

雪霸國家公園大鹿林道東線（觀霧
至大霸登山口）受災路線修建之
調查規劃

內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十四年十二月

雪霸國家公園大鹿林道東線（觀霧 至大霸登山口）受災路線修建之 調查規劃

受委託者：中華民國工程環境學會

研究主持人：張石角

研 究 員：吳素慧

內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十四年十二月

目次

表次	II
圖次	III
照片次	IV
摘要	XIV
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二章 工作方法與步驟	2
第三章 全線路況調查成果	9
第一節 全線路況調查成果項目說明	9
第二節 全線路況調查成果	9
第三節 調查成果分析	45
第四章 道路災損原因分析	47
第一節 大鹿林道東線路況災損機制分析	47
第二節 路面損壞機制分析	49
第三節 小結	71
第五章 損壞道路修建規劃	72
第一節 規劃目的與內容	72
第二節 受損路段修建之基本方針	73
第三節 大鹿林道東線損壞路段之修建規劃方法與 工法建議	75
第六章 結論與建議	94

表次

表 3.1 大鹿林道東線全線路況調查成果統計·····	18
表 3.2 大鹿林道東線全線各類路況位置座標·····	19
表 4.1 大鹿林道東線路況災損統計表·····	47
表 4.2 大鹿林道東線路況損壞之機制分析統計表·····	48
表 6.1 大鹿林道東線路況災損統計表·····	94
表 6.2 大鹿林道東線路況損壞之機制分析統計表·····	95

圖次

圖 3.1 雪霸國家公園大鹿林道東線未受損路段分布圖 (0k-8.5k)	10
圖 3.1.1 雪霸國家公園大鹿林道東線未受損路段分布圖 (8k-19k).....	11
圖 3.2 雪霸國家公園大鹿林道東線路面受損路段分布圖 (0k-8.5k)	12
圖 3.2.1 雪霸國家公園大鹿林道東線路面受損路段分布圖 (8k-19k)	13
圖 3.3 雪霸國家公園大鹿林道東線路面上坡崩塌受損路段分 布圖 (0k-8.5k)	14
圖 3.3.1 雪霸國家公園大鹿林道東線路面上坡崩塌受損路段 分布圖 (8k-19k)	15
圖 3.4 雪霸國家公園大鹿林道東線溝谷口受損路段分布圖 (0k-8.5k)	16
圖 3.4.1 雪霸國家公園大鹿林道東線溝谷口受損路段分布圖 (8k-19k)	17
圖 5.1 各類道路安全工程設施示意圖.....	74
圖 5.2 全坡面路基崩失之崩塌地示意圖.....	85
圖 5.3 魚骨狀截水系統示意圖.....	89
圖 5.4 魚骨狀截水剖面示意圖.....	89
圖 5.5 全坡面路基崩失之崩塌地示意圖.....	91

照片次

照片 2.1 未受損路段。	3
照片 2.2 路面龜裂受損路段。	3
照片 2.3 路緣崩落受損路段。	3
照片 2.4 路面塌陷受損路段。	3
照片 2.5 路基崩失受損路段。	3
照片 2.6 岩層崩塌受損路段。	4
照片 2.7 崖錐岩板滑落受損路段。	4
照片 2.8 岩屑滑落受損路段。	4
照片 2.9 土石漫流損路段。	4
照片 2.10 路基沖失受損路段。	5
照片 2.11 路面淤積受損路段。	5
照片 2.12 幼年期—新鮮基岩。	5
照片 2.13 青年期—鬆動折曲岩板層。	6
照片 2.14 壯年期—板岩片崖錐。	6
照片 2.15 壯年期—折曲破碎板岩屑。	6
照片 2.16 老年期—風化土石。	7
照片 3.1 未受損路段。(0k—0k+500)	20
照片 3.2 路面受損路段—路面龜裂。(2.1.1)	20
照片 3.3 路面受損路段—路緣崩落。(2.2.1)	20
照片 3.4 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.1)	20
照片 3.5 上坡崩塌受損路段—土石漫流。(3.4.1)	20
照片 3.6 未受損路段。(0k+500—1K)	21
照片 3.7 路面受損路段—路面龜裂。(2.1.2)	21
照片 3.8 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.2)	21
照片 3.9 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.3)	21

照片 3.10 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.4)	21
照片 3.11 上坡崩塌受損路段—崖錐岩板滑落。(3.2.1)	21
照片 3.12 未受損路段。(1k-1k+500)	22
照片 3.13 未受損路段。(1k-1k+500)	22
照片 3.14 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.5)	22
照片 3.15 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.1)	22
照片 3.16 未受損路段。(1k+500-2k)	22
照片 3.17 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.6)	22
照片 3.18 上坡崩塌受損路段—風化基岩崩塌。(3.1.2)	23
照片 3.19 未受損路段。(2k-2k+500)	23
照片 3.20 未受損路段。(2k+500-3k)	23
照片 3.21 未受損路段。(2k+500-3k)	23
照片 3.22 上坡崩塌受損路段—岩屑滑落。(3.3.1)	24
照片 3.23 路面受損路段—路基崩失。(2.4.1)	24
照片 3.24 未受損路段。(3k-3k+500)	24
照片 3.25 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.3)	24
照片 3.26 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.1)	24
照片 3.27 溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.1)	24
照片 3.28 未受損路段。(3k+500-4k)	25
照片 3.29 上坡崩塌受損路段—岩屑滑落。(3.3.2)	25
照片 3.30 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.4)	25
照片 3.31 未受損路段。(4k-4k+500)	25
照片 3.32 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.5)	25
照片 3.33 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.6)	26
照片 3.34 未受損路段。(4k+500-5k)	26
照片 3.35 路面受損路段—路緣崩落。(2.2.2)	26
照片 3.36 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.7)	26
照片 3.37 未受損路段。(5k-5k+500)	27

照片 3.38 路面受損路段—路面龜裂。(2.1.3)	27
照片 3.39 路面受損路段—長邊坡路基崩失。(2.4.2)	27
照片 3.40 上坡崩塌受損路段—岩屑滑落。(3.3.3a)	27
照片 3.41 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.2)	27
照片 3.42 未受損路段。(5k+500—6k)	28
照片 3.43 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.8)	28
照片 3.44 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.9)	28
照片 3.45 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.10)	28
照片 3.46 未受損路段。(6k—6k+500)	28
照片 3.47 路面受損路段—路面龜裂。(2.1.4)	28
照片 3.48 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.8)	29
照片 3.49 未受損路段。(6k+500—7k)	29
照片 3.50 路面受損路段—路緣崩落。(2.2.3)	29
照片 3.51 未受損路段。(7k—7k+500)	29
照片 3.52 路面受損路段—路基崩失。(2.4.3)	
上坡崩塌受損路段—岩屑滑落。(3.3.3a)	29
照片 3.53 未受損路段。(7k+500—8k)	30
照片 3.54 路面受損路段—路面龜裂。(2.1.5)	30
照片 3.55 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.9)	30
照片 3.56 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.11)	30
照片 3.57 未受損路段。(8k—8k+500)	30
照片 3.58 路面受損路段—路面龜裂。(2.2.4)	30
照片 3.59 溝谷口受損路段—路基崩失。(4.1.3)	31
照片 3.60 溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.2)	31
照片 3.61 未受損路段。(8k+500—9k)	31
照片 3.62 溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.3)	31
照片 3.63 未受損路段。(9k—9k+500)	31
照片 3.64 路面受損路段—路緣崩落。(2.2.5)	31
照片 3.65 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.4)	32

照片 3.66	溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.5)	32
照片 3.67	未受損路段。(9k+500—10k)	32
照片 3.68	未受損路段。(10k—10k+500)	32
照片 3.69	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.4)	32
照片 3.70	未受損路段。(10k+500—11k)	33
照片 3.71	路面受損路段—路面龜裂。(2.1.6)	33
照片 3.72	上坡崩塌受損路段—基岩崩落。(3.1.12)	33
照片 3.73	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.5)	33
照片 3.74	未受損路段。(11k—11k+500)	33
照片 3.75	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.6)	33
照片 3.76	未受損路段。(11k+500—12k)	34
照片 3.77	路面受損路段—路面塌陷。(2.3.10)	34
照片 3.78	上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.13)	34
照片 3.79	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.7)	34
照片 3.80	路面受損路段—路緣崩落。(2.2.6)	34
照片 3.81	路面受損路段—路基崩失。(2.4.4)	34
照片 3.82	路面受損路段—路基崩失。(2.4.5)	35
照片 3.83	上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.14)	35
照片 3.84	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.8)	35
照片 3.85	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.9)	35
照片 3.86	未受損路段。(12k+500—13k)	35
照片 3.87	上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.15)	35
照片 3.88	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.10)	36
照片 3.89	未受損路段。(13k—13k+500)	36
照片 3.90	上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.16)	36
照片 3.91	上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.17)	36
照片 3.92	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.11)	36
照片 3.93	未受損路段。(13k+500—14k)	37
照片 3.94	未受損路段。(14k—14k+500)	37
照片 3.95	溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.12)	37
照片 3.96	未受損路段。(14k+500—15k)	37
照片 3.97	上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.18)	37

照片 3.98 溝谷口受損路段一路基沖失。(4.1.6)	
溝谷口受損路段一路面淤積。(4.2.13)	.....38
照片 3.99 溝谷口受損路段一路面淤積。(4.2.14)	.....38
照片 3.100 溝谷口受損路段一路面淤積。(4.2.15)	.....38
照片 3.101 未受損路段。(15k-15k+500)	.....38
照片 3.102 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.19)	.....38
照片 3.103 溝谷口受損路段一路面淤積。(4.2.16)	.....39
照片 3.104 溝谷口受損路段一路面淤積。(4.2.17)	.....39
照片 3.105 未受損路段。(15k+500-16k)	.....39
照片 3.106 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.20)	.....39
照片 3.107 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.21)	.....39
照片 3.108 未受損路段。(16k-16k+500)	.....40
照片 3.109 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.22)	.....40
照片 3.110 未受損路段。(16k+500-17k)	.....40
照片 3.111 路面受損路段一路基崩失。(2.4.6)	.....40
照片 3.112 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.23)	.....40
照片 3.113 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.24)	.....40
照片 3.114 溝谷口受損路段一路基沖失。(4.1.7)	.....41
照片 3.115 溝谷口受損路段一路面淤積。(4.2.18)	.....41
照片 3.116 未受損路段。(17k-17k+500)	.....41
照片 3.117 路面受損路段一路緣崩落。(2.2.7)	.....41
照片 3.118 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.25)	.....41
照片 3.119 未受損路段。(17k+500-18k)	.....42
照片 3.120 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.26)	.....42
照片 3.121 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.27)	.....42
照片 3.122 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.28)	.....42
照片 3.123 未受損路段。(18k-18k+500)	.....42
照片 3.124 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.29)	.....42
照片 3.125 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.30)	.....43
照片 3.126 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.31)	.....43
照片 3.127 未受損路段。(18k+500-19k)	.....43
照片 3.128 路面受損路段一路基崩失。(2.4.7)	.....43
照片 3.129 上坡崩塌受損路段一基岩崩塌。(3.1.32)	.....43

照片 3.130 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.33)	43
照片 3.131 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.34)	44
照片 3.132 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.8)	44
照片 3.133 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.9)	44
照片 3.134 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.10)	44
照片 4.1 道路上邊坡新鮮變質硬頁岩之平行坡面之垂直節理發達，易於地震和豪雨時，崩落路面，直接威脅行旅安全。	49
照片 4.2 道路上邊坡垂直板岩劈理造成有利邊坡崩落之環境。	50
照片 4.3 道路人工上邊坡形成垂直節理面下坡之崩落自由面，造成有利岩壁之崩落之環境。	50
照片 4.4 垂直板岩節理有利雨水入滲，使水壓增加而崩塌。	51
照片 4.5 道路人工上邊坡產生垂直節理面之崩落自由面，而誘發崩塌。	51
照片 4.6 新鮮板岩崩積層之再次崩塌埋沒和損壞路基。	52
照片 4.7 損壞路段之航照，可見滑動體至道路為止，下坡影響不大。又峭壁滑動面已有植生，故可知滑動體非生於近期。	52
照片 4.8 自滑動體足部滾落至道路下邊坡之石塊，對坡面損害輕微。	52
照片 4.9 道路上邊坡舊日滑動體受地表逕流沖刷成蝕溝，以及蝕溝側樹幹傾倒情況。	53
照片 4.10 道路上邊坡板岩變形滑動體及樹木正常生長情況，顯示道路損壞起因於逕流之沖刷和岩屑石板沖淤。	53

照片 4.11	人工上邊坡風化岩層滑落。	54
照片 4.12	人工上邊坡風化岩層滑落路面阻擋交通而未傷及路基。	54
照片 4.13	人工陡上坡風化鬆動板岩。	54
照片 4.14	風化岩層人工陡上坡引起土石滑落路面。	55
照片 4.15	道路外緣呈圓弧形之崩塌，其滑動面露出風化板岩層理。	55
照片 4.16	平行於路緣之線狀崩塌，係沿基岩界面發生。	55
照片 4.17	路緣圓弧形崩塌，前有土石崩積路面，阻擋並轉移路面逕流溢過路緣，乃崩塌之誘因。	56
照片 4.18	平行於路緣之崩塌，可看到越過路緣之流水沖刷之跡象。	56
照片 4.19	路面逕流匯集於低窪處，並入滲路基而掣動其崩塌。	57
照片 4.20	全線幾無內側與橫向排水設施，以安全排除路面逕流。	57
照片 4.21	路面堆積崩塌土石，妨礙逕流排除而造成集中溢流沖刷路緣。	58
照片 4.22	路緣之混凝土護坡有阻止路緣沖刷之功能。	58
照片 4.23	路緣混凝土構造物之護坡，因填土不實與構造物未至實土，而難敵路面逕流之破壞力。	59
照片 4.24	板岩基岩面常為滑動面，乃因滲水沿基岩面流動所致。	59
照片 4.25	垂直基岩面與風化層之界面為路基崩塌之滑動面。	59
照片 4.26	通過全坡面崩塌區之路基全段崩失。(道路 7.5K 處)	60
照片 4.27	通過全坡面崩塌區之路基全段崩失。(道路 5.5K 處)	60

- 照片 4.28 上緩下陡地貌與近水平之黑色板岩露頭，和深厚之風化層，皆為長期崩塌之有利條件。……61
- 照片 4.29 風化層滑動體部份仍殘留於滑動面上。頂部緩坡和山凹地形，以及深厚之風化層和高大陡坡乃造成大規模崩塌之有利條件。……61
- 照片 4.30 洩槽形崩塌地近坡地為滑動面，山腹則為殘留之不穩定滑動體。……62
- 照片 4.31 山洪沖毀填土方路基。所埋之涵管早被杜塞而無排除水、土功能。……62
- 照片 4.32 山洪沖毀谷口道路及兩側路基。……62
- 照片 4.33 山洪沖下土石、流木堆積路面阻塞交通。所設方型排水溝小而被土石壅塞而無排除土石、流木之功能。……63
- 照片 4.34 來自坑溝之土石漫積路面，並使山洪沿路漫流，沖刷路緣和路基。……63
- 照片 4.35 道路橫過坑口，中斷其流路而造成沖淤。……63
- 照片 4.36 谷口道路填方路基，穩定度差。……64
- 照片 4.37 谷口排水涵管多無作用。……64
- 照片 4.38 山洪沖刷峽谷兩岸坡腳而引起路基崩塌。……65
- 照片 4.39 溪岸工程有改變溪流流心至左岸，而引起坡腳沖蝕。……65
- 照片 4.40 道路 0—0.5K 寬闊路面龜裂情況。……66
- 照片 4.41 道路向外側陡坡逐段下陷，落差十公分上下。…66
- 照片 4.42 路面龜裂落差在路緣較大。……67
- 照片 4.43 路面階梯狀塌陷多發生於路面較窄之填方路段。67
- 照片 4.44 路面塌陷區之路寬狹窄，下臨陡坡。……68
- 照片 4.45 狹窄路面向陡下坡作前傾階梯狀之塌陷。……68
- 照片 4.46 路面塌陷區路面外側崩裂土塊漸趨零亂，乃土壤吸水軟化流動所生之現象。……68

照片 4.47 陡峻下邊坡為路面龜裂和塌陷之地形特徵。 …	69
照片 4.48 緩坡造林地。 ……	69
照片 4.49 填土方區道路下邊坡樹幹彎曲情況，顯示土壤之蠕 移現象。 ……	70
照片 4.50 岩盤路基段少見龜裂與塌陷之現象。 ……	71
照片 5.1 道路 7K+500 之高大峭壁。 ……	75
照片 5.2 道路 8K 之高大峭壁。 ……	75
照片 5.3 道路直上方高大峭壁於突發地震之際，容易落石傷 人。 ……	76
照片 5.4 峭壁掛網，以約束墜石於網中。 ……	76
照片 5.5 中型峭壁，可掛網或以擋土牆加防落石柵。(道路 11K) ……	76
照片 5.6 穩定高之岩壁，可不予處理。(道路 15K) ……	77
照片 5.7 鬆動岩壁，可建擋土牆加防落石網。(道路 15K) 77	
照片 5.8 上邊坡岩石滑落路面，可建擋土牆加防落石網。 77	
照片 5.9 擋土牆加防落石柵，以防止落石掉落路面。 ……	78
照片 5.10 逕流沖刷道路上邊坡土石，掩埋和損壞路面。 …	78
照片 5.11 興建擋土牆以防止邊坡移動。 ……	79
照片 5.12 以箱型蛇籠護坡。 ……	79
照片 5.13 護坡擋土牆、內側排水溝、路面及外側護欄、以及 安全區域排水，是安全山區道路必要之設施。 …	79
照片 5.14 岩屑滑崩，滑動體衝至路面。(道路 2K+200) 80	
照片 5.15 風化土石崩落路面。(道路 3K+200) ……	80
照片 5.16 以擋土牆阻擋土石和保護邊坡。 ……	80
照片 5.17 基岩分佈區路緣之線狀崩塌。 ……	81
照片 5.18 路緣以混凝土構造物保護。 ……	81
照片 5.19 弧型路面崩塌，由路面集中逕流引起。 ……	82
照片 5.20 路面逕流引起之沖刷與駁坎之破壞。 ……	82
照片 5.21 以深入老土之駁坎重建路基。 ……	83

照片 5.22 路基被路面逕流沖蝕而崩失。	83
照片 5.23 以複式駁坎重建路基。	83
照片 5.24 以複式駁坎重建路基。	84
照片 5.25 以半邊橋跨越路基崩失路段。	84
照片 5.26 路段通過二人休息之處，中央山腹為殘留滑動體。 左側（西側）可見基岩面。	85
照片 5.27 路段下段輸送區，右側（西側）基岩裸露。	86
照片 5.28 上坡滑動面出露泥質鬆動變形基岩。	86
照片 5.29 下坡滑動面出露泥質鬆動變形基岩。	86
照片 5.30 山腹殘留滑動體穩定度低。	87
照片 5.31 將上邊坡不穩定滑動體清除，為修復路段方法之一。	88
照片 5.32 將上邊坡不穩定滑動體清除，為修復路段方法之一。	88
照片 5.33 棧橋式路基以通過險阻地區。	88
照片 5.34 路基阻擋谷口山洪流徑而為其所毀。	89
照片 5.35 路基阻擋谷山洪，涵管設計卻以尋常逕流為對象。	90
照片 5.36 跨越山谷之排水設施須有排除山洪之規模。	90
照片 5.37 谷口土石洪流交路面於其上游，致其土石淤積於路面。	91
照片 5.38 寬大路基龜裂，填補並於外側設置擋土設施。	92
照片 5.39 路基外側設置擋土設施以穩定之。	92
照片 5.40 狹窄填方路基之前傾塌陷。	93
照片 5.41 建築穩固駁坎，以承受填方路基。	93

摘 要

關鍵詞：大鹿林道東線，調查，規劃，災害機制

一、研究緣起

大鹿林道東線是觀霧遊憩區通達大霸尖山登山口之林道。有此林道使民眾經由九九山莊登臨伊澤山一賞大霸、雪山等壯麗高山景觀，成為三天二夜可及之事。

然而，九十三年夏季之豪雨，卻重創本路線而使之中斷。本研究之目的即在於調查全線受損實況，並分析其災害機制，藉之以研擬修建之方針、方法與工法等規劃內容，以為治理工程設計之基礎。

二、研究方法及過程

本研究分成調查與規劃兩部分。

1. 調查是將全路線十九公里之實地踏查，並使用 GPS 進行各種類型之受損路段的測繪、照相，並製成二萬五千分之一路線圖。
2. 根據調查所得地形、地質、路基崩塌現象等，分析各種損壞之基因與誘因，而得其災害機制。
3. 損壞路段之修建方法必須能有效避免災害發生之機制。因此修建規劃是從機制以研擬修建對策，並建議適當之工法。

三、重要發現

1. 全線十九公里中，各種輕重之受損路段長度總計二千六百多公尺，佔全長之 14%。其中由於上邊坡之自然崩塌所引起之大規模路基崩失者三處，各長約二百公尺，屬修建工程較大者，但依山區道路災害程度，其難度則為中度。
2. 其餘各類型崩塌，都起因於道路等級偏低，道路安全工程闕如所致，其肇災原因以人為為主，故矯正其缺點即可避免其災害之發生。

四、主要建議事項

1. 大鹿林道東線為觀霧遊憩區存在價值之所繫，故其全線之道路等級應予提升。
2. 損壞路段總長約二千六百多公尺，其修建務必依山區道路水土保持規範設置安全工程設施，以免重蹈覆轍。而緊急防災則以受損路段優先。
3. 長距離之路段修建，應以 30~50 公尺為一單元，迨其路基與安全工程完工後，再續建其下段。切忌於雨季全線動工，而再遭損壞。

An investigation of road collapse and planning of reconstruction of the east section of Ta-Lu forest road, Shei-Pa National Park

By Chang, Shih Chiao

ABSTRACT

Keywords: investigating, reconstruction planning, road safety engineering

In 2004, many parts of the road, which leads from Kuan Wu to Ta-Pa trail, were affected by heavy storms. The present study is aimed at investigating the causes and mechanism of the road failure, and on the basis of the results to make a reconstruction planning.

It is found from the present study that 2.6km of the 19km of the road length were affected in the abnormal natural events, and only three parts of the affected, each with a length of about 200 meters, were resulted from natural slope failure, while the rest can be regarded as the victims of improper road safety engineering.

Therefore, it is suggested that the reconstruction program must be based on the teaching revealed in the present study, and it is better to upgrade the road construction level for the good of the tourism activities.

第一章 緒 論

第一節 研究緣起與背景

一、研究緣起

本計畫之目的是就大鹿林林道東線至登山口間約二十公里長之車道，於九十三年豪雨時受損之路段進行調查並提出修建之規劃。

為達到此計畫目的，須先進行下列工作，以獲得修建規劃所須之基本資料。

工作一：全線路況調查，並依路面受損狀況分類，以得出一般性受損路段與特別嚴重之受損路段及其地理分布。

工作二：研究和分析各種道路中斷之原因，據以研判修建之難易、方法與工程規模。

因此，本計畫之主要內容包括三個部分：

- 一、全線路況調查；
- 二、分別修建難易路段；
- 三、提出修建規劃建議。

第二章 工作方法與步驟

本計畫之主要工作分成四大部分：

- 一、準備工作；
- 二、田野調查工作；
- 三、資料整理與分析工作；
- 四、受損路段修建規劃研擬。

茲將各部分工作簡述如下：

一、準備工作：包括三部分—

- (一) 山區道路工程基本文獻之閱讀與檢討。
- (二) 板岩區工程地質研究—本研究區為雪山山脈板岩區。板岩分布區在地形和邊坡穩定性皆有其特殊性，且與路況密切相關，故須先對之進行必要之研究，以便在田野調查時能夠掌握問題要點。
- (三) 山區路況調查方法研擬—本區交通不便、天候不佳、多處重大坍方通過危險等因素，勢不能在山區作長期逗留，以從容調查。為此，在田野工作正式展開之前，先進行前段部分路況調查，以瞭解實地狀況，憑以規劃和設計田野迅速而有效率之調查方法。

如此所規劃之方法包含三部分：

1. 空間定位與測量方法—以掌上型電腦 (PDA) 配合比例尺二萬五千分之一數化地形圖和全球衛星定位儀 (GPS) 作空間定位和測量之工具，其誤差值在十公尺左右，足可滿足本計畫之目的。
2. 路況損壞區分—將道路損壞狀況劃分為下列四大類，十一項：
 - (1) 未受損路段—路基未受破壞之路段，含上邊坡土石崩落路面而未損害路基之路段，即清除路面堆積之土石，即可通車之路段。



照片 2.1 未受損路段。

(2) 路面損壞—路面或路基受到某種程度之損壞而須有修補、復建之行為者。依其輕重分為下列四種類型：

(2.1) 路面龜裂



照片 2.2 路面龜裂受損路段。

(2.2) 路緣崩滑



照片 2.3 路緣崩落受損路段。

(2.3) 路面塌陷



照片 2.4 路面塌陷受損路段。

(2.4) 路基崩失



照片 2.5 路基崩失受損路段。

(3) 路面上邊坡崩塌—上邊坡崩塌土石掉落路面而危及行車安全，須有防制措施者。依其對道路危害之嚴重性，分為下列四種類型。其中邊坡大規模崩塌使路基一起崩失者，計入須重建其路基之「路基崩失」項中。

(3.1) 基岩崩塌



照片 2.6 基岩崩塌受損路段。

(3.2) 崖錐岩板滑落



照片 2.7 崖錐岩板滑落受損路段。

(3.3) 岩屑滑落



照片 2.8 岩屑滑落受損路段。

(3.4) 土石漫流



照片 2.9 土石漫流受損路段。

(4) 溝谷口道路沖淤—道路通過溝谷口受其洪流之沖斷或土石淤積路面而中斷者。路基被洪流沖失者須重建路基，而路面淤積者則將土石清除即可。分成下列兩種類型：

(4.1) 路基沖失



照片 2.10 路基沖失受損路段。

(4.2) 路面淤積



照片 2.11 路面淤積受損路段。

3. 路基與崩塌邊坡地質

路基和崩塌邊坡之地質以其與邊坡穩定關係，分為下述五類，括號內者為硬頁岩或板岩層變形風化演變之時期：

- (1) 新鮮基岩 (①幼年期) — 黑灰色硬頁岩和板岩所構成之基岩。



照片 2.12 幼年期—新鮮基岩。

- (2) 鬆動折曲板岩層 (②青年期) — 板岩層受到重力作用而產生折曲，於岩體內產生了張力裂隙和變色風化，唯尚未有明顯之位移。



照片 2.13 青年期—鬆動折曲岩板層。

(3) 板岩片崖錐 (③壯年期) —由新鮮硬頁岩和板岩崩落之板岩片疊置而成。



照片 2.14 壯年期—板岩片崖錐。

(4) 折曲破碎板岩屑 (④壯年期) —全然受到重力折曲而破碎之板岩屑，呈水平或略朝下坡傾斜之疊置狀態。



照片 2.15 壯年期—折曲破碎板岩屑。

(5) 風化土石 (㊟老年期) —板岩細屑與其風化所成之土壤之混合物質。



照片 2.16 老年期—風化土石。

二、田野調查工作

田野調查自東線起點(管制柵門)開始,逐段進行至登山口吊橋止,合計約 19.5 公里(登山口管制站為 19k)。

調查工作包括:

- (一) 路況辨識與照相;
- (二) 路基和崩塌地地質辨識與照相;
- (三) 路況起迄點空間定位與記述。

田野調查照相係以兩部數位相機同時進行。其拍攝時間並先與 PDA 時間校對,以使 GPS 空間定位與拍攝時間同步,以確保各種田野紀錄資料在地理位置上之正確性。

三、資料整理與分析工作

田野調查成果，依四種路況分別整理和標示於四幅比例尺為二萬五千分之一路線地形圖上，即：

- (一) 未受損路段分布圖；
- (二) 路面損壞路段分布圖；
- (三) 路面上坡崩塌分布圖；
- (四) 溝谷口道路沖淤分布圖。

分析工作之目的設定為：

- 1. 道路損壞原因分析；
- 2. 損壞路段現況分析。

此因修建規劃必須能夠去除或迴避損壞之原因，以免重蹈覆轍，而損壞路段現況則決定修件之難易與規模。

四、受損路段修建規劃研擬

本工作係以受損路段之分析結果為基礎。分成：

- (一) 一般性損壞路段；
- (二) 特別嚴重受損路段。

分別提出適當之修建規劃建議。

第三章 全線路況調查成果

第一節 全線路況調查成果項目說明

一、里程

全線路況調查成果以道路里程分段表示：即從起點的 0k(管制路口柵欄)至終點的 19k(登山口服務站)止，每 500 公尺為一路段，標示其路況。

里程是以國家公園管理處所立之里程木樁為準，而以 GPS 定其在基圖上的位置。故其精確度受立樁地點和 GPS 兩者的影響。

二、路況分布圖示

本調查將四大類路況分別標示於四幅（每類路況各二張）比例尺為二萬五千分之一地形圖上。各類子項中，路面上邊坡崩塌和溝谷口路面淤積等項標示其地理位置，而其餘各項則包含其大約長度。

三、路況空間分布

全線路況四大類十一項之調查成果統計，如表 3.1 所示，以方便閱覽與分析。

表中，上邊坡崩塌而使路基崩失者，計入「路面損壞路段」之「路基崩失」項，唯因其嚴重性，故仍於「路面上邊坡崩塌」類之子項以紅色方框標示其大型崩塌地之性格。

四、各里程代表性路況之照片

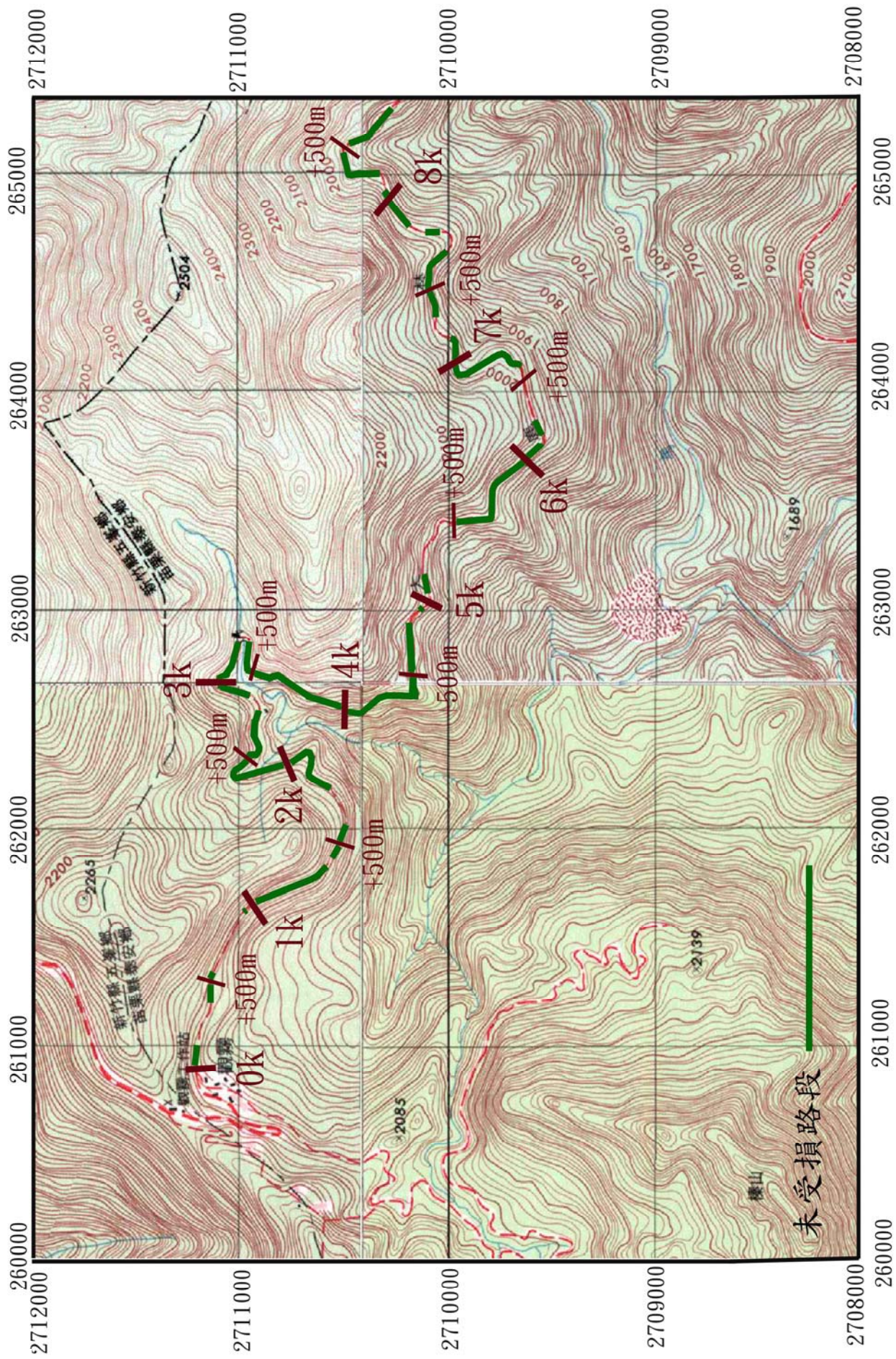
各里程代表性路況照片用以具體呈現本路線各類損壞之現場實際情況，以供事實之瞭解與評估。

本照片集係依空間系統排列之路況，亦是本路線此次災損情況之實錄，有其研究和歷史之意義。

第二節 全線路況調查成果

一、各類路況地理分布圖（比例尺二萬五千分之一）

圖 3.1 雪霸國家公園大鹿林道東線未受損路段分布圖 (0k-8.5k)

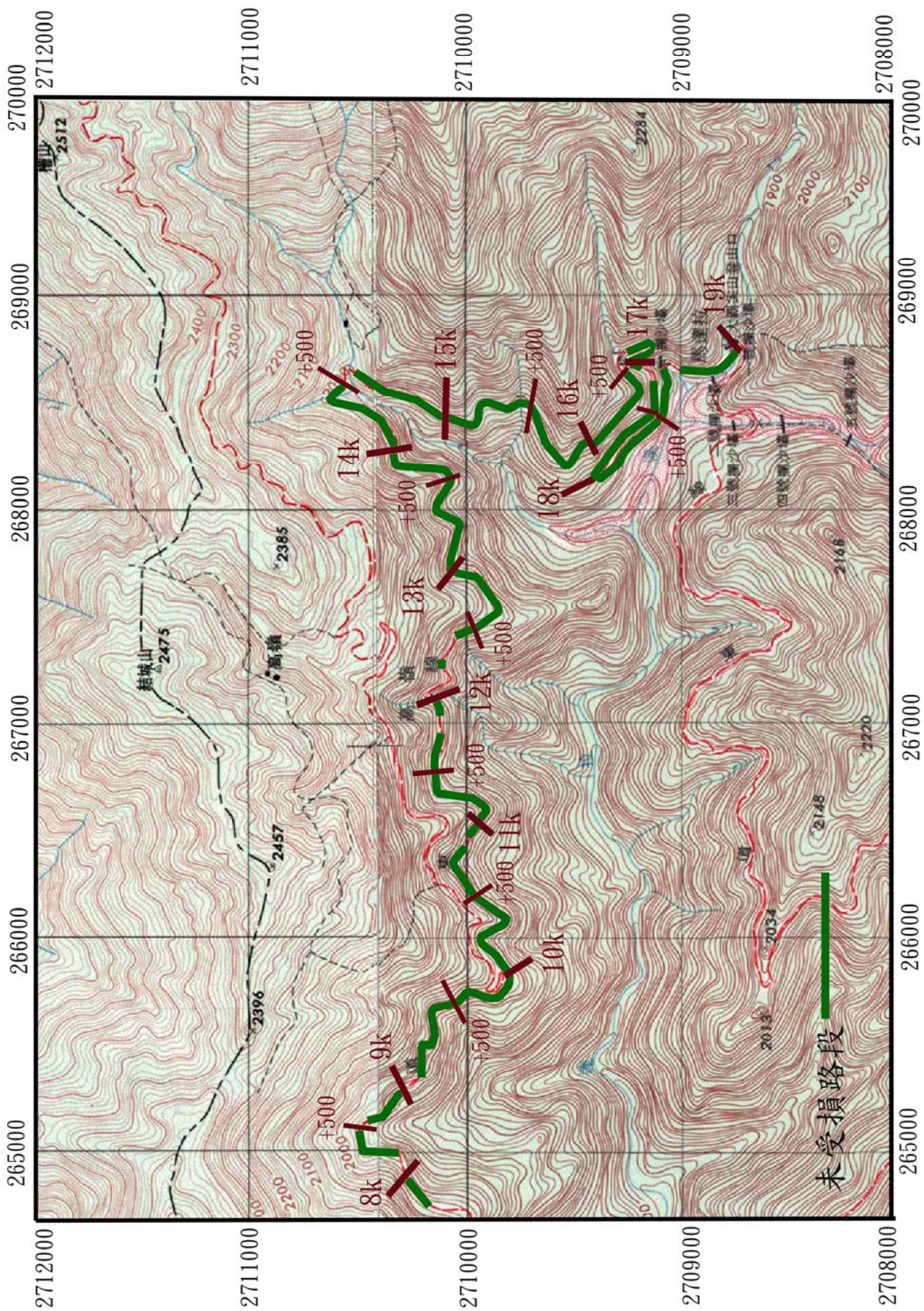


等高線間距：10m

比例尺 1:25,000

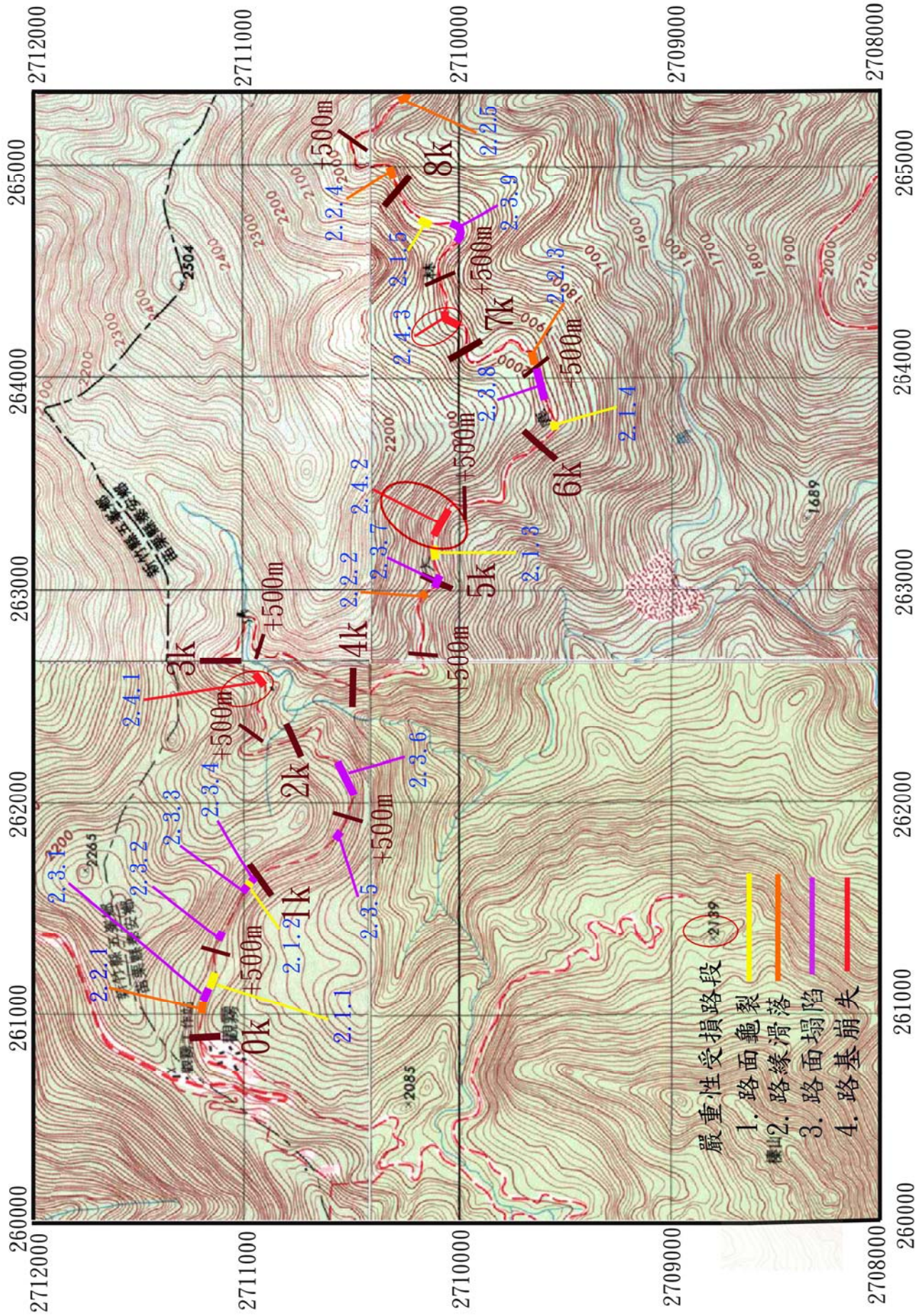


圖 3.1.1 雪霸國家公園大鹿林道東線未受損路段分布圖 (8k-19k)



比例尺 1:25,000 等高線間距:10m

圖 3.2 雪霸國家公園大鹿林道東線路面受損路段 (0k-8.5k)

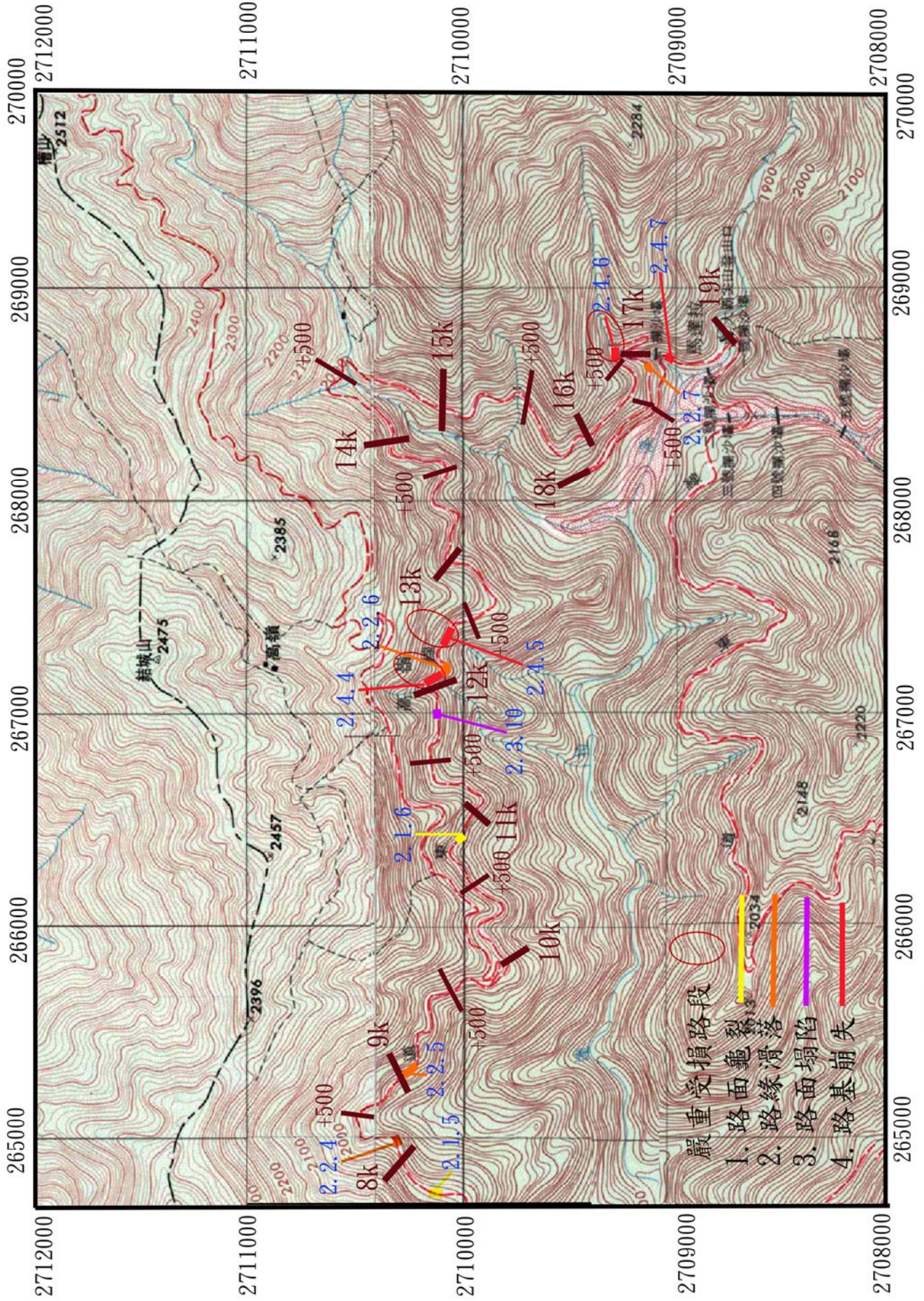


等高線間距: 10m

比例尺 1:25,000



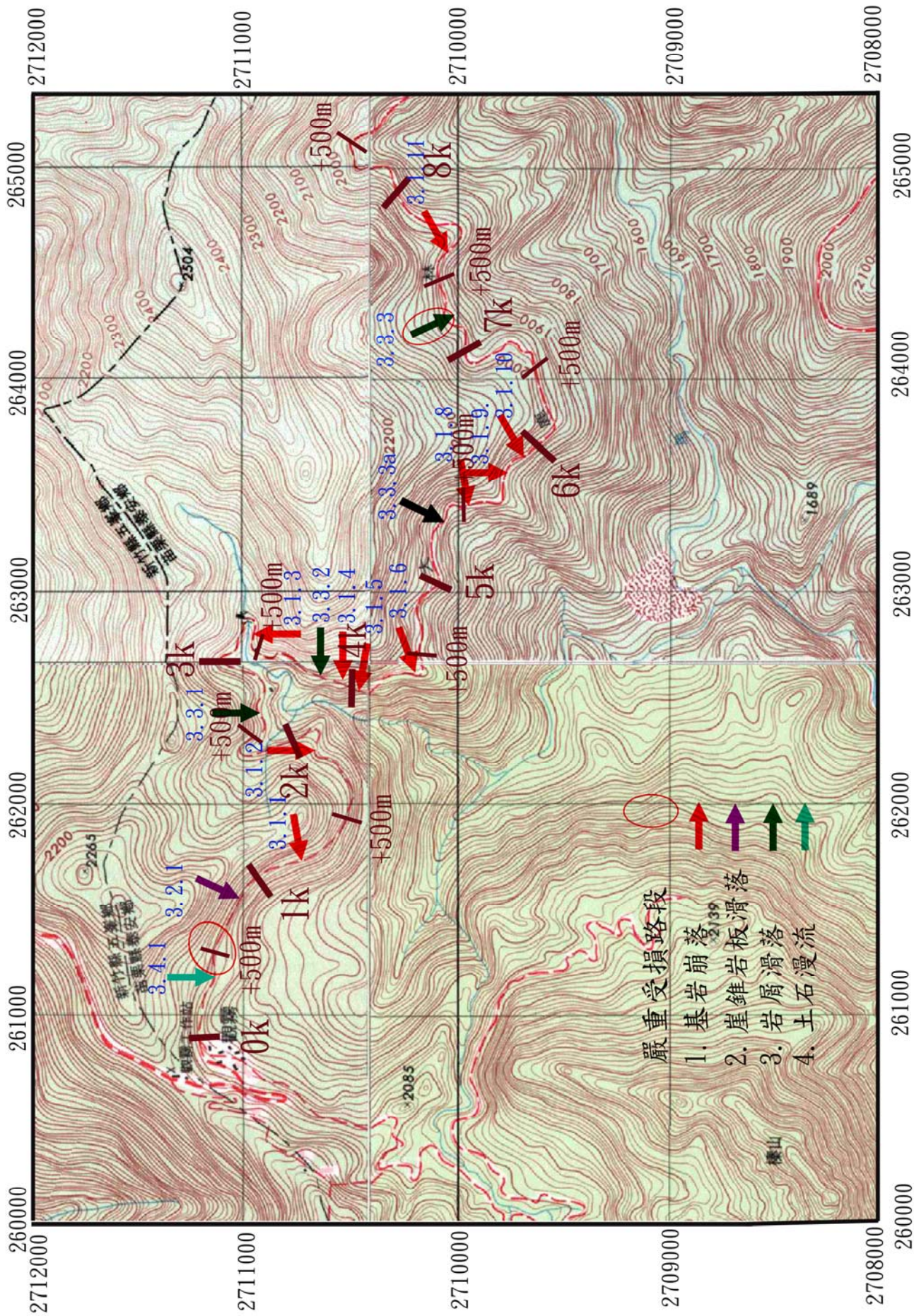
圖 3.2.1 雪霸國家公園大鹿林道東線路面受損路段 (8k-19k)



等高線間距: 10m

比例尺 1:25,000

圖 3.3 雪霸國家公園大鹿林道東線路面上坡崩塌受損路段分布圖 (0k-8.5k)



比例尺 1:25,000 等高線間距:10m

圖 3.3.1 雪霸國家公園大鹿林道東線路面上坡崩塌受損路段分布圖 (8k-19k)

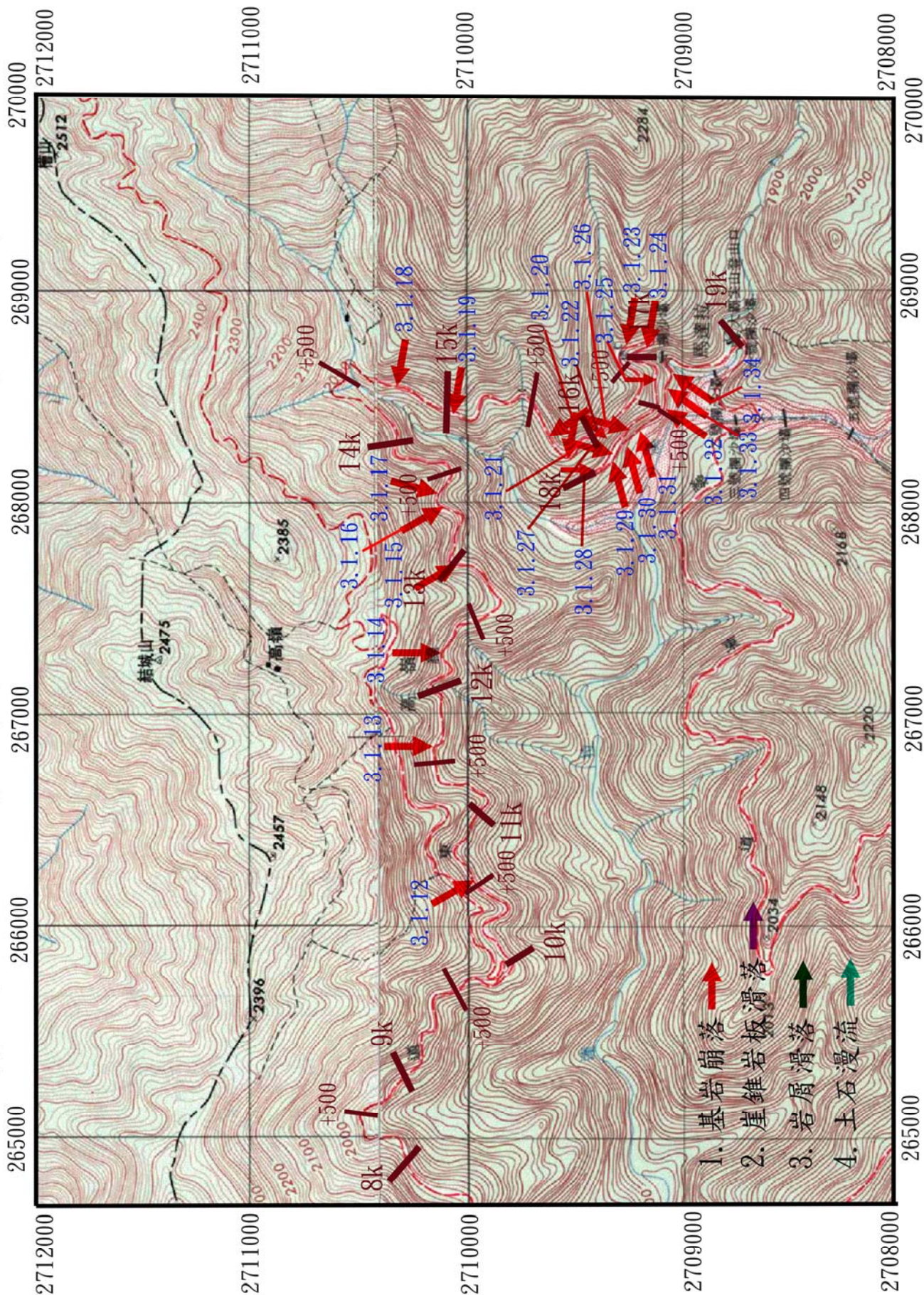


圖 3.4 雪霸國家公園大鹿林道東線溝谷口受損路段分布圖 (0k-8.5k)

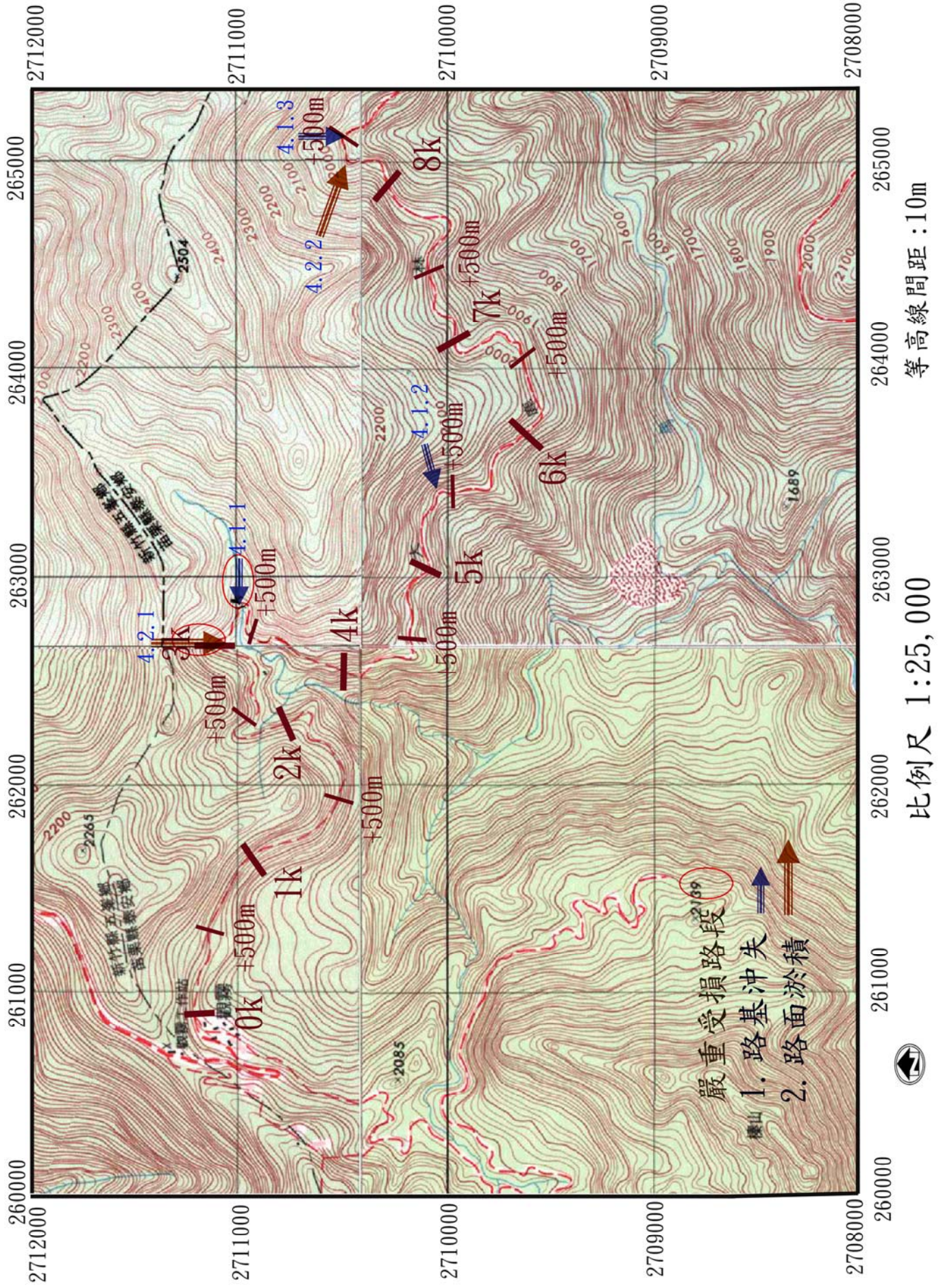
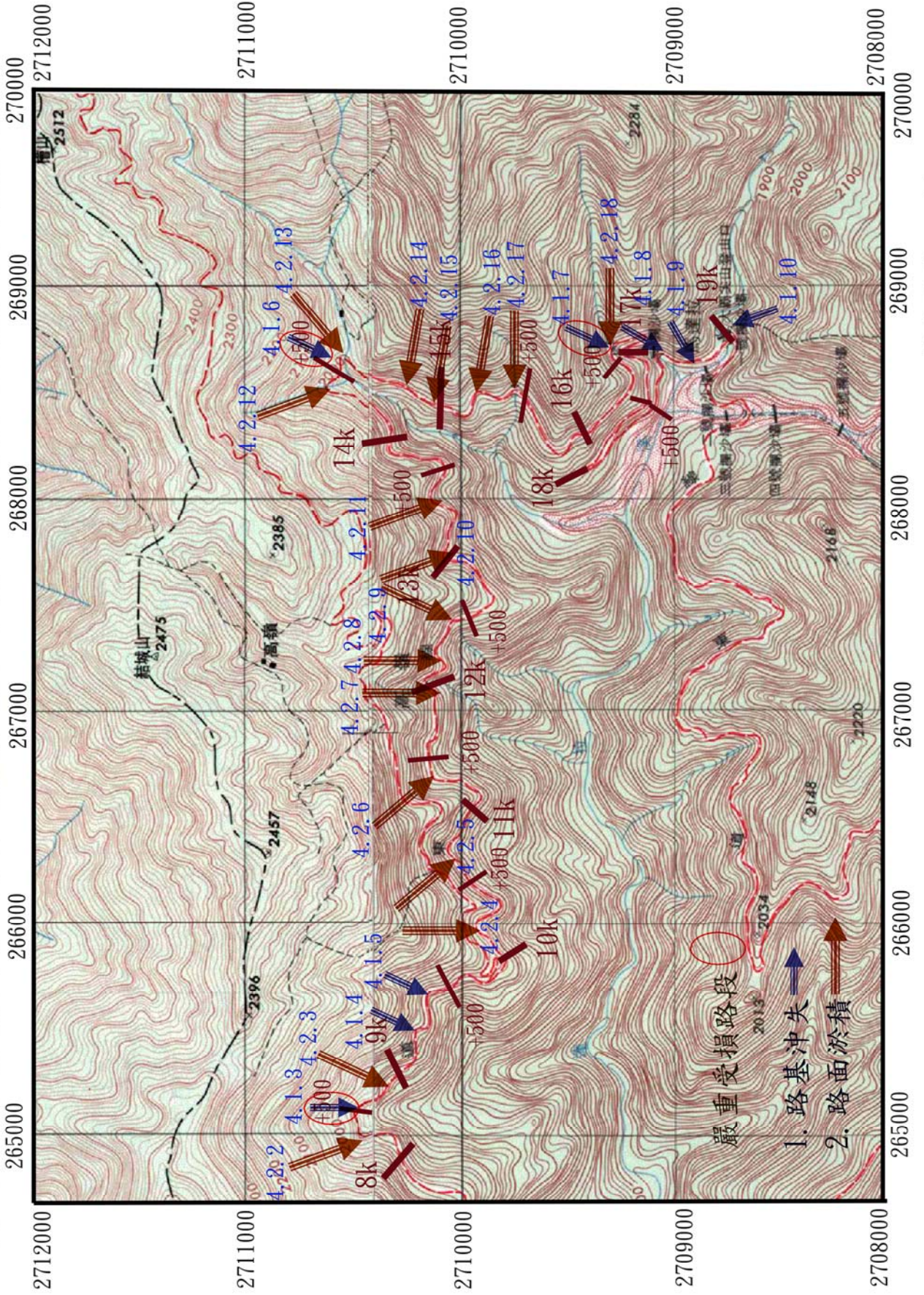


圖 3.4.1. 雪霸國家公園大鹿林道東線溝谷口受損路段分布圖(8k-19k)



二、各類路況統計表

表 3.1 大鹿林道東線全線路況調查成果統計 (個數/長度)

里程	路況		未受損路段				路面受損路段				上坡崩塌路段				谷口受損路段	
	路段數	長度(m)	龜裂	緣崩	塌陷	崩失	基岩	岩板	岩屑	土砂	沖失	淤積				
0k-0k+500	2	270	1/80	1/70	1/75	-	-	-	-	1	-	-				
0k+500-1k	1	40	1/30	-	3/140	-	-	1/230	-	-	-	-				
1k-1k+500	2	470	-	-	1/40	-	1	-	-	-	-	-				
1k+500-2k	2	320	-	-	1/200	-	1	-	-	-	-	-				
2k-2k+500	1	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
2k+500-3k	2	450	-	-	-	1/70	-	-	1	-	-	-				
3k-3k+500	2	440	-	-	-	-	1	-	-	-	2/60	-				
3k+500-4k	1	500	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-				
4k-4k+500	1	500	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-				
4k+500-5k	2	440	-	1/40	1/20	-	-	-	-	-	-	-				
5k-5k+500	2	240	1/40	-	1/20	1/200	1	-	-	-	1	-				
5k+500-6k	1	500	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-				
6k-6k+500	2	250	1/40	-	1/210	-	-	-	-	-	-	-				
6k+500-7k	1	440	-	1/60	-	-	-	-	-	-	-	-				
7k-7k+500	2	250	-	-	-	1/250	-	-	-	-	-	-				
7k+500-8k	3	340	1/40	-	1/120	-	1	-	-	-	-	-				
8k-8k+500	2	450	1/50	-	-	-	-	-	-	-	-	1				
8k+500-9k	1	470	-	-	-	-	-	-	-	-	1/30	1				
9k-9k+500	1	420	-	1/80	-	-	-	-	-	-	2	-				
9k+500-10k	1	500	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-				
10k-10k+500	1	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1				
10k+500-11k	2	470	1/30	-	-	-	1	-	-	-	-	1				
11k-11k+500	1	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1				
11k+500-12k	2	470	-	-	1/30	-	1	-	-	-	-	1				
12k-12k+500	2	240	-	1/80	-	2/180	1	-	-	-	-	2				
12k+500-13k	1	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
13k-13k+500	1	500	-	-	-	-	3	-	-	-	-	2				
13k+500-14k	1	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
14k-14k+500	1	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1				
14k+500-15k	1	470	-	-	-	-	1	-	-	-	1/30	2				
15k-15k+500	1	500	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2				
15k+500-16k	1	500	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-				
16k-16k+500	1	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
16k+500-17k	1	440	-	-	-	1/30	2	-	-	-	1/30	-				
17k-17k+500	2	470	-	1/30	-	-	-	-	-	-	-	-				
17k+500-18k	1	500	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-				
18k-18k+500	1	500	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-				
18k+500-19k	1	500	-	-	-	-	3	-	-	-	-	2				
19,000m	長度	16,350	7/310	6/360	11/855	5/730	29	1/230	2	1	8/150	17				

表 3.2 大鹿林道東線全線各類路況位置座標

路況編號	座標 X	座標 Y	路況編號	座標 X	座標 Y	路況編號	座標 X	座標 Y
2.1.1	261210	2711121	3.1.1	261750	2710744	4.1.1	262920	2710935
2.1.2	261692	2710897	3.1.2	262290	2710625	4.1.2	263388	2710009
2.1.3	263142	2710130	3.1.3	262851	2710908	4.1.3	265134	2710466
2.1.4	263743	2709522	3.1.4	262541	2710461	4.1.4	265497	2710212
2.1.5	264732	2710170	3.1.5	262539	2710456	4.1.5	265663	2710173
2.1.6	266420	2710009	3.1.6	262613	2710226	4.1.6	268674	2710529
2.2.1	261026	2711191	3.1.8	263417	2709974	4.1.7	268742	2709283
2.2.2	262996	2710109	3.1.9	263600	2709749	4.1.8	268698	2709079
2.2.3	264079	2709643	3.1.10	263735	2709524	4.1.9	268646	2708976
2.2.4	264957	2710339	3.1.11	264655	2709982	4.1.10	268661	2708858
2.2.5	265364	2710263	3.1.12	266193	2709953	4.2.1	262642	2711091
2.2.6	267107	2709915	3.1.13	266859	2710144	4.2.2	265015	2710472
2.3.1	261093	2711158	3.1.14	267246	2710106	4.2.3	265243	2710421
2.3.2	261376	2711107	3.1.15	267772	2710073	4.2.4	265999	2709900
2.3.3	261625	2710956	3.1.16	267966	2710091	4.2.5	266322	2710030
2.3.4	261630	2710965	3.1.17	268025	2710132	4.2.6	266666	2710154
2.3.5	261868	2710560	3.1.18	268615	2710300	4.2.7	267113	2710203
2.3.6	262142	2710535	3.1.19	268468	2710173	4.2.8	267263	2710094
2.3.7	263049	2710083	3.1.20	268316	2709580	4.2.9	267425	2710065
2.3.8	264055	2709625	3.1.21	268242	2709518	4.2.10	267722	2710047
2.3.9	264690	2709972	3.1.22	268304	2709380	4.2.11	267995	2710115
2.3.10	267019	2710118	3.1.23	268739	2703247	4.2.12	268527	2710641
2.4.1	262565	2710924	3.1.24	268721	2709194	4.2.13	268695	2710570
2.4.2	263370	2710043	3.1.25	268536	2709112	4.2.14	268568	2710212
2.4.3	264227	2710022	3.1.26	268371	2709221	4.2.15	268518	2710162
2.4.4	267184	2710135	3.1.27	268245	2709324	4.2.16	268524	2709944
2.4.5	267357	2710065	3.1.28	268180	2709400	4.2.17	268539	2709738
2.4.6	268648	2709150	3.1.29	268189	2709330	4.2.18	268742	2709283
2.4.7	268654	2708986	3.1.30	268263	2709280			
			3.1.31	268377	2709144			
			3.1.32	268466	2709068			
			3.1.33	268516	2709089			
			3.1.34	268618	2709059			
			3.2.1	261597	2710996			
			3.3.1	262467	2710929			
			3.3.2	262578	2710612			
			3.3.3a	263359	2710173			
			3.3.3	264303	2710046			
			3.4.1	261188	2711132			

三、各里程代表性路況照片集

0k-0k+500



照片 3.1 未受損路段。



照片 3.2 路面受損路段—
路面龜裂。(2.1.1)



照片 3.3 路面受損路段—
外側滑落。(2.2.1)



照片 3.4 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.1)



照片 3.5 上坡崩塌受損路段—土砂淤積。(3.4.1)

0k+500-1k



照片 3.6 未受損路段。



照片 3.7 路面受損路段—
路面龜裂。(2.1.2)



照片 3.8 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.2)



照片 3.9 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.3)



照片 3.10 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.4)



照片 3.11 上坡崩塌受損路段—
崖錐岩板滑落。(3.2.1)

1k-1k+500



照片 3.12 未受損路段。



照片 3.13 未受損路段。



照片 3.14 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.5)



照片 3.15 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.1)

1k+500-2k



照片 3.16 未受損路段。



照片 3.17 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.6)



照片 3.18 上坡崩塌受損路段—
風化基岩崩塌。(3.1.2)

2k-2k+500



照片 3.19 未受損路段。

2k+500-3k



照片 3.20 未受損路段。



照片 3.21 未受損路段。



照片 3.22 上坡崩塌受損路段—
岩屑滑落。(3.3.1)



照片 3.23 路面受損路段—
路基崩失。(2.4.1)

3k-3k+500



照片 3.24 未受損路段。



照片 3.25 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.3)



照片 3.26 溝谷口受損路段—
路基沖失。(4.1.1)



照片 3.27 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.1)

3k+500-4k



照片 3.28 未受損路段。



照片 3.29 上坡崩塌受損路段—
岩屑滑落。(3.3.2)。



照片 3.30 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.4)

4k-4k+500



照片 3.31 未受損路段。



照片 3.32 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.5)



照片 3.33 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.6)

4k+500—5k



照片 3.34 未受損路段。



照片 3.35 路面受損路段—外側滑落。
(2.2.2)



照片 3.36 路面受損路段—路面塌陷。(2.3.7)

5k-5k+500



照片 3.37 未受損路段。



照片 3.38 路面受損路段—
路面龜裂。(2.1.3)



照片 3.39 路面受損路段—
長邊坡路基崩失。(2.4.2)



照片 3.40 上坡崩塌受損路段—
岩屑滑落。(3.3.3a)



照片 3.41 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.2)

5k+500-6k



照片 3.42 未受損路段。



照片 3.43 上坡崩塌受損路段一
基岩崩塌。(3.1.8)



照片 3.44 上坡崩塌受損路段一
基岩崩塌。(3.1.9)



照片 3.45 上坡崩塌受損路段一
基岩崩塌。(3.1.10)

6k-6k+500



照片 3.46 未受損路段。



照片 3.47 路面受損路段一
路面龜裂。(2.1.4)



照片 3.48 路面受損路段—路面塌陷。
(2.3.8)

6k+500—7k



照片 3.49 未受損路段。



照片 3.50 路面受損路段—外側滑落。
(2.2.3)

7k—7k+500



照片 3.51 未受損路段。



照片 3.52 路面受損路段—路基崩失。(2.4.3)
上坡崩塌受損路段—岩屑滑落。(3.3.3)

7k+500-8k



照片 3.53 未受損路段。



照片 3.54 路面受損路段—
路面龜裂。(2.1.5)



照片 3.55 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.9)



照片 3.56 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.11)

8k-8k+500



照片 3.57 未受損路段。



照片 3.58 路面受損路段—
路面龜裂。(2.2.4)



照片 3.59 溝谷口受損路段—
路基崩失。(4.1.3)



照片 3.60 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.2)

8k+500—9k



照片 3.61 未受損路段。



照片 3.62 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.3)

9k—9k+500



照片 3.63 未受損路段。



照片 3.64 路面受損路段—
外側滑落。(2.2.5)



照片 3.65 溝谷口受損路段—
路基沖失。(4.1.4)



照片 3.66 溝谷口受損路段—
路基沖失。(4.1.5)

9k+500—10k



照片 3.67 未受損路段。

10k—10k+500



照片 3.68 未受損路段。



照片 3.69 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.4)

10k+500—11k



照片 3.70 未受損路段。



照片 3.71 路面受損路段—
路面龜裂。(2.1.6)



照片 3.72 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.12)



照片 3.73 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.5)

11k—11k+500



照片 3.74 未受損路段。



照片 3.75 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.6)

11k+500-12k



照片 3.76 未受損路段。



照片 3.77 路面受損路段—
路面塌陷。(2.3.10)



照片 3.78 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.13)



照片 3.79 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.7)

12k-12k+500



照片 3.80 路面受損路段—
外側滑落。(2.2.6)



照片 3.81 路面受損路段—
路基崩失。(2.4.4)



照片 3.82 路面受損路段—
路基崩失。(2.4.5)



照片 3.83 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.14)



照片 3.84 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.8)



照片 3.85 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.9)

12k+500—13k



照片 3.86 未受損路段。



照片 3.87 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.15)



照片 3.88 溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.10)

13k-13k+500



照片 3.89 未受損路段。



照片 3.90 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.16)



照片 3.91 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.17)



照片 3.92 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.11)

13k+500—14k



照片 3.93 未受損路段。

14k—14k+500



照片 3.94 未受損路段。



照片 3.95 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.12)

14k+500—15k



照片 3.96 未受損路段。



照片 3.97 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.18)



照片 3.98 溝谷口受損路段—路基沖失。(4.1.6)

溝谷口受損路段—路面淤積。(4.2.13)



照片 3.99 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.14)



照片 3.100 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.15)

15k-15k+500



照片 3.101 未受損路段。



照片 3.102 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.19)



照片 3.103 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.16)



照片 3.104 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.17)

15k+500—16k



照片 3.105 未受損路段。



照片 3.106 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.20)



照片 3.107 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.21)

16k-16k+500



照片 3.108 未受損路段。



照片 3.109 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.22)

16k+500-17k



照片 3.110 未受損路段。



照片 3.111 路面受損路段—
路基崩失 (2.4.6)。



照片 3.112 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.23)



照片 3.113 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.24)



照片 3.114 溝谷口受損路段—
路基沖失。(4.1.7)



照片 3.115 溝谷口受損路段—
路面淤積。(4.2.18)

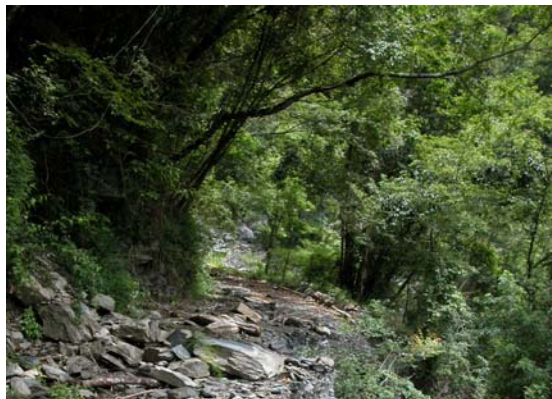
17k-17k+500



照片 3.116 未受損路段。



照片 3.117 路面受損路段—
外側滑落。(2.2.7)



照片 3.118 上坡崩塌受損路段—基岩崩塌。(3.1.25)

17k+500—18k



照片 3.119 未受損路段。



照片 3.120 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.26)



照片 3.121 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.27)



照片 3.122 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.28)

18k—18k+500



照片 3.123 未受損路段。



照片 3.124 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.29)



照片 3.125 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.30)



照片 3.126 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.31)

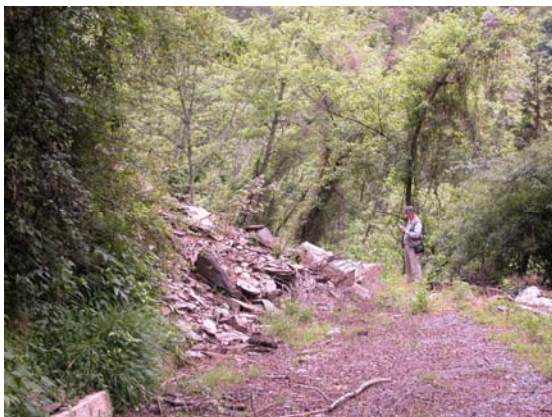
18k+500—19k



照片 3.127 未受損路段。



照片 3.128 路面受損路段—
路基崩失。(2.4.7)



照片 3.129 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.32)



照片 3.130 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.33)



照片 3.131 上坡崩塌受損路段—
基岩崩塌。(3.1.34)



照片 3.132 溝谷口受損路段—
路基沖失。(4.1.8)



照片 3.133 溝谷口受損路段—
路基沖失。(4.1.9)



照片 3.134 溝谷口受損路段—
路基沖失。(4.1.10)

第三節 調查成果分析

大鹿林道東線全線路況調查成果及其資料統計顯示：

一、未受損與受損路段

1. 全線十九公里中，路面未受損與受損路段之長度與所佔比率如下：
 - (1) 未受損路段：長度 (16,350 公尺) (86%)。
 - (2) 須以工程方法修復之受損路段：長度 (2,650 公尺) (14%)。
 - (3) 受損路段較集中於 0k~9k+500；未受損路段則較集中於 9k+500~19k。

二、路面受損路段

1. 路面龜裂—屬於路面輕微之損壞，基本上尚未構成行車之障礙。

路面龜裂共有七處，總長 310 公尺，其中 90% 分布於 0k~8k+500。
2. 路緣崩落—亦屬於路面輕微之損壞，基本上尚未構成形成之障礙。

全線共有六處，總長 360 公尺，三分之二分布於 0k~9k+500。
3. 路面塌陷—路面塌陷使交通為之中斷，而須以工程方法修復。全線共有十一處路面塌陷，總長 855 公尺，其中 97% 分布於 0k~8k 之間。
4. 路基崩失—路基崩失徹底毀壞了道路，屬於最嚴重的破壞。全線共有五處路基崩失，全長 730 公尺。

三、上坡崩塌路段

1. 基岩崩塌—崩塌生自陡峭之岩盤，其滑落之石塊直接掉落地面而危及行車安全。全線共有二十九處上坡崩塌，唯其規模皆不大。
2. 崖錐岩板滑落—堆積在崩塌地坡腳的硬頁岩碎片大規模滑落和掩蓋路基造成的損壞。全線只有一處，長 230 公尺。
3. 岩屑滑落—崩塌生自風化崩積層，其崩落至路面的物質以土壤和板岩岩屑為主，破壞力較基岩崩塌者為小。全線共有二處。
4. 土石漫流—豪雨時山坡蝕溝逕流將土砂沖至路面堆積的現象，其危害不大。全線只有一處。

四、溝谷口受損路段

1. 路基沖失—通過谷口之道路由於路基阻擋洪流宣洩而遭其沖毀而中斷。全線共有八處，損壞較嚴重者有五處，總長 150 公尺。
2. 路面淤積—通過谷口處之路面被洪流沖下之土石所掩蓋者。全線共有十七處，分布於 8k 之後，而集中於 10k~15k，佔 65%。

五、一般性損壞與嚴重性損壞

全線受損路況以其修建之難易而分為一般性損壞與嚴重性損壞兩部分：

1. 一般性損壞—路面龜裂、路緣崩落、路面塌陷、上坡崩塌、谷口路面淤積等項，以原狀修復即可，無須特別規劃。
2. 嚴重性損壞—路基崩失、大規模岩板滑落和谷口路基沖失等三項或須重建路基，或其修復工程有引發新崩塌之虞等，故須先針對其致災原因和工程環境進行分析評估後，才能規劃出經濟而有效之修建工法。

本路線屬於嚴重性損壞之路段大小計有十一處（參看表 3.1 紅框項目），共長 1,100 公尺，而難度較高者，則為「路基崩失」項下規模較大之五處，共長 700 公尺。

第四章 道路災損原因分析

第一節 大鹿林道東線路況災損機制分析

一、道路損壞機制與其種類

道路損壞機制是指使道路破壞之因子及其運作方式，包括構成路廊（路線及其上下邊坡）之地質、地形、邊坡破壞類型與地表水和地下水流動與作用方式等。機制分析乃治理規劃之基礎。

本報告根據路況損壞之調查結果，依其損壞區位與損壞狀況，分為三大類型和十種損壞狀況。茲加上損壞路段數量與修復難易之估計，列表於下：

表 4.1 大鹿林道東線路況災損統計表

類型	損壞狀況	損壞路段	修復難度
路面受損	路面龜裂	7 處/310m	低
	路緣崩落	6 處/360m	低
	路面塌陷	11 處/855m	中
	路基崩失	5 處/730m	高
上坡崩塌	基岩崩塌	29 處	低
	岩板滑落	1 處/230m	中
	岩屑滑落	2 處	低
	土石漫流	1 處	低
谷口沖淤	路基沖失	8 處/150m	中
	路面淤積	17 處	低

再依其破壞機制分其類別於下表：

表 4.2 大鹿林道東線路況損壞之機制分析表

類型		損壞狀況	邊坡破壞類型	發生機制
基岩路段	上	上邊坡基岩崩落路面。	岩石沿垂直節理崩落。	地震，或雨水順垂直節理裂隙入滲，產生水壓。
	坡	上邊坡崩落岩板滑落損壞路面。	碎石坡滑動。	雨水入滲平行傾向下坡之岩板和土石降低其摩擦力。
風化岩層路段	上	上邊坡岩屑滑落路面。	板岩斜交坡或順向坡表面滑落路面。	地表水入滲風化解壓面而引起表層剝落崩塌。
	下	路緣崩塌。	岩石沿垂直節理崩落或圓弧形滑落。	地震，或路面逕流溢過路緣，產生沖刷。
	全	路基崩失。	道路高長上邊坡滑崩沖失路基。	深厚之風化層於豪雨時吸收大量水分，產生自重與潤滑，而沿圓弧型基岩面滑動。
谷口沖淤		谷口路基沖失。	山洪沖刷。	降雨中心之豪雨引發山洪。
		谷口路面淤積土石。	山洪沖下土石淤積。	降雨中心之豪雨引發山洪。
填土方路段		寬大下陡路面龜裂或微量下陷，尚不影響道路功能。	路基鬆土方之內部沖蝕產生空洞而壓縮變形或沉陷。	地表水入滲填土方造成內部及老土之界面的沖蝕。
		狹窄下陡路面前傾階段式塌陷。	路基鬆土方之內部沖蝕產生空洞而壓縮變形或沉陷。路基空洞向外側逐漸加大。	地表水入滲填土方造成內部及老土之界面的沖蝕。

第二節 路面損壞機制分析

每一種損壞類型，將依下列項目進行評析，其結論並將為研擬治理對策之依據：

1. 路況損壞現象
2. 路段工程環境
3. 損壞機制分析

一、上邊坡基岩峭壁崩落路面

1. 路況損壞現象

道路通過基岩峭壁區，其上邊坡崩落岩石直接掉落路面，對行旅安全構成威脅。



照片 4.1 道路上邊坡新鮮變質硬頁岩之平行坡面之垂直節理發達，易於地震和豪雨時，崩落路面，直接威脅行旅安全。

2. 路段工程環境

基岩分布區之坡度大多在 45° 以上，而人工上邊坡常造成峭壁。其裸露之板岩和硬頁岩之劈理面和節理面多近垂直，且在重力作用下容易產生張力裂隙，岩板並逐漸向自由面傾斜，而形成翻轉崩落之有利條件。



照片 4.2 道路上邊坡垂直板岩劈理造成有利邊坡崩落之環境。



照片 4.3 道路人工上邊坡形成垂直節理面下坡之崩落自由面，造成有利岩壁之崩落之環境。

3. 損壞機制分析

上邊坡基岩之崩落基因是高傾角板岩劈理和平行坡面之垂直解壓節理，其誘因則是長期之重力作用，使被垂直節理分割之外側岩體逐漸傾向外側，使裂面持續擴大，使雨水便於滲入而產生水壓而將其推倒。地震力也是促其傾覆翻倒之自然力，所以地震時，峭壁落石最為危險。

道路人工上邊坡常造成垂直節理面的崩落自由面，乃其崩落之人工誘因。



照片 4.4 垂直板岩節理有利雨水入滲，使水壓增加而崩塌。



照片 4.5 道路人工上邊坡產生垂直節理面之崩落自由面，而誘發崩塌。

二、碎石坡埋沒和損壞路基

屬嚴重受損路段，共一處（0.5K）。

1. 路況損壞現象

道路通過新鮮板岩崩積層滑動影響區，而遭受滑動體再次崩塌之土石的埋沒與損壞。道路下邊坡有土石滾落，但坡面破壞程度輕微。



照片 4.6 新鮮板岩崩積層之再次崩塌埋沒和損壞路基。

2. 路段工程環境

路段之上邊坡係由變形風化板岩層和黑色新鮮板岩片所構成之崩積層，其母體為塊狀黑色板岩絕壁，垂直節理發達。道路經過滑動體足部。道路下邊坡植被頗佳。



照片 4.7 損壞路段之航照，可見滑動體至道路為止，下坡影響不大。又峭壁滑動面已有植生，故可知滑動體非生於近期。



照片 4.8 自滑動體足部滾落至道路下邊坡之石塊，對坡面損害輕微。

3. 損壞機制分析

從道路上邊坡滑動體之蝕溝和樹木傾倒情況判斷，本路段之損壞應係肇因於地表逕流沖刷舊日滑動體之土石所造成。此因除蝕溝兩側之樹幹有傾斜現象之外，滑動體之樹木生長情況正常，似乎未有滑動體整體滑動之跡象。



照片 4.9 道路上邊坡舊日滑動體受地表逕流沖刷成蝕溝，以及蝕溝側樹幹傾倒情況。



照片 4.10 道路上邊坡板岩變形滑動體及樹木正常生長情況，顯示道路損壞起因於逕流之沖刷和岩屑石板之沖淤。

二、上邊坡風化岩層滑落路面

屬常見而輕微之道路上邊坡災害現象。

1. 路況損壞現象

道路人工上邊坡風化岩層小規模表層岩屑滑落路面，阻擋交通，但仍未傷及路基。



照片 4.11 人工上邊坡風化岩層滑落。



照片 4.12 人工上邊坡風化岩層滑落路面阻擋交通而未傷及路基。

2. 路段工程環境

本路線通過風化岩層分布區時，多有高度不大之人工陡坡，由於岩質鬆動風化而鬆軟，故其人工陡坡之穩定度不大。



照片 4.13 人工陡上坡風化鬆動板岩。

3. 損壞機制分析

風化岩層表層剝離，而人工陡坡則提供邊坡物質滑動所需之自由面，所以豪雨時，岩層吸水軟化，遂容易造成小規模之崩塌。



照片 4.14 風化岩層人工陡上坡引起土石滑落路面。

四、路緣崩塌

1. 路況損壞現象

道路外緣發生或平行於路緣，或呈圓弧形之崩塌現象。



照片 4.15 道路外緣呈圓弧形之崩塌，其滑動面露出風化板岩層理。



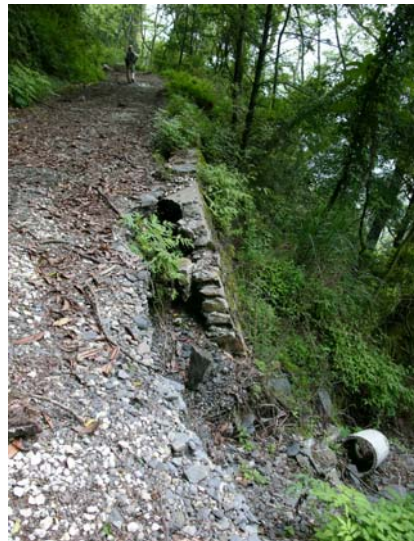
照片 4.16 平行於路緣之線狀崩塌，係沿基岩界面發生。

2. 路段工程環境

本區道路通過山腹時，上坡有廣大集水面積，而下坡多鄰接陡坡，豪雨時，上坡雨水匯集路面並沿斜道流竄，至低窪處或遇路上崩積物之阻擋，遂溢過路緣而沖刷路緣和路基。



照片 4.17 路緣圓弧形崩塌，前有土石崩積路面，阻擋並轉移路面逕流溢過路緣，乃崩塌之誘因。



照片 4.18 平行於路緣之崩塌，可看到越過路緣之流水沖刷之跡象。

2. 損壞機制分析

綜合路面損壞狀況及其週邊之工程環境，推測路緣崩落機制如下：

(1) 本區道路無內側和橫向排水溝，而於降雨時，使道路成為水路而漫流，並入滲路基，並於低處溢流沖刷路緣和下坡，而造成不同程度之崩塌。其於基岩區，則沿基岩面而呈線狀崩塌；填土方或風化層，則呈圓弧形崩塌。



照片 4.19 路面逕流匯集於低窪處，並入滲路基而掣動其崩塌。



照片 4.20 全線幾無內側與橫向排水設施，以安全排除路面逕流。

(2) 本路上邊坡多陡峻，崩塌難免，而使崩積物阻塞路面水流，並未適時清除，而使其成為攔阻和匯集逕流之機制。



照片 4.21 路面堆積崩塌土石，妨礙逕流排除而造成集中溢流沖刷路緣。

(3) 本路線路緣甚少有混凝土構造物之保護，使路緣易遭溢流之沖蝕。

即使有混凝土構造物之保護，若其內側填土不實，也難保安全。



照片 4.22 路緣之混凝土護坡有阻止路緣沖刷之功能。



照片 4.23 路緣混凝土構造物之護坡，因填土不實與構造物未至實土，而難敵路面逕流之破壞力。

- (4) 山坡崩塌滑動面多為平行山坡面之基岩面；在板岩區多為高傾角之劈理面，而使路面逕流容易滲入高傾角之基岩面，而使路緣外側之風化土或填土方為之崩塌。



照片 4.24 板岩基岩面常為滑動面，乃因滲水沿基岩面流動所致。



照片 4.25 垂直基岩面與風化層之界面為路基崩塌之滑動面。

五、長邊坡滑崩區之路基崩失

1. 路況損壞現象

崩塌始自路基上邊坡 50~100 公尺之高處，滑動體部分殘留於山腹，大部分滑向溪床，造成菱形崩塌地。



照片 4.26 通過全坡面崩塌區之路基全段崩失。(道路 7.5K 處)



照片 4.27 通過全坡面崩塌區之路基全段崩失。(道路 5.5K 處)

2. 路段工程環境

損壞路段係通過坡度 30° ~ 50° 之山凹，由板岩之風化層所構成，由地形圖等高線上陡下緩之分布狀況，部份屬老崩塌地。

崩塌山坡皆接坡度較小之緩坡，緩上坡形成上緩下陡之地形，崩塌始自緩坡之邊緣。可匯集較多之地表水，並予入滲至崩塌地之環境。

道路人工陡上坡和陡下坡，都是有利崩塌發生之滑動自由面。

滑動面露出黑色且劈理近水平之風化基岩，顯示崩塌係發生於軟弱之板岩長期變形破碎區。



照片 4.28 上緩下陡地貌與近水平之黑色板岩露頭，和深厚之風化層，皆為長期崩塌之有利條件。

3. 損壞機制分析

路基之崩失乃由於其位於崩塌區內所致。崩塌發生之機制有如下各點：

- (1) 深厚風化層之陡坡；
- (2) 容易匯集雨水和入滲之緩上坡與山凹地形。
- (3) 陡下坡和道路人工陡上坡提供滑動自由面。
- (4) 豪雨時，大量雨水入滲至較密實之風化基岩面，使其形成吸水軟化風化層之滑動面，乃主要誘因。



照片 4.29 風化層滑動體部份仍殘留於滑動面上。頂部緩坡和山凹地形，以及深厚之風化層和高大陡坡乃造成大規模崩塌之有利條件。



照片 4.30 洩槽形崩塌地近坡地為滑動面，山腹則為殘留之不穩定滑動體。

六、谷口沖淤

1. 路況損壞現象

山區道路於橫過谷口之處，多以涵管、涵洞、過水路面等設施排除洪水。當設施容量不足時，山洪或沖毀路基，或於路面堆積土石、流木等而使交通中斷。



照片 4.31 山洪沖毀填土方路基。所埋之涵管早被杜塞而無排除水、土功能。



照片 4.32 山洪沖毀谷口道路及兩側路基。



照片 4.33 山洪沖下土石、流木堆積路面阻塞交通。所設方型排水溝小而被土石壅塞而無排除土石、流木之功能。



照片 4.34 來自坑溝之土石漫積路面，並使山洪沿路漫流，沖刷路緣和路基。

2. 路段工程環境

坑谷乃匯集集水區逕流之處，故通過該處之道路多有如下之工程環境上之弱點：

- (1) 通過谷口之道路必然在某種程度上阻擋溪谷洪流，使其路基暴露於溪水之衝撞與滲透之下。



照片 4.35 道路橫過坑口，中斷其流路而造成沖淤。

(2) 通過谷口之道路多為填方路基，其穩固度偏低。



照片 4.36 谷口道路填方路基，穩定度差。

(3) 通過谷口之路基設有排水設施，惟其口徑多無法順暢排除洪流和所挾帶之石塊和流木，以致被杜塞並將之蓄積於路基上游側，而形成破壞路基之強大力量。



照片 4.37 谷口排水涵管多無作用。

(4) 山溪多為峽谷且多曲折，山洪爆發時，洪流左右衝撞，造成岸壁之沖刷崩塌，並常波及上坡道路。



照片 4.38 山洪沖刷峽谷兩岸坡腳而引起路基崩塌。

3. 損壞機制分析

綜合谷口路況損壞現象與工程環境之分析，可知其損壞之主要原因有以下各點：

- (1) 路擋溪水而逼水衝擊路基和溢走路面。換言之，只要水歸水，路歸路，谷口路面之損壞即可避免。
- (2) 山區道路出入之谷口都屬峽谷型，谷口兩側路基之下坡多受溪床沖蝕之影響，以致谷口和兩側路段同時受到破壞，而以集水面積較大之深溝型者為烈。因此谷口兩側坡腳之保護極為關鍵。而溪岸或溪床工程之設計，尤須注意。



照片 4.39 溪岸工程有改變溪流流心至左岸，而引起坡腳沖蝕。

七、路面龜裂與塌陷

1. 路況損壞現象

路面龜裂與路面塌陷二種路面破壞現象，以 0k—8K 之間之填土方路段為其主要分布區。

路面龜裂多發生於寬闊之填方路段。路面裂縫延長十幾至數十公尺不等，整體略成弧形，弧面朝向陡下坡。裂縫開口寬可數公分，有零至數公分不等之垂直位移，位移量向外側遞增，其甚者過渡為路面塌陷。

因此，路面龜裂與路面塌陷乃同一邊坡破壞機制下發展階段不同之產物。



照片 4.40 道路 0—0.5K 寬闊路面龜裂情況。



照片 4.41 道路向外側陡坡逐段下陷，落差十公分上下。



照片 4.42 路面龜裂落差在路緣較大。

路面塌陷多分布於路寬較窄之路段，乃路面上數條大致平行於陡下坡之裂縫向下坡呈階段式下陷之斷裂現象。相鄰兩段落差自數公分至三十公分不等。而且由於本道路約在 14K 之前，其路面多東高而西低，使路面塌陷區的落差逐段累加至其東界而為最大，可達一公尺以上。



照片 4.43 路面階梯狀塌陷多發生於路面較窄之填方路段。



照片 4.44 路面塌陷區之路寬狹窄，下臨陡坡。

路面塌陷區路面係向下坡傾斜，裂縫多達二、三十公分或更大，明顯為路基下層軟化，而向陡坡自由面舒展解壓所致。



照片 4.45 狹窄路面向陡下坡作前傾階梯狀之塌陷。



照片 4.46 路面塌陷區路面外側崩裂土塊漸趨零亂，乃土壤吸水軟化流動所生之現象。

2. 路段工程環境

路面龜裂和路面塌陷路段幾乎都分布於 8K 以前之路段，其地形之共同特徵為坡度約 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 之和緩山坡造林地，路基下坡側恆為 坡度 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之陡坡。



照片 4.47 陡峻下邊坡為路面龜裂和塌陷之地形特徵。

在板岩地區， $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 之緩坡多由折曲變形之壯年期位移板岩屑、崩積層和老年期之風化土石所造成，其岩質特性為土層中向下坡傾斜且平行疊置之板岩屑夾土砂，透水性大，且於降雨時，雨水容易滲入而產生內部侵蝕（Internal erosion）之管湧現象（Piping），將其流路上之土砂沖洗而出而滲水，並將土質軟化。



照片 4.48 緩坡造林地。

3.損壞機制分析

通過本區之路段，其路基為內挖外填，填方厚度向外側遞增，而其填方下邊坡恆為 60° 上下之陡坡。其坡之陡及其土之軟，使土壤蠕移（Creeping）顯露於有二、三十年樹齡之杉木向下坡彎曲之樹幹。



照片 4.49 填土方區道路下邊坡樹幹彎曲情況，顯示土壤之蠕移現象。

惟路基之挖或填，雖然皆位於板岩屑崩積風化層上，其填方之路基顯然鬆於老土。而且自路基崩塌剖面觀之，本段路基有如下之工程問題：

- (1) 挖、填坡度未依山區道路規範維持在 50% (26°) 之範圍內。
- (2) 填方材料未經選擇並層層壓密。
- (3) 未有適當之道路排水設施。

本路段由於路面表層鋪有碎石，且經長年載重卡車之震動與滾壓，而形成一層厚約一、二公尺之較堅實之面層（或底層），而覆蓋在相對軟弱與透水之石質土層之上，形成一路面下之弱層，不僅岩質軟弱，而且透水性較大。

降雨時，雨水自廣大之上坡入滲至風化層，經由路面底層下方從道路陡下坡滲出，其過程因產生土壤內部侵蝕作用之管湧現象而空洞化，其體積向路外側之陡坡遞增，而空洞之壓密作用遂產生路面龜裂或階梯狀塌陷之現象：

寬大路面者，路基遠離陡下坡，管湧空洞小，而僅發生龜裂。路面狹窄者，路基下即是解壓處，故而產生塌陷。

相對的，8K 以後山坡坡度變陡，基岩外露，路基乃挖除岩盤而成，於是前述路基問題消失，遂少有龜裂和塌陷之路況產生。



照片 4.50 岩盤路基段少見龜裂與塌陷之現象。

第三節 小結

綜合以上所列本路線七種道路損壞狀況中，除（五）長邊坡滑崩區之路基崩失和（二）碎石坡埋沒和損壞路基等二種以及自然因素為主之外，其餘都與道路安全設施之欠缺或不足有關。

凡人為肇致之災害都有適當之補救防制之方，而自然營力肇致者，則其整治常是事倍功半。是以道路損壞之天災與人禍之辨，極有助於修建工程之規劃。

第五章 損壞道路修建規劃

第一節 規劃目的與內容

山區由邊坡土石運動釀成之土砂災害，其治理或復建之作業程序包括四部份，即：

1. 調查；
2. 規劃；
3. 治理（復建）；
4. 監測。

本「大鹿林道東線受災路線修建之調查規劃」計畫之內容，即界定於調查與規劃兩部分，其目的在於提供損壞路段修建工程設計之需要性、合理性、適宜性與可行性之基礎。

災害調查目的有三項：

1. 對問題之界定及其現況之瞭解；
2. 災害產生機制之分析；
3. 處理依據之形成。

治理規劃係以調查結果為基礎之作業，其主要內容有三項：

1. 確定治理之基本方針；
2. 抉擇治理方法與工法；
3. 安排治理工程之時間次序與空間佈局。

第二節 受損路段修建之基本方針

一、基本思維

1. 以道路為思維之重心

道路雖因土石崩塌和移動而產生，但其治理之思維重心應在於道路，而非損壞道路之營力。換言之，道路交通功能之重建與維護為處理規劃之目的。而損壞道路之營力之消滅則為手段。故目的決定手段之合理性和需要性。崩塌地之需要處理與否，端視其是否為達成目的之必要手段而定，而不以崩塌地之治理為規劃之重心。

2. 矯正人禍，迴避天災

土砂災害恆有天災與人禍之雙重因素：以人為因素為主者，易以治理；以自然營力引發者，其治理多事倍功半；此因大自然之力大多難以人力阻擋之故。

職此之故，由豪雨引起之全坡面崩塌，道路宜以某種方式迴避其作用力，而非以控制崩塌為主要手段。從國家公園管理之觀點，自然崩塌也不宜以人力作過度之干預，以免影響其生態平衡作用。

人禍部分，則其修復以不重蹈覆轍為要務。所以在道路損壞機制分析中，所發現之人為疏失或不足之損壞因子，都應在修復計畫中予以避免，尤其是業經損壞之路段，更應注意其道路安全措施缺失之匡正。

二、損壞路段修建之基本規劃

本研究發現：大鹿林道東線之道路安全設施至為欠缺，其也是本路線遭受豪雨即損壞之主要基因。

林道等級雖然偏低，但依山區道路水土保持之技術規範，下列各項措施仍不可或缺：

1. 挖填方安定處理—安全駁坎、擋土牆。
2. 邊坡穩定設施—減少開挖和加強護坡。
3. 道路安全排水—道路縱橫向排水與路緣保護。

本路線如能依此規範加強其安全，當可在異常自然事件時，大幅降低其所遭受之破壞。

三、山區道路安全工程設施典範

山區道路難免有下列之路況，且因其處理從簡或不當而造成損壞：

1. 挖填方；
2. 水走路面；
3. 下坡沖刷；
4. 上坡崩塌。

為保護有此種路況缺陷之路段，而需要如圖 5.1 所示知道路安全工程設施：

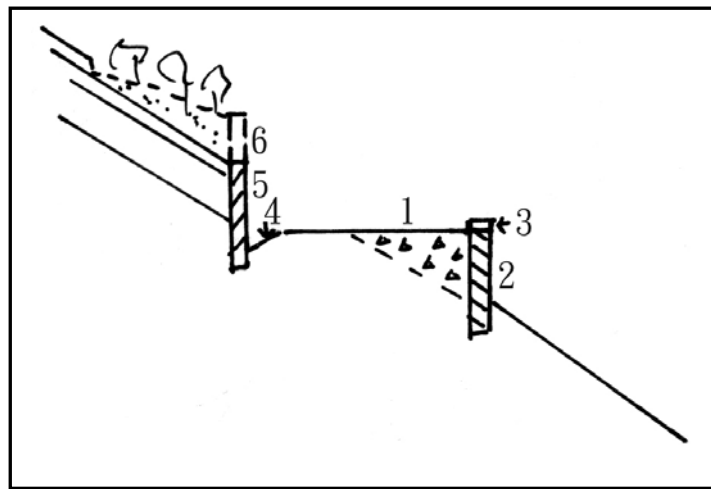


圖 5.1 各類道路安全工程設施示意圖

1. 夯實之填土方路基。
2. 深入老土之堅固穩定駁坎或路緣保護構造物。
3. 路緣防止溢流之制水堤。
4. 內側縱向排水與橫向安全排水。
5. 防止開挖陡坡解壓之護坡構造物，高與人工邊坡等。
6. 加高型擋土牆，以攔阻來自上邊坡之崩積物，使其形成較緩之堆積坡，一方面保護行旅安全，另一方面則有助植生，以產生保護功能。其高度視上邊坡滑動自由面情況而定。

在確認大鹿林道東線為雪霸國家公園乃至國家級高山景觀重要遊憩路線之前提下，提高本路線之等級，或逐段依整體構想和規範改善路況，則安全道路之整建，顯然可期。

第三節 大鹿林道東線損壞路段之修建規劃方法與工法建議

本節將依表 4.2 所列之路況損壞狀況、邊坡破壞類型與發生機制，以及前述規劃基本方針，研擬各種損壞路況之修建規劃建議。

一、上邊坡基岩崩落路面之處理規劃

1. 上邊坡基岩崩落路面，對路基尚無傷害。
2. 處理難度低—全線有二十九處，除 7K+500 和 8K 二處為高大堅實峭壁之外，其餘都為小規模之崩落。
3. 處理規劃：

(1) 高大峭壁二處，掛網以防落石傷人

道路直上坡高大峭壁之崩落對行旅有直接之威脅，而其路基又狹窄，無足夠空間設置防落石柵，故於清除岩壁危石之後，以直接在岩面掛網，以約束落石於網內為宜。



照片 5.1 道路 7K+500 之高大峭壁。



照片 5.2 道路 8K 之高大峭壁。



照片 5.3 道路直上方高大峭壁於突發地震之際，容易落石傷人。



照片 5.4 峭壁掛網，以約束墜石於網中。

- (2) 小規模岩壁崩落二十七處，視情況，以掛網或建擋土牆加防落石柵，以防落石直接掉落路面。



照片 5.5 中型峭壁，可掛網或以擋土牆加防落石柵。(道路 11K)



照片 5.6 穩定高之岩壁，可不予處理。(道路 15K)



照片 5.7 鬆動岩壁，可建擋土牆加防落石網。(道路 15K)



照片 5.8 上邊坡岩石滑落路面，可建擋土牆加防落石網。



照片 5.9 擋土牆加防落石柵，以防止落石掉落路面。

二、上邊坡崩積岩板滑落損壞路面之處理規劃

1. 由強大逕流沖刷崩積層而使岩板和土石掩埋路面並破壞路基，但破壞程度不明。研判破壞原因似以崩積層沖蝕堆積為主。
2. 處理難度高，全線只有 0.5K 一處，長約 230 公尺，上坡平均坡度約 25° 。



照片 5.10 逕流沖刷道路上邊坡土石，掩埋和損壞路面。

3. 處理規劃

- (1) 路廊地形測量與定線。
- (2) 審慎清理路基。
- (3) 清除不安定危石。
- (4) 全段興建防止上邊坡崩塌之護坡擋土牆，或箱型蛇籠。
- (5) 以 30~50 公尺長度為一段，每清理一段路基之後，即依規範進行全套道路安全工程，完工後再進行下一路段之清理。

- (6) 全路段完工後，持續監測其穩定度，以作為嗣後補強之依據。



照片 5.11 興建擋土牆以防止邊坡移動。



照片 5.12 以箱型蛇籠護坡。



照片 5.13 護坡擋土牆、內側排水溝、路面及外側護欄、以及安全區域排水，是安全山區道路必要之設施。

三、上邊坡岩屑滑落路面之處理規劃

1. 深度風化沿層產生岩屑滑落、土石流至路面。
2. 處理難度低，全線二處，都屬小規模崩塌。
3. 處理規劃
 - (1) 設置擋土牆，阻擋崩積物進入路面。
 - (2) 擋土牆背後實以土石，並植樹保護邊坡。



照片 5.14 岩屑滑崩，滑動體衝至路面。(道路 2K+200)



照片 5.15 風化土石崩落路面。(道路 3K+200)



照片 5.16 以擋土牆阻擋土石和保護邊坡。

四、下坡路緣崩塌之處理規劃

路緣崩塌以肇因於路面逕流入滲路基和溢流沖刷為主因，依路面崩失程度分成三類，以分別其處理方法。

1. 基岩分布區，路緣線形崩塌

(1) 路面逕流溢流沖刷路緣造成線狀崩塌，對路基安全尚無影響。

(2) 處理難度低。

(3) 處理規劃：

①構築路緣混凝土構造物以保護之。

②置縱橫向排水，安全導至區外排放。



照片 5.17 基岩分佈區路緣之線狀崩塌。



照片 5.18 路緣以混凝土構造物保護。

2. 路面弧型崩塌

- (1) 填方或風化土路基，逕流入滲路基至溢流沖刷而造成。
- (2) 處理難度較路緣線狀崩塌者高，但仍屬路面普通崩塌。
- (3) 處理規劃
 - ① 以駁坎重建路基，將填方夯實。
 - ② 設置道路縱橫向安全排水系統。



照片 5.19 弧型路面崩塌，由路面集中逕流引起。



照片 5.20 路面逕流引起之沖刷與駁坎之破壞。



照片 5.21 以深入老土之駁坎重建路基。

3. 路基崩塌

- (1) 風化鬆動板岩路基因路面逕流入滲與沖刷而崩失。此從路面上坡未受影響，以及路面佈滿由鄰近溪谷衝來之黑色板岩片可知。
- (2) 由於整地路基全部崩失不存，故其難度高。
- (3) 處理規劃：
 - ①以複式駁坎或半邊橋重建路基。
 - ②做好道路安全排水。



照片 5.22 路基被路面逕流沖蝕而崩失。



照片 5.23 以複式駁坎重建路基。



照片 5.24 以複式駁坎重建路基。



照片 5.25 以半邊橋跨越路基崩失路段。

五、全坡面路基崩失之處理規劃

1. 崩塌地情況

(1) 路基上下邊坡一體崩塌，使通過崩塌地路段路基全部崩失。全線共有 5K+ 和 7K+ 兩處，乃本東線道路損壞最為嚴重之情況。

(2) 此二處崩塌地崩塌形式皆屬岩屑滑崩。

以路段處最寬；路段上坡略呈狹長之等邊三角形，而路段下坡則呈倒三角形，整體略呈菱形。

(3) 崩塌地可分為三區，如圖 5.2 所示。

① 上段滑動面

② 山腹殘留滑動體

③ 下段輸送段

路線皆通過山腹殘留滑動體。

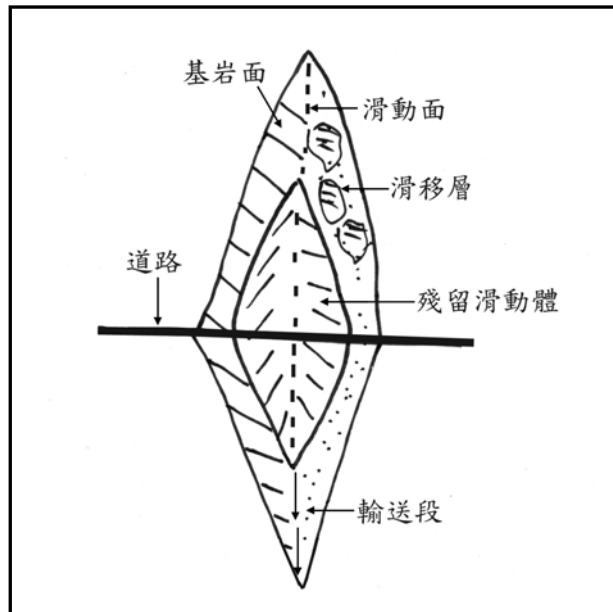


圖 5.2 全坡面路基崩失之崩塌地示意圖

2. 崩塌地特性

(1) 5K+路段崩塌地特性

- ①本路段之崩塌之西半部，基岩面大多裸露，而東半部則部分出露，故其基岩面應在淺處。
- ②本崩塌地路線以上部份之平均坡度約 30° 。
- ③山腹路線通過區之殘留滑動體之穩定度較低。
- ④由於滑動面已裸露相當面積之基岩面，顯示其發展潛勢較低。
- ⑤本路段長度約 200 公尺。



照片 5.26 路段通過二人休息之處，中央山腹為殘留滑動體。
左側（西側）可見基岩面。



照片 5.27 路段下段輸送區，右側（西側）基岩裸露。

(2) 7K+路段崩塌地特性

- ①本路段崩塌地路段以下滑動面皆露出風化變形之基岩，已有相當之穩定度。



照片 5.28 上坡滑動面出露泥質鬆動變形基岩。



照片 5.29 下坡滑動面出露泥質鬆動變形基岩。

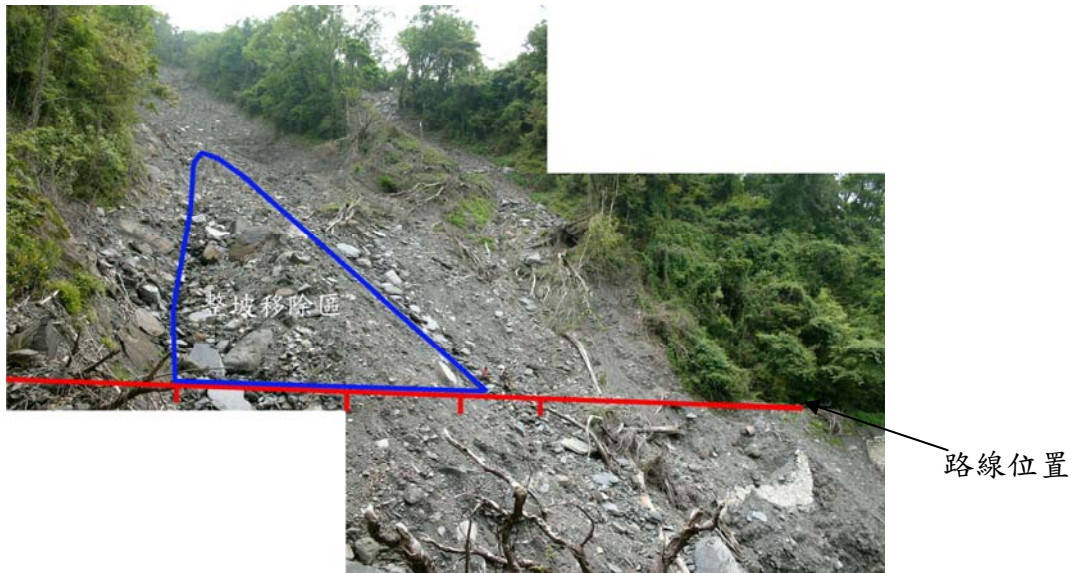
- ②本崩塌地路線以上部份之平均坡度約 30° 。
- ③山腹路線通過區之殘留滑動體之穩定度較低。
- ④由滑動面大部分已顯基岩面，故崩塌地之發展潛勢較低。
- ⑤本路線長度約 200 公尺。



照片 5.30 山腹殘留滑動體穩定度低。

3.處理規劃

- (1) 本二處長坡崩塌地屬同一類型，平均坡度約 30° ，而且基岩面裸露，雖屬風化變質基岩，但仍有相當之穩定度。本二處崩塌地就坡度與穩定度二項因子與相同板岩分布區之道路崩塌地相較，仍屬修建條件較佳者。
- (2) 衡諸本二處崩塌地之地形與地質，以及崩塌地之發展潛勢等條件後，本二處受損路段可依原路線修復。
- (3) 修復之方法如下：
 - ①測量路廊地形。
 - ②道路定線。
 - ③整理路線上邊坡，將較不穩定之滑動體清除。



照片 5.31 將上邊坡不穩定滑動體清除，為修復路段方法之一。



照片 5.32 將上邊坡不穩定滑動體清除，為修復路段方法之一。

④修築路堤，必要時以半邊橋或棧橋通過較為險阻路段。



照片 5.33 棧橋式路基以通過險阻地區。

⑤路堤上邊坡崩塌地，以魚骨狀截水溝系統，將崩塌地地表逕流逐段從中央引至外側，以避免崩塌地之沖刷，最後排入路堤內側截水溝，集中排至中央集水井，路基下坡並設若干跌水井，以安全排放至區外。

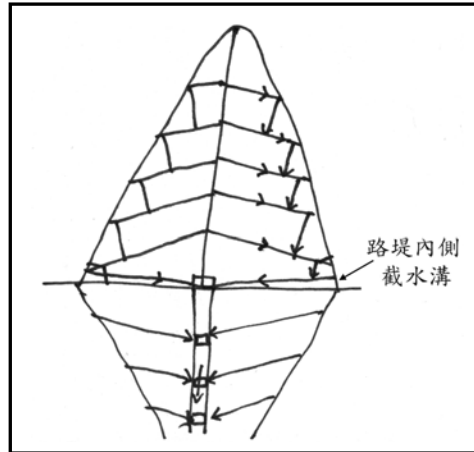


圖 5.3 魚骨狀截水系統示意圖

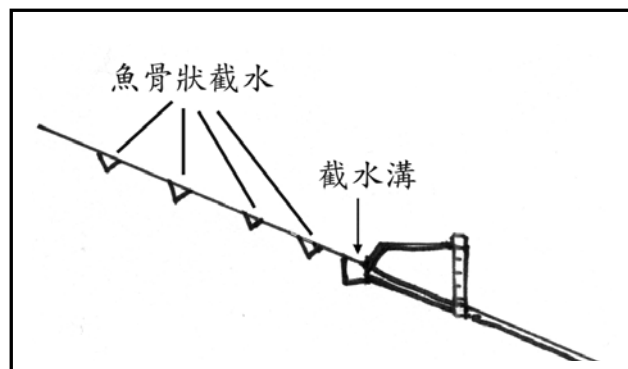


圖 5.4 魚骨狀截水剖面示意圖

六、谷口路基沖失之處理規劃

1. 谷口路基沖失乃因阻擋山洪流徑所致。



照片 5.34 路基阻擋谷口山洪流徑而為其所毀。



照片 5.35 路基阻擋谷山洪，涵管設計卻以尋常逕流為對象。

2. 路基阻擋洪流以及排水涵洞過小，乃沖失之主因。
3. 處理規劃

重建路基，並設置排水涵洞或跨橋，使其寬度同於上游溝寬，以及足夠之排洪斷面。



照片 5.36 跨越山谷之排水設施須有排除山洪之規模。

七、谷口路面淤積土石

1. 谷口路面淤積土石，乃因山洪流線交於路面於其上游所致。



照片 5.37 谷口土石洪流交路面於其上游，致其土石淤積於路面。

2. 山谷土石無法以涵洞排除，其處理方式有二：

- (1) 路基大幅外移，並以橋樑跨越，使土石洪流得以順暢流通，而不受道路阻擋。
- (2) 路基小幅度外移，而於谷口上游適當地點構築梳子壩，以攔阻粗粒淤砂，並於路基內側設置沉砂池，而使細粒土砂和洪水得以經由路基下之適當斷面之排水設施排除。

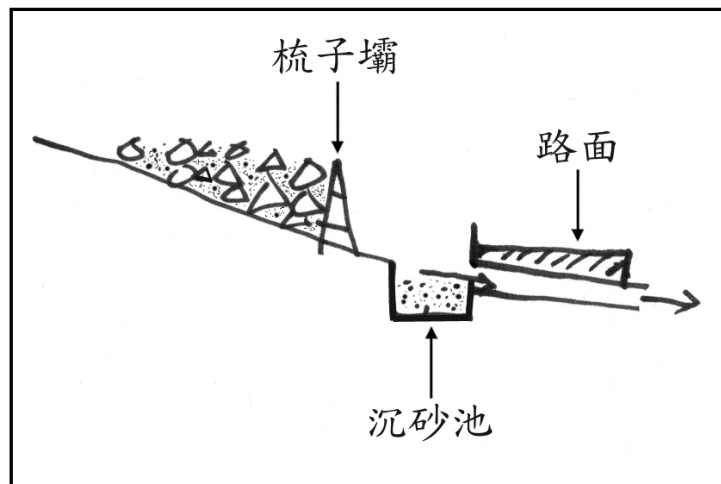


圖 5.5 全坡面路基崩失之崩塌地示意圖

八、寬大填方路面龜裂之治理規劃

1. 寬大路面之龜裂屬輕微損壞。
2. 處理方法以填補裂縫即可，必要時，於外側設置擋土牆以防其惡化。
3. 設置路基安全排水。



照片 5.38 寬大路基龜裂，填補並於外側設置擋土設施。



照片 5.39 路基外側設置擋土設施以穩定之。

九、狹窄填方路基塌陷之處理規劃

1. 狹窄填方路基之前傾塌陷，乃由於路基下之土方，因地下水滲流沖蝕而流失所致。



照片 5.40 狹窄填方路基之前傾塌陷。

2. 狹窄填方路基下臨陡坡，加上路面安全排水闕如，乃容易引起路基下層沖蝕崩塌之工程環境。
3. 處理方法有三：
 - ① 建築穩固駁坎，以重建合乎規範之路基。
 - ② 設置道路安全排水設施。



照片 5.41 建築穩固駁坎，以承受填方路基。

第六章 結論與建議

一、本計畫之目的有二：

- 1.調查大鹿林道東線路況受損情況及災害發生機制；
- 2.規劃受損路段修建之基本方針、方法與工法。

二、路況之調查結果，依其損壞區位與損壞狀況，分為三大類型和十種損壞狀況，連同未受損路段，分別測繪於四幅二萬五千分之一地形圖上，並附各種損壞路段之代表性照片。

三、統計結果：

- 1.全線十九公里中，路面未受損之路段長度約 16,350 公尺（86%）；受損路段約 2,650 公尺（14%）。
- 2.受損路段較集中於 0K~9K+500，區內基岩裸露較少，填土方和風化岩層路段較長。可知路況穩定度與山坡地質有密切相關。

各種受損路況之統計如下表所示：

表 6.1 大鹿林道東線路況災損統計表

類型	損壞狀況	損壞路段	修復難度
路面受損	路面龜裂	7 處/310m	低
	路緣崩落	6 處/360m	低
	路面塌陷	11 處/855m	中
	路基崩失	5 處/730m	高
上坡崩塌	基岩崩塌	29 處	低
	岩板滑落	1 處/230m	中
	岩屑滑落	2 處	低
	土石漫流	1 處	低
谷口沖淤	路基沖失	8 處/150m	中
	路面淤積	17 處	低

四、受損路段之修建必須能除去或減少災害發生之誘因。本研究因依災害機制分類，而得出四大類和九種損壞狀況，以為修建規劃之依循。

路況損壞機制統計，如下表所示：

表 6.2 大鹿林道東線路況損壞之機制分析表

類型		損壞狀況	邊坡破壞類型	發生機制
基岩路段	上	上邊坡基岩崩落路面。	岩石沿垂直節理崩落。	地震，或雨水順垂直節理裂隙入滲，產生水壓。
	坡	上邊坡崩落岩板滑落損壞路面。	碎石坡滑動。	雨水入滲平行傾向下坡之岩板和土石降低其摩擦力。
風化岩層路段	上	上邊坡岩屑滑落路面。	板岩斜交坡或順向坡表面滑落路面。	地表水入滲風化解壓面而引起表層剝落崩塌。
	下	路緣崩塌。	岩石沿垂直節理崩落或圓弧形滑落。	地震，或路面逕流溢過路緣，產生沖刷。
	全	路基崩失。	道路高長上邊坡滑崩沖失路基。	深厚之風化層於豪雨時吸收大量水分，產生自重與潤滑，而沿圓弧型基岩面滑動。
谷口沖淤		谷口路基沖失。	山洪沖刷。	降雨中心之豪雨引發山洪。
		谷口路面淤積土石。	山洪沖下土石淤積。	降雨中心之豪雨引發山洪。
填土方路段		寬大下陡路面龜裂或微量下陷，尚不影響道路功能。	路基鬆土方之內部沖蝕產生空洞而壓縮變形或沉陷。	地表水入滲填土方造成內部及老土之界面的沖蝕。
		狹窄下陡路面前傾階段式塌陷。	路基鬆土方之內部沖蝕產生空洞而壓縮變形或沉陷。路基空洞向外側逐漸加大。	地表水入滲填土方造成內部及老土之界面的沖蝕。

- 五、本研究發現，除三處大型路基破壞（0K+500、5K+、7K+）屬自然誘因以外，其餘皆與道路安全工程缺失有關。換言之，損壞路段重建時，若依山區道路安全工程規範設計與施工，當可有效避免重蹈覆轍。
- 六、本計畫對九種路況損壞機制分別評析其致災原因和規劃其修建方法與工法，並附同類型道路損害之修建實例照片，以供設計參考。
- 七、本計畫經對全路線損壞情況調查與分析之後，發現損壞地點為數雖多，但皆屬一般性之山區道路損壞，即使較為嚴重之全坡面崩塌，也較同樣發生於板岩區之崩塌，在地質與坡度上，條件較佳，無須以特殊工法處理。
- 八、本研究認為大鹿林道東線之修建，乃使觀霧遊憩區具有存在價值之關鍵性設施，因此建議全面提升本路線之等級，以收一勞永逸之功，以活絡關連地區之旅遊與經濟活動。