費小計				17,009,000	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	45,377	45,377	
2	管理費	式	1.0	243,090	243,090	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,467,833	1,467,833	
	甲方自辦工程費小計				1,756,300	
	總工程費合計				18,765,300	

（十五.2）藤枝 19.0K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

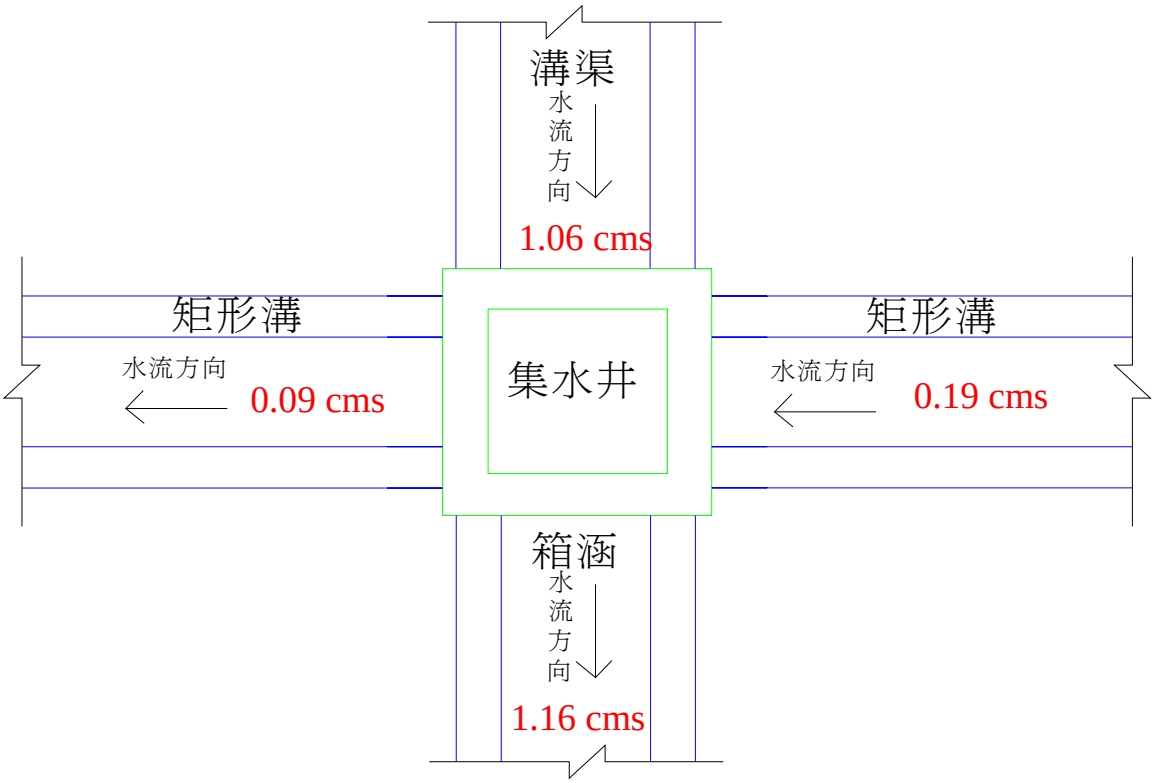
（3） 藤枝 19.0K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 19.0K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 19.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 65 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W120*H120cm，其通洪斷面之設計水深大於 88 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 19.0K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	0.64	0.76	0.85	0.97	1.06	1.15	1.24
修正後	0.70	0.83	0.93	1.06	1.16	1.26	1.36



藤枝 19.0K 分洪流量圖

藤枝 19.0K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 2.95 公頃　(3) 溪流長度 L2= 19 m

(2) 漫地流長度 L1= 121.5 m　(4) 高程差 ΔH= 0.4 m

2.集流時間

t = 414.73 sec = 6.91 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 164 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 1.16 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 1.39 m^3/sec （五十年）

6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度 ρ = 1 kg/m^3

土石密度 σ = 2.6 kg/m^3

工程內溪床平均坡度 θ = 14.29 °

土石之內摩擦角 φ = 35 °

土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)= 0.6

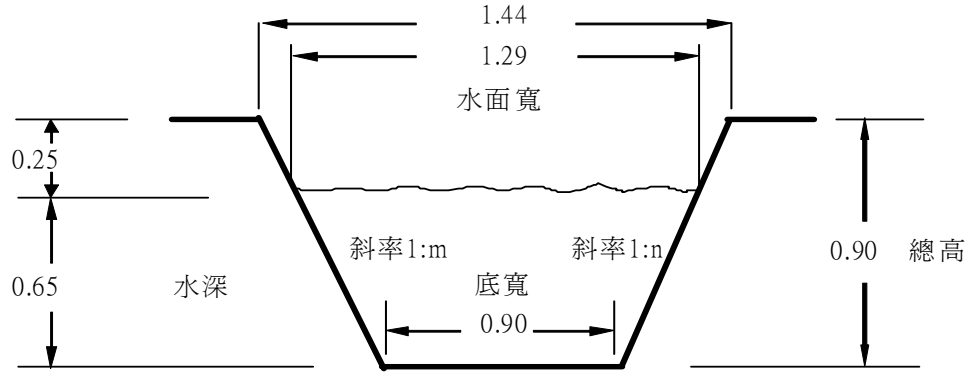
C_D=流動中土石流體積濃度 = 0.36

而C_D應＜0.9C^* 則 C_D= 0.36

Q_D=土石流流量(cms) = 2.90 （五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

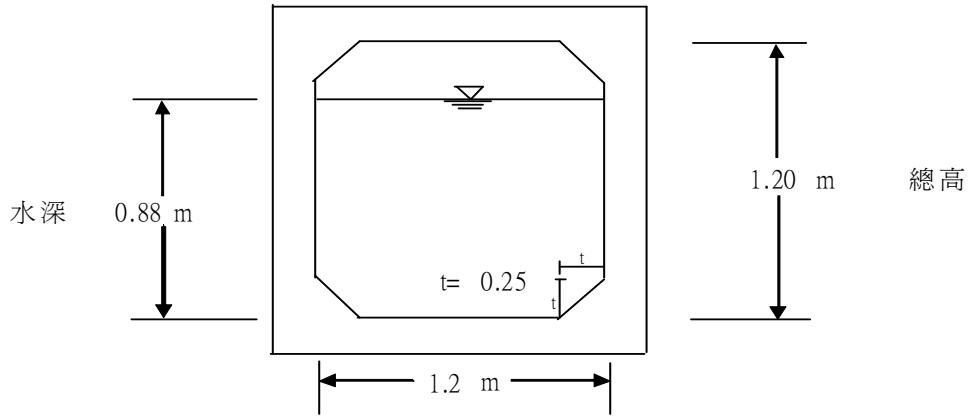


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3			溝 頂 寬: b=				1.44 公 尺
有效水高: h=	0.65	公 尺				設計坡降: S=				5.00 %
溝 底 寬: W=	0.90	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	1.29	+	0.90	)x	0.65	/	2	=	**0.71**	m 2
潤 周 長: P= (	0.679	+	0.900	+	0.679		)	=	**2.26**	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.71	/	2.26	=	**0.32**	公 尺
水流速度: V= (	0.32	^	2 / 3	x	0.050	^	1 / 2	)/	**0.025**	
								=	4.14	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.71	x	4.14	=	2.95	cms
洪 水 量 =	2.90	<	排 洪 量 =	2.95	OK					

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於65cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.2					箱 涵 寬: W=				1.20 公 尺
有效水深: h=	0.88	公 尺				設計坡降: S=				2.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.20	X	0.88	-	0.25	^	2	=	**0.99**	m 2
潤 周 長: P=	1.200	+	1.760	-	1.000	+	0.71	=	**2.67**	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.99	/	2.67	=	**0.37**	公 尺
水流速度: V= (	0.37	^	2 / 3	x	0.020	^	1 / 2	)/	**0.025**	
								=	2.93	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.99	x	2.93	=	2.91	cms
洪 水 量 =	2.90	<	排 洪 量 =	2.91	OK					

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於88cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

（十六.1）藤枝 19.4K 崩塌地之經費估算

藤枝 19.4K 短期補強工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	短期復建工程					
1	邊緣保護工	m	230.0	5,600	1,288,000	
2	噴漿縱溝	m	120.0	2,420	290,400	
3	噴漿跌水池	座	8.0	3,100	24,800	
4	37kg鋼軌樁L9m	支	271.0	5,000	1,355,000	50%回收再利用
5	37kg鋼軌樁L6m	支	140.0	3,500	490,000	50%回收再利用
6	鋼鈑牆與土方回填	㎡	810.0	1,400	1,134,000	
7	PVC披覆龜甲網	m	228.0	830	189,240	
8	橫向截水溝	m	9.0	13,000	117,000	
9	拍漿溝	m	110.0	555	61,050	
10	新鋪AC面層與標線	㎡	1,030.0	360	370,800	
11	D80cm混凝土管×2.4M	支	9.0	8,500	76,500	
12	裸露坡面撒播草籽	㎡	5,500.0	10	55,000	
13	土石清運路基降挖整順	式	1.0	100,000	100,000	
14	零星工項與便道構築維護	式	1.0	100,000	100,000	
15	品管費(1%)	式	1.0	43,638	43,638	
16	勞安衛費(1%)	式	1.0	43,638	43,638	
17	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	349,103	349,103	
18	綜合保險(1%)	式	1.0	43,638	43,638	
19	營業稅(5%)	式	1.0	240,008	240,008	
	發包工程費小計				5,083,815	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	13,563	13,563	
2	管理費	式	1.0	72,657	72,657	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	453,565	453,565	
	甲方自辦工程費小計				539,785	
	總工程費合計				5,623,600	

藤枝 19.4K 中期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	中期復建工程					
1	噴漿縱溝	m	175.0	2,420	423,500	
2	噴漿橫溝	m	700.0	1,610	1,127,000	
3	噴漿跌水池	座	14.0	3,100	43,400	
4	H300～500cm擋土牆	m	262.0	32,450	8,501,900	
5	PC樁D500mm與植樁	m	1,584.0	3,000	4,752,000	
6	鋼鈑護欄	m	262.0	1,980	518,760	
7	U型邊溝	m	245.0	2,640	646,800	
8	新鋪AC面層與標線	㎡	1,410.0	360	507,600	
9	集水井L250*W250cm	座	4.0	110,000	440,000	
10	箱涵W200*H200cm	m	11.0	22,000	242,000	
11	型框植生護坡工	㎡	2,400.0	1,050	2,520,000	
12	零星工項與便道構築維護	式	1.0	300,000	300,000	
13	品管費(1%)	式	1.0	195,995	195,995	
14	勞安衛費(1%)	式	1.0	195,995	195,995	
15	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	1,567,957	1,567,957	
16	綜合保險(1%)	式	1.0	195,995	195,995	
17	營業稅(5%)	式	1.0	1,077,970	1,077,970	
	發包工程費小計				22,833,371	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	60,915	60,915	
2	管理費	式	1.0	326,331	326,331	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	1,848,383	1,848,383	
	甲方自辦工程費小計				2,235,630	
	總工程費合計				25,069,000	

藤枝 19.4K 長期復建工程之經費配置概算表

項次	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)	備註
一	長期復建工程					
1	節制壩或防砂壩	座	2.0	4,500,000	9,000,000	
2	零星工項與便道構築維護	式	1.0	200,000	200,000	
3	品管費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
4	勞安衛費(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
5	包商利潤及管理費(8%)	式	1.0	736,000	736,000	
6	綜合保險(1%)	式	1.0	92,000	92,000	
7	營業稅(5%)	式	1.0	506,000	506,000	
	發包工程費小計				10,718,000	
二	甲方自辦工程費					
1	空污費	式	1.0	28,594	28,594	
2	管理費	式	1.0	153,180	153,180	
3	委託設計監造技術服務費	式	1.0	956,226	956,226	
	甲方自辦工程費小計				1,138,000	
	總工程費合計				11,856,000	

（十六.2）藤枝 19.4K 崩塌地之水理分析

（1）坑溝控制斷面 (如箱涵、渠道等) 排洪輸砂能力，係檢算其能否在一定的土石流洪峰流量下安全通流輸砂，以作爲治理規劃之依據。

（2）由各主要溪流控制斷面通過重現期距 50 年土石流洪峰流量得知，當斷面有效水深 (h)小於或等於控制斷面高度 (H)時，即表示斷面通流輸砂能力通過檢算，否則會有溢流泛濫之虞。

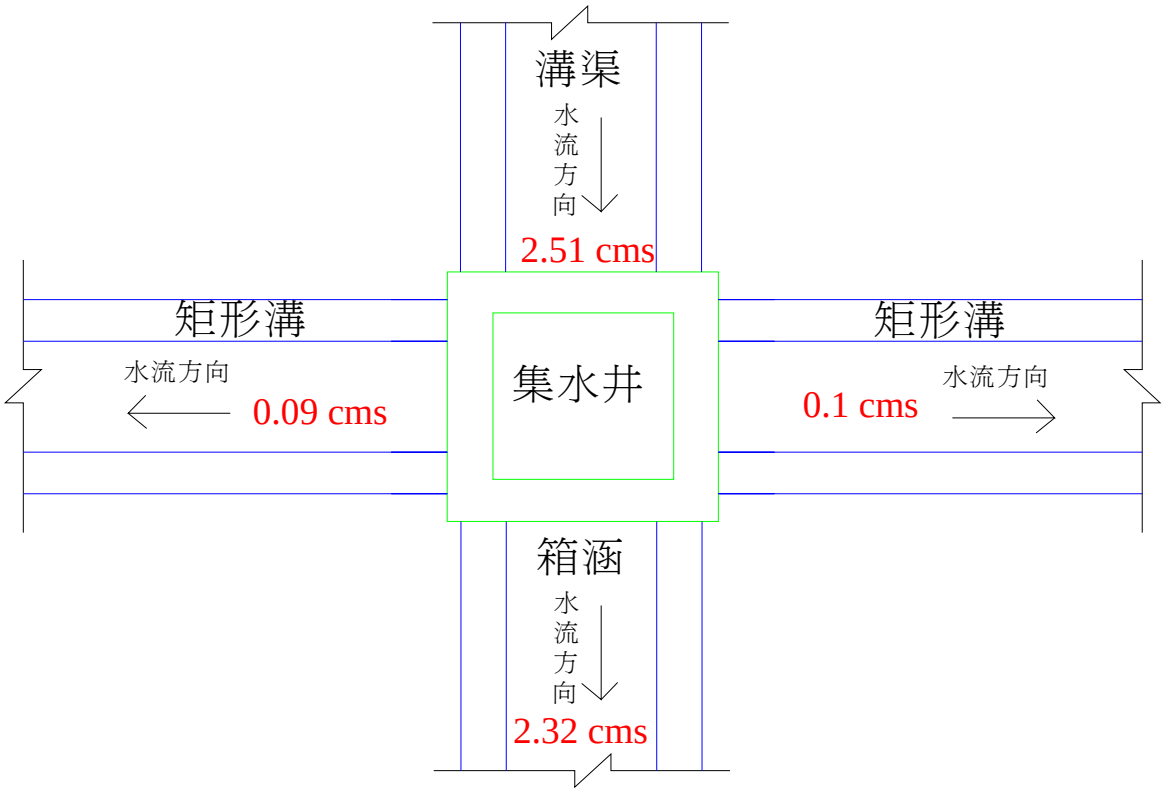
（3） 藤枝 19.4K 崩塌地之水理分析，除採用合理化公式推估之洪峰流量外，尚需考慮由海拔較高之相鄰集水區因「分流」流入之洪水量及因「分流」流出之洪水量 (詳藤枝 19.4K 分洪流量圖)，修正後之洪峰流量成果如藤枝 19.4K 分洪修正後之洪峰流量成果表所示。

（4）檢算計畫渠道水理分析：計畫渠道通洪斷面爲底寬 90 公分，兩側溝壁斜率 1:0.3，其通洪斷面之設計水深大於 74 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過，渠道內水流流速大於 6 m/s 即建議於渠道內鋪設消能塊石，且每 10m 設置一跌水工。

（5）檢算計畫過路箱涵水理分析：計畫過路箱涵斷面爲 W140*H140cm，其通洪斷面之設計水深大於 112 公分，即可允許重現期距 50 年之土石流流量通過。

藤枝 19.4K 分洪修正後之洪峰流量成果表

重現期洪水量							
洪峰流量比較	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年
原始	1.52	1.80	2.02	2.30	2.51	2.72	2.94
修正後	1.40	1.66	1.86	2.12	2.32	2.51	2.71



藤枝 19.4K 分洪流量圖

藤枝 19.4K 坑溝之水理分析表

1.基本資料

(1) 集水面積 A = 7.00 公頃　(3) 溪流長度 L2= 37 m

(2) 漫地流長度 L1= 300.0 m　(4) 高程差 ΔH= 18 m

2.集流時間

t = 502.85 sec = 8.38 min

3.降雨強度

I_t^{50} = 162 mm/hr

4.洪峰流量（清水）

Q_w = 2.32 cms (清水) （五十年）

5.土砂流流量

土砂混入率 $\alpha = 0.2$

土砂混入後水量 Qs1=Q*(1+α) = 2.78 m^3/sec （五十年）

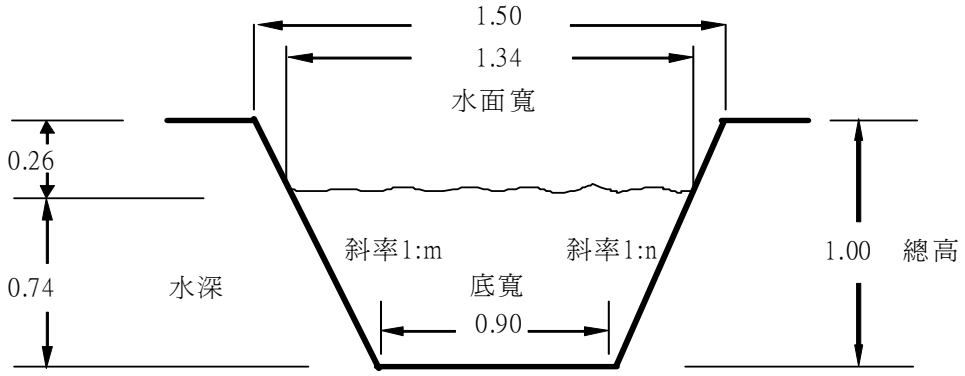
6.土石流流量

$$C_D = \frac{\rho \tan\theta}{(\sigma-\rho)(\tan\varphi-\tan\theta)} \qquad Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} \times Q_w$$

水之密度	ρ =	1	kg/m^3
土石密度	σ =	2.6	kg/m^3
工程內溪床平均坡度	θ =	12.45	°
土石之內摩擦角	φ =	35	°
土石堆積物之體積濃度 C*=(1-Pr)=		0.6	
C_D=流動中土石流體積濃度 =		0.29	
而C_D應＜0.9C^* 則	C_D=	0.29	
Q_D=土石流流量(cms) =		4.49	（五十年）

7.排洪斷面設計

(1)計畫渠道排洪斷面

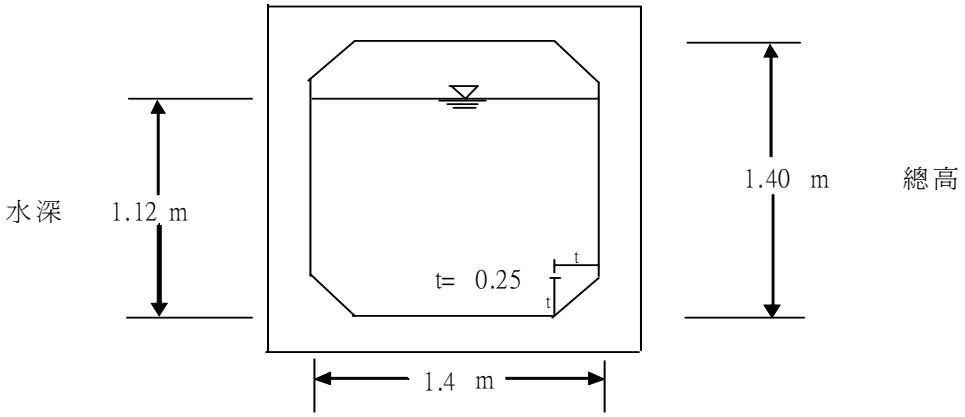


渠道斜率: m=	0.3	n=	0.3			溝 頂 寬: b=				1.50 公 尺
有效水高: h=	0.74	公 尺				設計坡降: S=				8.00 %
溝 底 寬: W=	0.90	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a= (	1.34	+	0.90	)x	0.74	/	2	=	0.83	m 2
潤 周 長: P= (	0.773	+	0.900	+	0.773		)	=	2.45	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	0.83	/	2.45	=	0.34	公 尺
水流速度: V= (	0.34	^	2 / 3	x	0.080	^	1 / 2	)/	0.025	
								=	5.51	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	0.83	x	5.51	=	4.57	cms
	洪 水 量 =		4.49	<	排 洪 量 =		4.57		OK	

檢算結果：

計畫渠道之設計水深大於74cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。

(2)計畫過路箱涵排洪斷面



箱 涵 高：H=	1.4					箱 涵 寬: W=				1.40 公 尺
有效水深: h=	1.12	公 尺				設計坡降: S=				2.00 %
截角高度: t=	0.25	公 尺				粗糙係數: N=				0.025
通水面積: a=	1.40	X	1.12	-	0.25	^	2	=	1.51	m 2
潤 周 長: P=	1.400	+	2.240	-	1.000	+	0.71	=	3.35	公 尺
水力半徑: R=	a / P			=	1.51	/	3.35	=	0.45	公 尺
水流速度: V= (	0.45	^	2 / 3	x	0.020	^	1 / 2	)/	0.025	
								=	3.32	m/sec
排 洪 量: q=	a x V			=	1.51	x	3.32	=	5.00	cms
	洪 水 量 =		4.49	<	排 洪 量 =		5.00		OK	

檢算結果：

計畫過路箱涵之設計水深大於112cm，其排洪斷面即允許依合理化公式估算50年重現期距之土石流流量通過。