

太魯閣國家公園地質防災技術之研究

—白楊、竹村、神祕谷步道及蘇花公路(清水段)舊公路

委託單位：內政部營建署太魯閣國家公園管理處
研究機關：國立臺灣大學地理學系
計畫主持人：張石角教授

中華民國八十四年六月三十日

目 錄

1. 前言	1
2. 研究範圍及項目	2
2. 1. 範圍	2
2. 2. 項目	2
3. 研究方法與步驟	4
3. 1. 步道敏感區之評估準則	4
3. 2. 步道地質災害調查和標示方法	8
3. 3. 步道危險度分級	13
4. 各步道之調查成果	15
4. 1. 蘇花公路景觀步道	15
4. 2. 神祕谷(砂卡礑溪)步道	18
4. 3. 竹村步道	20
4. 4. 白楊步道	22
5. 結論與建議	25

圖 目 錄

圖 2-1 研究景觀步道地理分布圖	3
圖 4-1a 蘇花公路清水段步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖 ...	16
圖 4-1b 蘇花公路清水段步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖 ...	17
圖 4-2 神祕谷步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖	19
圖 4-3 竹村步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖	21
圖 4-4 白楊步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖	23
圖 5-1 假隧道示意圖	25
圖 5-2 警示標誌圖	26

表 目 錄

表 3-1 坡度分級	5
表 3-2 地表現象分級表	5
表 3-3 岩石之工程性質分類	5
表 3-4 坡型類別及其代號表	6
表 3-5 土壤厚度及其代號	6
表 3-6 工程環境地質因子序數表	6
表 3-7 環境敏感度分級表	6
表 3-8a 自然遊憩區災害性地形類型	8
表 3-8b 自然遊憩區危險性地形類型	9
表 3-9a 步道邊坡類型	11
表 3-9b 步道邊坡類型	12
表 3-10 步道危險度分級表	14
表 4-1 神秘谷步道地形區、邊坡類型及危險度長度統計表	20
表 4-2 竹村步道地形區、邊坡類型及危險度長度統計表	20
表 4-3 白楊步道地形區、邊坡類型及危險度長度統計表	24

太魯閣國家公園地質防災技術之研究

—白楊、竹村、神祕谷步道及蘇花公路(清水段)舊公路

摘 要

本研究範圍為太魯閣國家公園範圍內白楊、竹村、神祕谷及蘇花公路清水段舊路段步道之地質防災技術，內容包括各步道之環境地質調查與分類以及各災害性路段地質災害之處理技術建議。

地質災害評估方法係先依各步道通過區之地形災害性類型區劃，再評估步道上、下坡之敏感度，最後作成足以提昇遊客安全之經濟而有效之處理方案建議。

關鍵詞：景觀步道、地質災害、災害性地形區、邊坡敏感度。

1. 前言

自然遊憩區內的景觀步道向為遊客之最愛，蓋其無車馬之干擾，使遊客得以恣意悠遊、倘佯於大自然懷抱中，達到充份放鬆心情、紓解心理壓力之休閒目的。是以步道系統乃自然遊憩區最可珍貴之資源。

惟，自然遊憩區率以景色奇、險為取向，此為中、外皆然之現象。是以景觀步道多少帶有點風險(Risk)。風險可分為兩類：一是遊客無從防備的天然災害，一是因遊客之疏失而導致之災害；前者之風險有高低之分，後者災害亦有輕、重之別，皆決定於步道所處之自然環境。為保護遊客安全，提昇遊憩區之公共安全品質，管理單位宜以公共設施(如步道等)限制遊客之活動範圍，尤其應禁止比較缺乏警覺心的一般遊客接近高危險地區；對中、低危險地區，其無法或尚未處理者，則豎立警示標誌，使遊客各自小心。

東部地震與颱風頻仍，太魯閣國家公園內更是峭壁連綿，不乏具各級危險度之景觀步道，為著提昇旅遊安全，自有予以調查和評估之必要，對情況可以改善者，經改善後可增加旅遊資源；對不易有效改善者，則應酌予限制，以策安全。

本研究之目的在對峽谷區內和蘇花公路之景觀步道之地質災害進行調查、評估與危險度分類，並提出處理方法建議，以供委辦單位參考。

2. 研究範圍及項目

2. 1. 範圍

本計畫所調查之步道，其在峽谷區內者，有三條，即：

- (1)自中橫谷園之回頭彎沿陶塞溪至竹村之步道，長度約8,000公尺。
- (2)自天祥穿過原台電施工隧道沿塔次基里至水簾洞之步道；長度約2,000公尺。
- (3)自收費站過立霧溪沿沙卡礑溪至澗屋之神祕谷步道；長度約4,300公尺。

其在蘇花公路清水斷崖中者，有五段，均為已廢棄之臨海公路，其位置依台九線公路里程，如下；其中仁清、和清兩段在清水以北，大清水和錦文兩段在清水與匯源之間，而清水段則在匯源之南。

- (1)仁清隧道段(174K+905~175K+105)，步道長度約220公尺。
- (2)和清隧道段(175K+600~175K+950)，步道長度約390公尺。
- (3)大清水隧道段(177K+820~178K+420)，步道長度約780公尺。
- (4)錦文隧道段(178K+800~179K+640)，步道長度約1,100公尺。
- (5)清水隧道段(181K+451~181K+964)，步道長度約600公尺。

以上景觀步道之地理位置如圖2-1所示。

2. 2. 項目

調查項目為步道通過區之地形類型、步道上、下邊坡之地質環境、步道之危險度分級以及改善技術之建議。

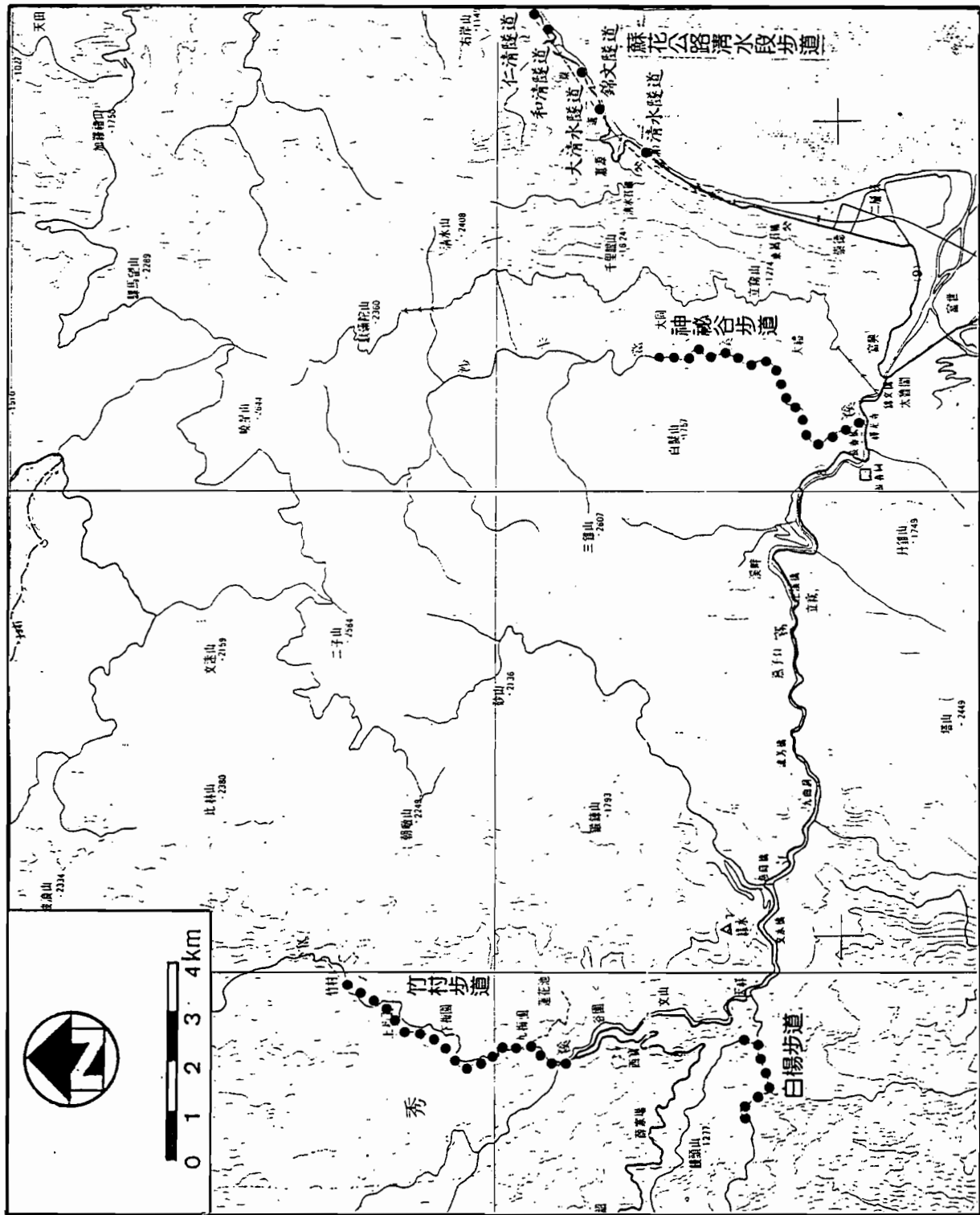


圖 2-1 研究景觀步道地理分布圖

3. 研究方法與步驟

3. 1. 步道敏感區之評估準則

1. 本研究係以景觀步道之地質防災為目的，故調查範圍以影響步道安全之步道本身及其上、下坡為限。

2. 步道上、下邊坡之崩塌有危及遊客安全之虞的路段，即為本研究所稱之地質災害之路段。崩塌地於地震、豪雨時有崩塌之虞的地區，稱為敏感區。敏感區分為「現況敏感區」和「潛在敏感區」兩類，其辨識之準則如下：

(1) 現況敏感區：

凡有下列地表現象之地區視為現況敏感區：

- ① 持續活動中之崩塌地；
- ② 已停止活動之舊崩塌地，但仍保持鮮明之崩塌地形特徵者；
- ③ 岩盤裸露之陡坡地。

(2) 潛在敏感區：

凡現況尚未有崩塌之跡象，但其地形和地質條件達到一定程度，足以在雨量和地震等自然外力的刺激下有崩塌之虞的地區，即視為「潛在敏感區」。其評估準則採用「簡確環境風險評估法」（張石角，1988），其評估原理與方法如下：

① 簡確評估法原理：簡確評估法係以調查區內地形同質區為基礎，將各該土地單元之坡度、坡面平坦度（地表現象）、岩質、地質構造、土壤厚度等五項參數值填記於該單元內，並計算其環境風險率。

② 土地單元區劃法：土地單元係以五千分之一或一萬分之一像片基本圖為基圖，以「坡向」、「坡度」、「等高線彎曲度」等三項因子區劃而得之地形同質區。換言之，每一土地單元，其坡向、坡度和等高線彎曲度之變域皆在一定範圍內。「等高線彎曲度」係該土地單元「地表現象」之指標。

③ 各項參數之分級：

表 3-1 坡度分級

等 級	分級範圍(%)
一級坡	< 5
二級坡	5 - 15
三級坡	15 - 30
四級坡	30 - 40
五級坡	40 - 55
六級坡	55 - 100
七級坡	> 100

表 3-2 地表現象分級表

等 級	地 表 現 象
1	沖蝕不顯著
2	小沖蝕溝
3	中沖蝕溝
4	大沖蝕溝
5	舊崩塌地、煤渣堆
6	新崩塌地

表 3-3 岩石之工程性質分類

岩 類	工程性質等級	岩 石 名 稱 及 其 代 號	備 註
沉積岩	I	堅硬砂岩(R>2)(s)；石灰岩(l)；膠結良好之礫岩(r>2)(c)	$R = \frac{\text{塊狀岩石}}{\text{層狀岩石}}$ (塊狀岩石：間隔大於 1 公尺上層理)
	II	膠結不良之砂岩、砂頁岩互層(R<2)(s)、頁岩(b)、泥岩(m)；多孔狀石灰岩(l)；凝灰岩(t)；高位臺地礫石層或膠結不良之礫岩(c)(r<2)；硬岩之破碎者(f)	
火成岩	I	熔岩、侵入岩體(v)	$r = \frac{\text{卵石}}{\text{砂土}}$ I—硬岩 II—軟岩
	II	火山碎屑岩(u)，熱液換質(h)	
變質岩	I	片麻岩(g)；大理岩(m)；石英片岩(q)；板岩、千枚岩(k)；黑色片岩、綠色片岩(n)	
	II	構造擾亂、破碎帶或劈理片理發達，容易剝離之板岩、千枚岩(k)；黑色片岩、綠色片岩(n)	

例：I s—堅硬砂岩，需用炸藥開挖；II t—凝灰岩，可用機械開挖；II k—破碎板岩或千枚岩，可用機械開挖。

表 3-4 坡型類別及其代號表

代 號	坡 面 類 型
4	不連續面極發達，使地質構造因子不彰顯者
3	傾斜坡
2	反向坡（崖坡）
1	斜交坡
0	非斜坡（無層理岩體）

表 3-5 土壤厚度及其代號

代 號	土 壤 厚 度
A	< 1 m
B	1 ~ 4 m
C	> 4 m

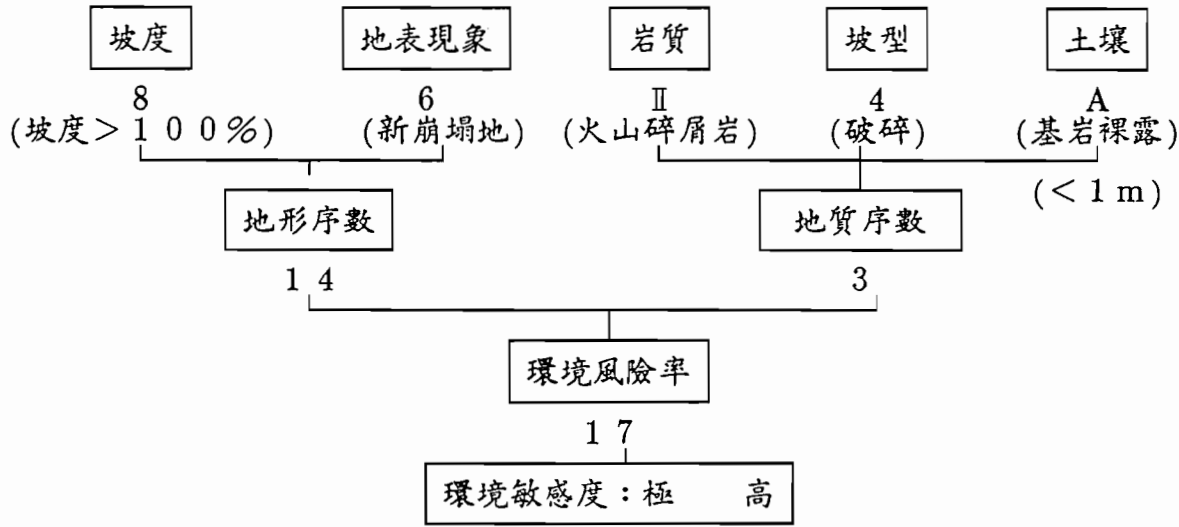
表 3-6 工 程 環 境 地 質 因 子 序 數 表

靜態地形因子		動態地形因子		工 程 地 質 因 子	
序數	坡 度 %	序數	地表現象	序數	工 程 地 質 組 合
0	< 5	1	不顯著	1	I 0A, I 1A, I 2A, II 0A, II 1A, II 2A
1	5~15	2	小沖蝕溝	2	I 0B, I 1B, I 2B
2	15~30	3	中沖蝕溝	3	II 0B, II 1B, II 2B, II 4A
3	15~55	4	大沖蝕溝	4	I 0C, I 1C, I 2C, I 3A, II 0C, II 1C, II 2C, II 4B
4	30~55	5	舊崩坍地	5	I 3B, I 3C, II 3A, II 3B, II 3C, II 4C
5	30~100	6	新崩坍地	如一土地單元有兩種組合，其序數取其平均值並四捨五入之。	
6	55~100				
7	55~>100				
8	>100				

表 3-7 環境敏感度分級表

環境風險率	環境敏感度
≤ 5	1 (極低)
6 ~ 7	2 (低)
8 ~ 9	3 (中)
10 ~ 11	4 (高)
≥ 12	5 (極高)

茲舉一例說明上述資料處理過程。今有一土地單元，其五項參數之調查結果以及環境風險率之計算如下：



3. 2. 步道地質災害調查和標示方法

1. 災害性地形類型：

自然遊憩區所見之災害性地形約可歸納而得表3-8a、b所列八種，而見於本研究區者，則有Ⅱ、Ⅲ、Ⅶ、Ⅷ等四種。

表 3-8a 自然遊憩區災害性地形類型

代號	類 型	示 意 圖	特 性 說 明	本研究區所見者
I	崩 崖 頂		崩崖頂常有張力裂隙，乃崖崩之徵兆，遊客或登山者誤入其間則有坍塌之虞。	
II	崩 塌 區		登山步道經過活動崩塌區時，若突逢土石滾落則至為危險。降雨或地震時其機率尤大。	竹村兩處大型、一處小型崩塌地。
III	斷 崖		路徑通過斷崖中腹，則其上、下坡皆為險坡，除上坡須防落石外，步道外緣也有崩塌之虞。斷崖步徑拓寬與改善皆不容易。	神秘谷五間屋前、竹村大部分步道、新白楊一小段。

表 3-8b 自然遊憩區災害性地形類型

代號	類 型	示 意 圖	特 性 說 明	本研究區所見者
IV	窄 嶺		窄嶺上之步道左右兩側皆為險下坡，路基且多不穩，尤其高處風大、氣溫低，體力不濟者，風險尤大。	
V	峭 壁		攀登峭壁，常遇鬆動岩石，攀附無處且下臨無地，極為危險。	
VI	碎 石 坡		高山碎石坡之陡者，人踩其上易生滑動，致不亦控制身體平衡和腳步，頗具危險性。	
VII	崩 壁 下		溪流、瀑布多傍崩壁，而岩塊崩落無時，對崩壁下活動之遊客頗具危險性。洞內或洞口落石亦屬此類。	神祕谷五間屋後一小段、新白楊一小段。
VIII	斷崖道路		可通車輛之道路通過陡坡區，路面窄而曲折，常遇上坡落石、下坡崩崖情形，彌增行旅危險。	蘇花公路清水斷崖景觀道路全部。

表3-8a、b所列八種危險性地形所發生的地質災害，大多非人力所能完全控制，即，非單憑個人提高警覺可以避免。這表示通過或在該等地區活動，就有某種程度的風險；反之，活動地區之地形不在上述八種之列，則發生天然意外情況之風險應甚低微；若有，則個人因素應屬主要。

2. 步道地質環境與敏感度分析：

本區步道全線的地質環境，包括步道上、下坡環境地形特徵，邊坡穩定狀況(包括現況敏感區和潛在敏感區)以及環境敏感度等，分上、下坡調查。全區步道邊坡經過調查後，可歸納為表3-9a、b所列之九種類型。

3. 步道地質環境之表示方法：

步道之地質環境係同時以步道通過區之地形類型(表3-8a、b)和步道上、下坡之邊坡類型(表3-9a、b)標示於比例尺1/10,000之路線地形圖上，其中羅馬數字I，II，...，代表步道通過區之災害性地形類型；阿拉伯數字1，2，3，...則代表步道邊坡類型，上、下坡分別標示。其無羅馬數字之路段，表示該路段所通過之地形區非屬災害性，亦即為安全度頗高之路段。例如“III 1”表示斷崖區岩石破碎易崩之峭壁，敏感度極高；“8”表示步道通過階地區。

表 3-9a 步道邊坡類型

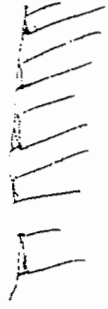
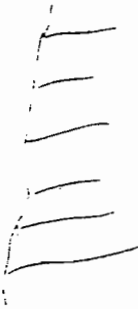
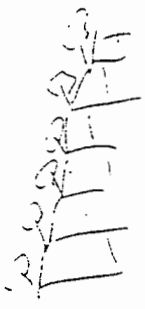
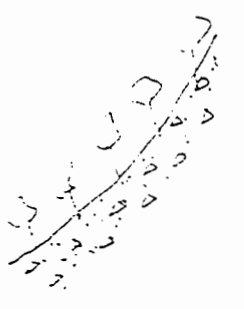
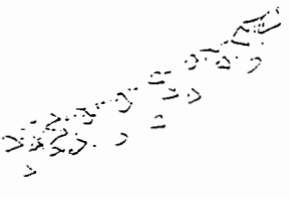
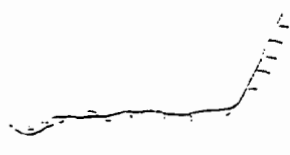
邊坡類別	示 意 圖	現 況 說 明	環境參數	風險率	敏感度分級
1		懸崖、峭壁、基岩裸露、破碎、隨時崩塌。其位於上坡則有落石之險，位於下坡則路基有坍塌之虞。	86 II 4A	1 7	極高
2		懸崖、峭壁、基岩裸露，惟岩體尚屬完整，但偶有落石。	85 I 1A (層狀岩體) 85 I 0A (塊狀岩體)	1 6 1 4	極高
3		峭壁、有草、木等植被覆蓋。仍偶有落石。	82 I 1A	1 1	高
4		懸崖下掘出之步道、稍高於人體，雖有落石之虞，但易於處理。	81 I 1A	1 0	高

表 3-9b 步道邊坡類型

邊坡類別	示意圖	現況說明	環境參數	風險率	敏感度分級
5		軟弱層狀岩體，有岩屑剝落現象。	63 II 1A	1 0	高
6		崩積層，有局部性沖蝕和崩塌。	52 II 0C	1 1	高
7		溪溝上厚層移動性崩積土、石，暴雨時有生土石流之虞。	24 II 0C	1 0	高
8		高位階地，地面多平坦，除階地崖會有小型崩塌外，無安全之虞。	22 II 0C	8	中
9		寬闊河灘地，河水暴漲時會遭淹沒。	22 II 0C	8	中

3. 3. 步道危險度分級

根據步道之地形與地質環境之調查結果，本研究將步道危險度分以下五級，如表3-1所示。

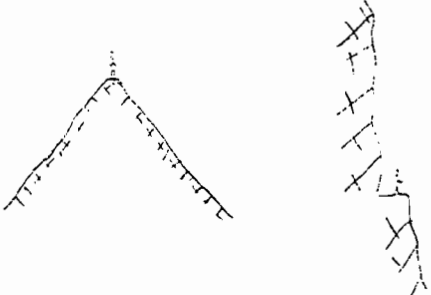
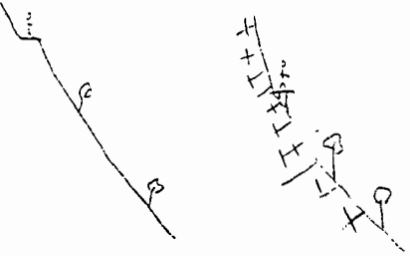
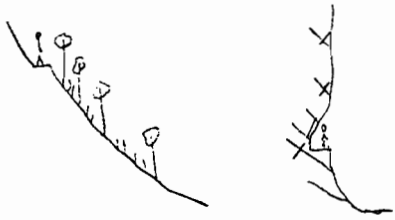
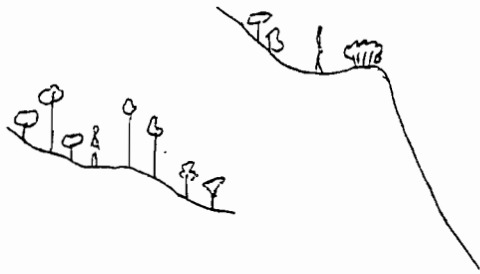
1. 再小心也很危險：凡災源區和發生機制皆非人力所能控制，而過去該區災害發生之頻率相當之高，並足以肇致嚴重傷亡者皆屬此級危險區。此區因非以遊客提高警覺即能迴避災害，所以災害風險甚大，以禁止遊客進入為宜。
2. 小心也很危險：凡災源區和發生機制皆非人力所能控制，災害發生之誘因多來自風化、地震等難以預知之自然現象，而災害發生之機率雖然較低，卻足以肇致嚴重傷亡者，皆屬此級危險區。此區因非以遊客提高警覺即可迴避災害，故以禁止遊客進入為宜。
3. 一不小心就很危險：凡步道狹，與險下坡亦無緩衝帶，其本身雖不具危險性，但遊客因體力、定力、或大意而脫出步道即入險境，足可肇致嚴重傷亡者，皆屬此級危險區。

此種地區除非有足以防止遊客失足之安全設施，應豎立示標誌，並勸阻一般老弱婦孺遊客進入。

4. 一不小心就危險：凡步道與險坡間無緩衝帶，遊客可注意而未注意，發生意外時可肇致輕微傷害者，皆屬此級危險區。此種地區宜設置警示標誌，以提醒遊客注意安全。
5. 安全：凡步道通過之地區無地形、地質上之危險性，或步道與危險區間有安全之緩衝帶區隔者屬之。

本研究區之步道依上述之危險度分級標示於各步道調查評估成果圖上。

表 3-10 步道危險度分級表

步道危險度 分級	示 意 圖	特 性 說 明
(1)		再小心也很危險 —傷亡
(2)		小心也很危險 —傷亡
(3)		一不小心就很危險 —重傷
(4)		一不小心就危險 —輕傷
(5)		安全，如有危險純 因個人因素

4. 各步道之調查成果

4. 1. 蘇花公路景觀步道(照片一～五)

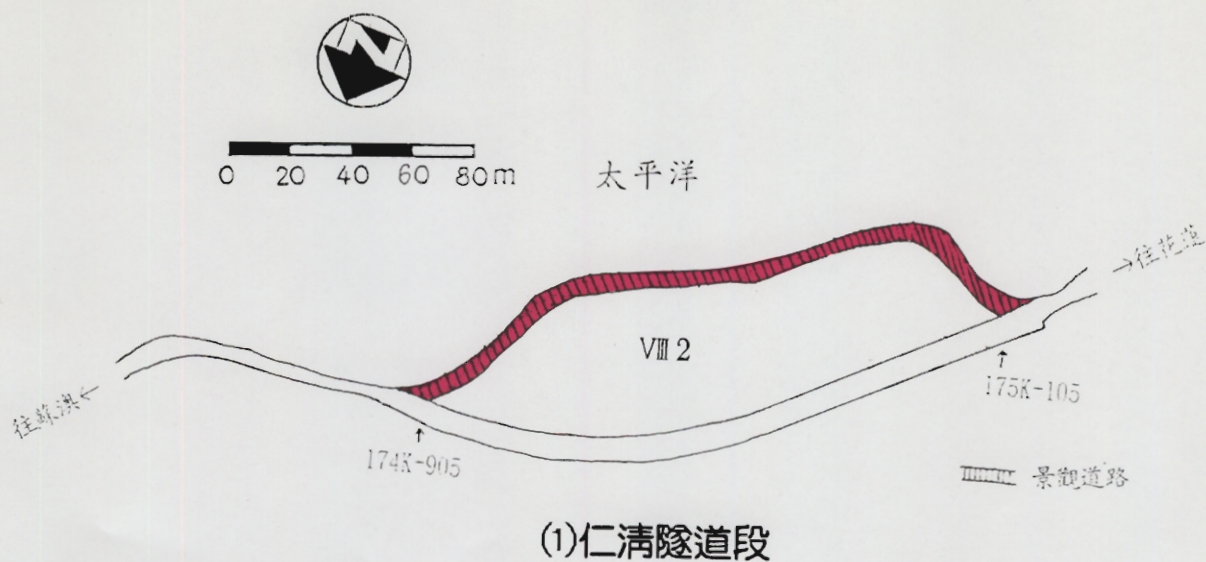
本國家公園區內蘇花公路和仁至崇德間路段多經面向太平洋之峭壁，路線曲折並時有落石，為改善路況，目前已有五處改以隧道通過。其原路段背山面海，景色壯闊雄奇，國家公園闢為景觀道路。自北而南為：

- (1)仁清隧道段(220公尺)
- (2)和清隧道段(長390公尺)(圖4-1a)
- (3)大清水隧道段(長780公尺)(圖4-1b)
- (4)錦文隧道段(長1,100公尺)(圖4-1b)
- (5)清水隧道段(長600公尺)(圖4-1b)

本研究對此五景觀步道之地質災害進行調查與評估，其結果如圖4-1a、b所示。

茲將各路段之特徵綜述如下：

- (1)五段景觀道路路寬3-5公尺，皆位於巨型斷崖中腹，屬災害性地形區(VIII型)，上、下坡呈峭壁或懸崖狀(坡度 $>100\%$)，時有落石。
- (2)景觀道路上、下坡岩盤多裸露，其中大清水段、清水段和錦文段部份的基岩(大理岩)最為破碎，落石隨時發生，落石範圍涵蓋整個路寬，故道路外側全屬護欄部份受損情形頗為嚴重；錦文段之一部份、仁清段、和清段之基岩比較完整，裂隙間隔較大，落石機率雖不若清水等段之頻繁，但仍屬高潛在危險區，尤其是地震之時，或長時間降雨之後，其危險度更高。道路下邊坡之危險性遠不若上邊坡之甚，較少有天然之意外事故。
- (3)落石發生區為高聳矗立之岩壁，其高不可及，而且面積廣大，故尚無經濟而有效之治理方法。惟清水斷崖景色為台灣一絕，就此列為高危險區予以封閉，殊為可惜，可擇停車空間較為寬大、穩定度較高之錦文段南端興建景觀假隧道數十公尺闢為蘇花路之景觀據點，



步道通過災害性地形類型		
類	型	說
VII	危險道路	可通車輛之道路通過陡坡區，路面窄而曲折，常遇上坡落石、坡崩情形，頗有危險。

危險程度	
再小心也很危險—傷亡	
小心也很危險—傷亡	
一不小心就很危險—重傷	
一不小心就危險—輕傷	
安全	

步道邊坡類型					
類別	敏感度分級	說	明	環境參數	風險率
1	極高	凸坡，懸崖，陡壁，基岩裸露、破碎，崩塌現象持續中。經常性崩塌地。		86 II 4A	17
2	極高	凸坡，懸崖，陡壁，基岩裸露，岩石鬆動狀態，於強烈地震或降雨時，也有落石之虞。		85 I 03 (塊狀岩體) 85 I 1A (層狀岩體)	14 16

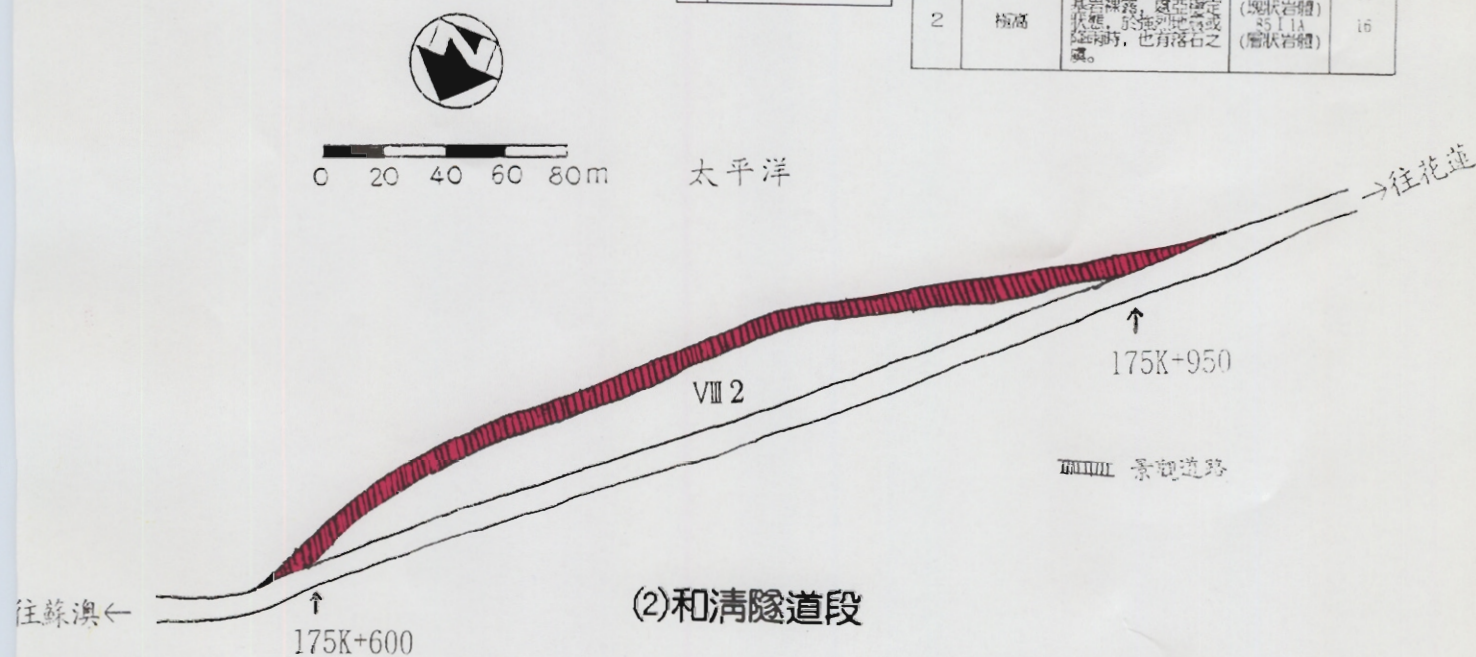
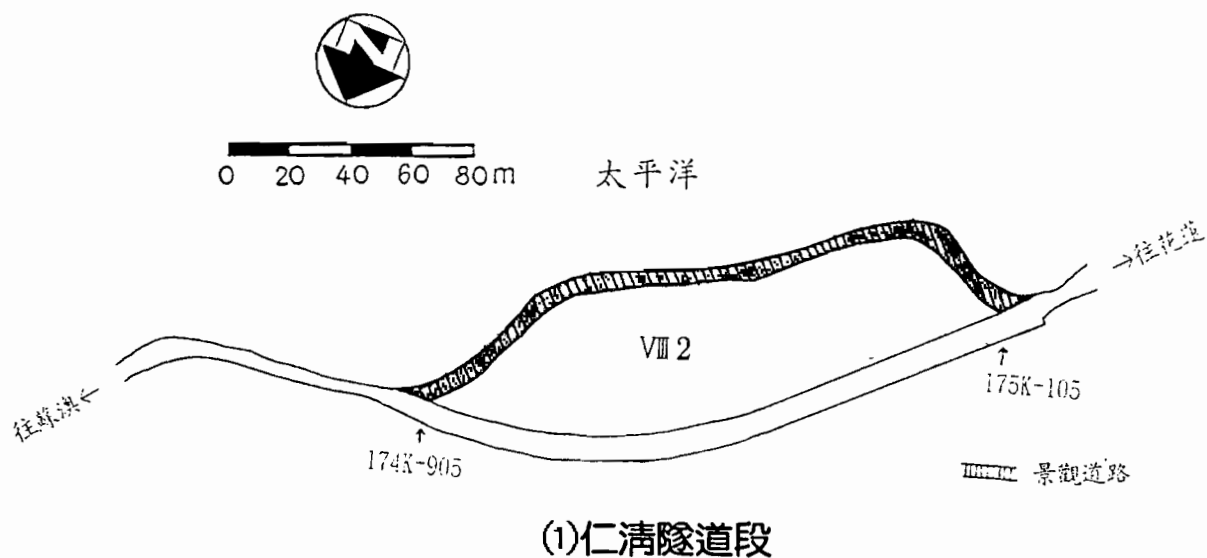


圖 4—1a 蘇花公路清水段步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖



步道通過災害性地形類型		
類 型	說	明
VII 危險道路	可通車輛之道路通過陡坡區，路面窄而曲折，常遇上坡落石、坡面崩塌情形，駕駛行駛危險。	路下

危 險 程 度	
再小心也很危險—傷亡	
小心也很危險—傷亡	
一不小心就很危險—重傷	
一不小心就危險—輕傷	
安全	

步道邊坡類型				
類別	敏感度分級	說 明	環境參數	風險度
1	極高	凸坡、懸崖、峭壁、基岩裸露、破碎、崩塌現象持續中。經雨後易崩塌。	55 II 4A	17
2	極高	凸坡、懸崖、峭壁、基岩裸露、處亞穩定狀態，於強烈地震或颱風時，也有落石之虞。	85 I 04 (塊狀岩體) 85 I 1A (層狀岩體)	14 16



圖 4—1a 蘇花公路清水段步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖

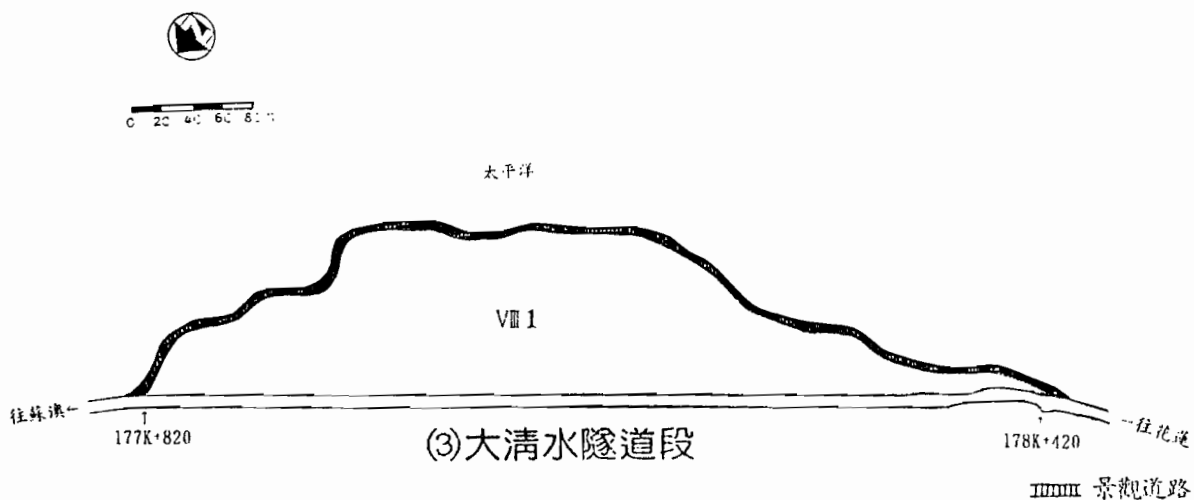


圖 4—1b 蘇花公路清水段步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖

供遊客在無安全顧慮的情境下飽覽清水斷崖和太平洋壯麗之自然美景。

4. 2. 神秘谷(砂卡礑溪)步道(照片六)

神秘谷步道自砂卡礑溪口沿溪之左岸至三間屋，全長約4,287公尺。步道通過之地形及其邊坡特性、危險度如圖4-2所示。

圖4-2之資料顯示本步道在「五間屋」之下游段係通過斷崖型地形(Ⅲ)，除局部為崩塌層，上坡較緩，植被覆蓋尚佳外，其餘路段之形勢有如迷你清水斷崖的路段。惟此段步道係鑿絕壁而成，步徑嵌於岩壁之內，高人許，雖有岩石鬆動情況，其危險性遠不若蘇花公路者之甚，而且因落石發生區高度低，故亦易於處理。

五間屋上游地區，步道漸近溪床，大部份為階地或植被覆蓋良好之舊崩積層，或溪床地，局部經過陡坡下(VII型)，但落石高度也在2-3公尺間，非屬嚴重災害性地區。

本步道災害性路段可透過鬆動危石之處理，達到減輕危險度之目的。

由以上所述可知本步道雖有Ⅲ、Ⅶ類災害性地形，但皆屬迷你型，災害性較低，且均易於處理和防範。故本步道屬風險較低者，沿途遊憩資源亦頗豐富，具有發展潛力。

本步道各種地形類型與邊坡類型、危險度之長度統計如表4-1。

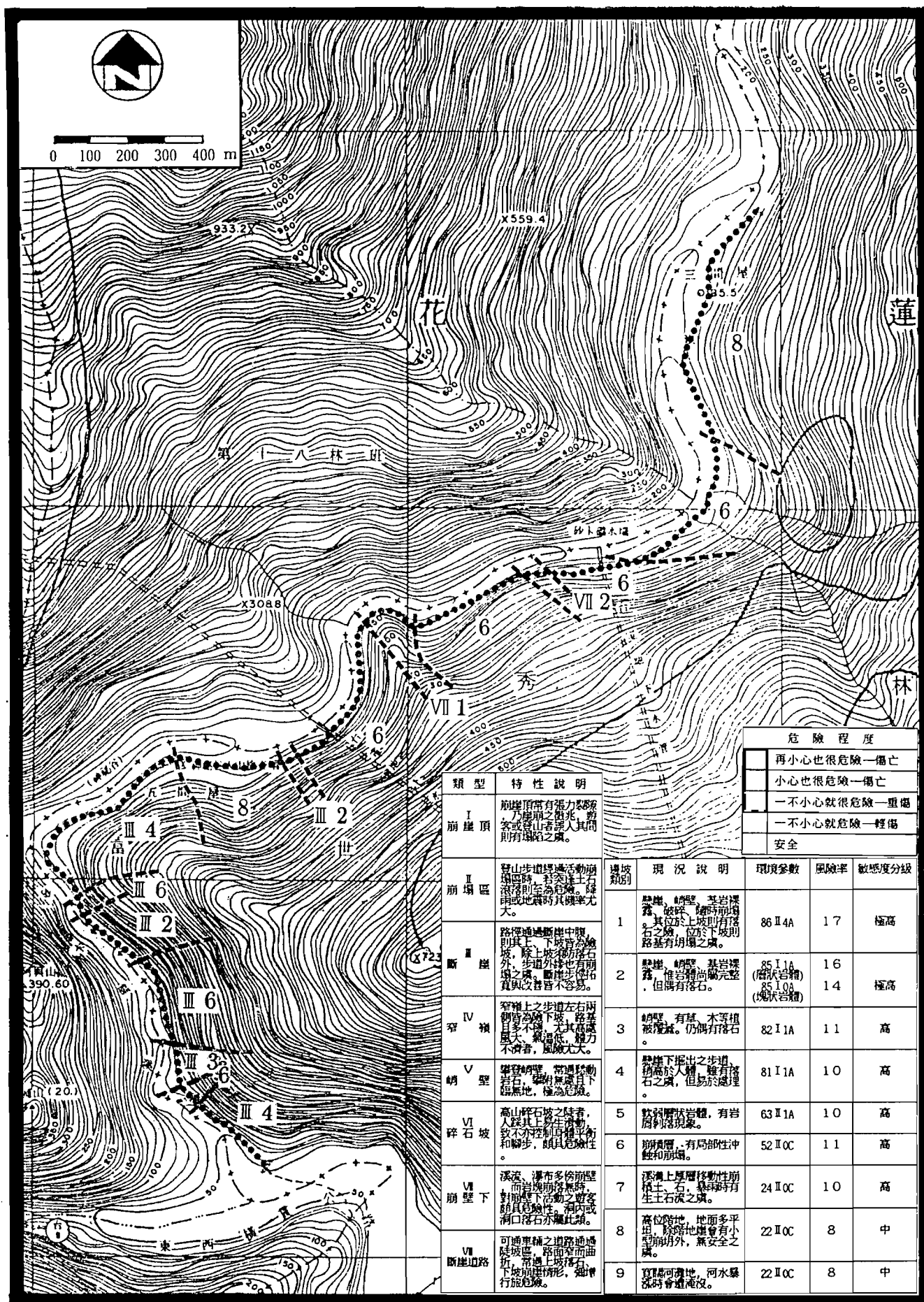


圖 4—2 神祕谷步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖

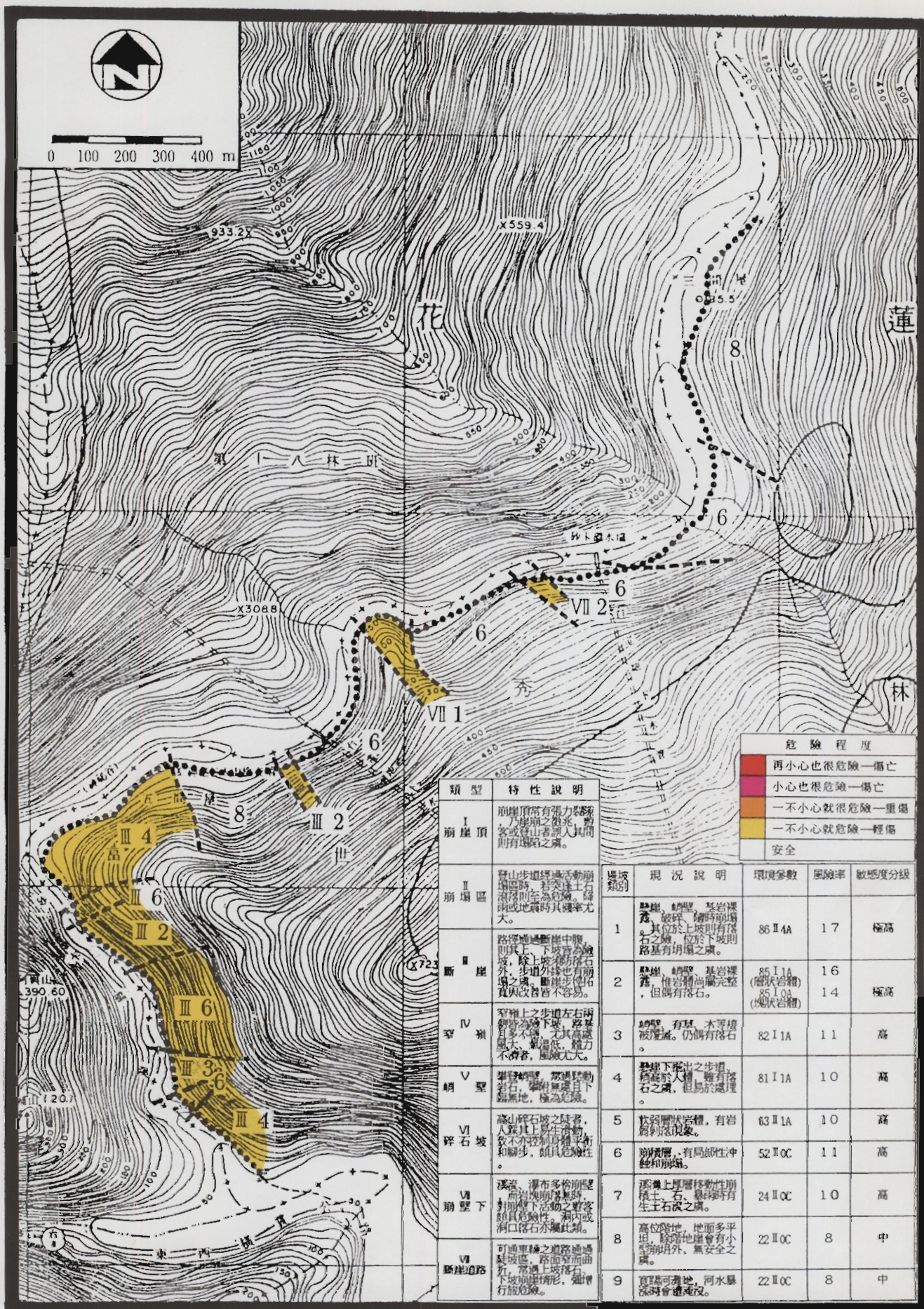


圖 4—2 神祕谷步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖

表 4-1 神秘谷步道地形區、邊坡類型及危險度長度統計表

地 形 類 型			邊 坡 類 型			步 道 危 險 度		
類型	步道長度(M)	佔步道總長%	類型	步道長度	%	等級	步道長度	%
			1	163	3.80	1	0	0.00
Ⅲ	1,612	37.60	2	336	7.84	2	0	0.00
VII	240	5.60	3	124	2.89	3	0	0.00
			4	834	19.45	4	1,860	43.39
			5	0	0.00	5	2,427	56.61
			6	1,838	42.87			
			7	0	0.00			
			8	992	23.15			
合計	1,852	43.20	合計	4,287	100.00	合計	4,287	100.00

4.3. 竹村步道(照片七)

本步道自中部橫貫公路谷園回頭彎開始，沿陶塞溪左岸至竹村，全長約8,000公尺，如圖4-3所示。本步道途中經過九梅園、下梅園、上梅園以及竹村陶賽吊橋左、右岸等五個階地，總長約2,200公尺，屬無自然意外災害路段；其餘路段則經過災害性斷崖地形(Ⅲ型)，其間有兩處大型活動性崩塌地。本步道之地質環境如圖4-3所示；通過區之各種地形類型和邊坡類型、危險度之長度則如表4-2。

表 4-2 竹村步道地形區、邊坡類型及危險度長度統計表

地 形 類 型			邊 坡 類 型						步 道 危 險 度					
			上 邊 坡			下 邊 坡			上 邊 坡			下 邊 坡		
類型	步道長度(M)	佔步道總長%	類型	步道長度	%	類型	步道長度	%	等級	步道長度	%	等級	步道長度	%
Ⅱ	542	6.93	1	617	7.89	1	1,943	24.85	1	0	0.00	1	0	0.00
Ⅲ	2,703	34.57	2	627	8.02	2	1,347	17.23	2	2,046	26.17	2	0	0.00
			3	1,078	13.79	3	535	6.84	3	0	0.00	3	1,588	20.32
			4	0		4			4	157	2.01	4	2,262	28.93
			5	924	11.82	5	603	7.71	5	5,615	71.82	5	3,968	50.75
			6	2,241	28.66	6	1,236	15.82						
			7	93	1.19	7	93	1.19						
			8	2,238	28.63	8	2,061	26.36						
合計	3,245	41.50	合計	7,818	100.00	合計	7,818	100.00	合計	7,818	100.00	合計	7,818	100.00

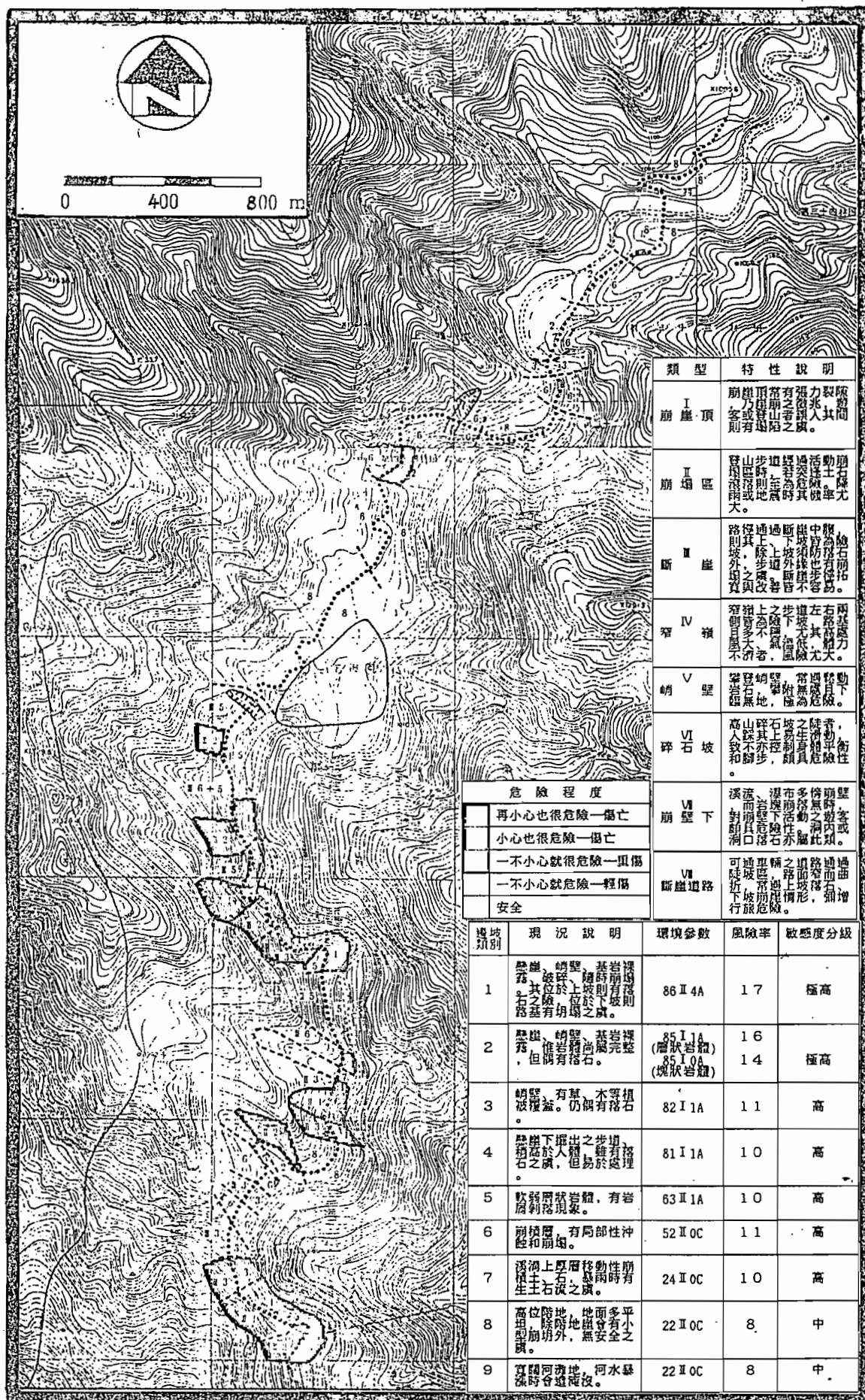


圖 4—3 竹村步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖

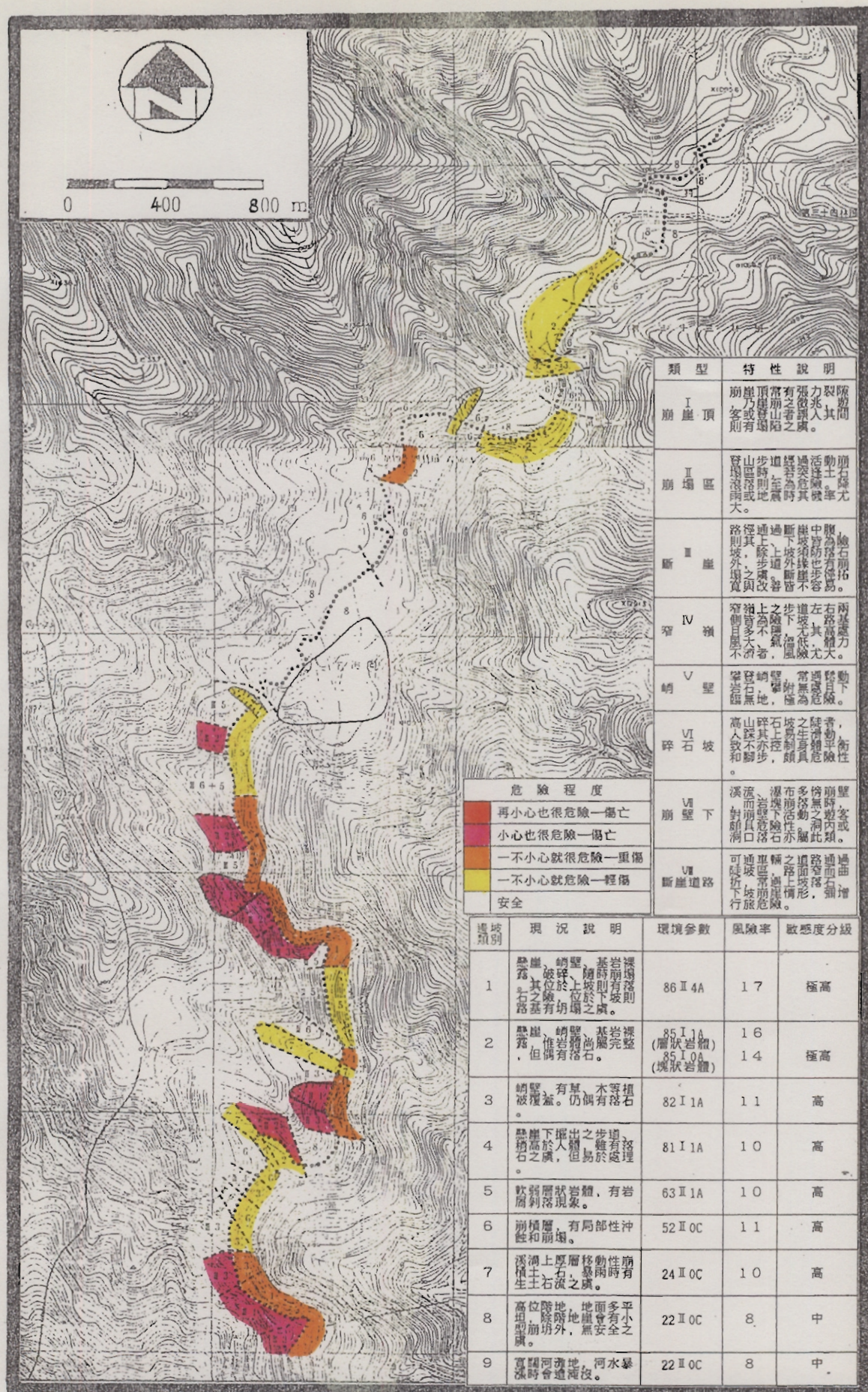


圖 4—3 竹村步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖

兩處大型崩塌地皆發生於黑色片岩區，岩體破碎，屬岩屑滑崩型，平時仍有少量岩屑滑落之現象。由於通過崩塌地之路徑甚狹，遇有岩屑崩落時，無處閃避，而下坡又陡，故易因驚慌而發生危險。

此外，斷崖地形區步道下坡為峭壁者，步道外緣多有懸空或崩塌情形，其不良之自然條件極易造成個人因素之意外災害。

整體而言，本景觀步道係以災害性斷崖地形區連接五個階地區而成。深谷及山巒近景為其主要景觀。五個階地多已成半荒廢農地狀態，並無特殊之遊憩資源；自竹村左岸階地與陶塞吊橋雖然可眺望兩處大型蝌蚪狀崩山及其在陶塞溪本流河床上所形成的活動性沖積扇和河床景觀，但非屬雅俗所能共賞者，對一般遊客恐缺少吸引力。

斷崖地形以上、下坡皆甚陡峻為特徵，災害發生區範圍廣大，尚無經濟有效之處理方法。若欲以拓寬步道之方式改善，則勢必擴大邊坡不穩定之範圍，加劇其嚴重性，故以維持現狀為宜。

以長約八公里之單線步道，泰半必須小心通過危險性路段，使遊客無法真正放鬆心情瀏覽深山景色，加以自然遊憩資源貧乏，使本步道區之開發價值偏低。

4. 4. 白楊步道(照片八)

白楊步道自台電施工隧道出口至水簾洞口止，長約2,000公尺，其中有七座隧道，共長800公尺。自三棧溪匯流口下游，步道沿塔基次里溪左岸而行，全長約1,500公尺，有隧道四座，共長300公尺；過塔基次里溪橋步道沿溪之右岸至水簾洞，長約500公尺，幾乎都在隧道中。本步道之地質環境如圖4-4所示，各類地形區和邊坡類型、危險度長度則列於表4-3。

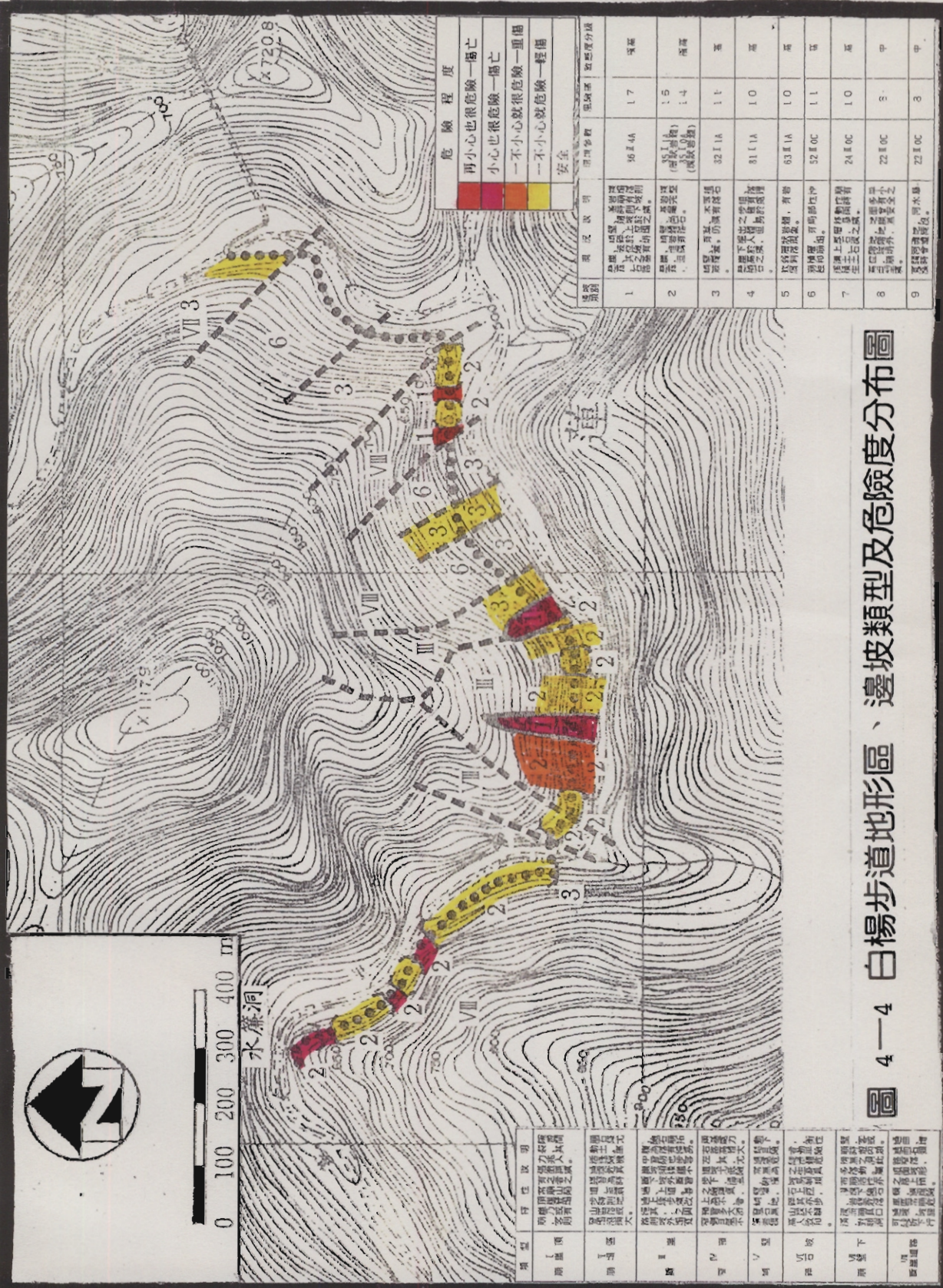


圖 4—4 白楊步道地形區、邊坡類型及危險度分布圖

危險程度	說明	坡度	危險度分級
兩小心也很危險—死亡	坡度陡峻，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅極大。	17	Ⅰ
小心也很危險—死亡	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	15	Ⅱ
一不小心就很危險—重傷	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	14	Ⅲ
一不小心就很危險—輕傷	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	11	Ⅳ
安全	坡度較緩，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	10	Ⅴ

坡度	說明	坡度	危險度分級
1	坡度陡峻，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅極大。	17	Ⅰ
2	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	15	Ⅱ
3	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	14	Ⅲ
4	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	11	Ⅳ
5	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	10	Ⅴ
6	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	10	Ⅴ
7	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	11	Ⅳ
8	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	10	Ⅴ
9	坡度較陡，岩石鬆動，易發生崩塌、落石等事故，對行人安全威脅較大。	9	Ⅵ

表 4-3 白楊步道地形區、邊坡類型及危險度長度統計表

地 形 類 型			邊 坡 類 型						步 道 危 險 度					
			上 邊 坡			下 邊 坡			上 邊 坡			下 邊 坡		
類型	步道長度(M)	佔步道總長%	類 型	步道長度	%	類 型	步道長度	%	等級	步道長度	%	等級	步道長度	%
Ⅲ	267	7.75	1	135	6.70	1	94	4.66	1	44	2.18	1	22	2.63
VII	115	5.70	2	1,121	55.58	2	399	19.78	2	272	13.48	2	91	10.86
VIII	478	23.70	3	322	15.96	3	345	17.10	3	91	4.52	3	91	10.86
隧道	770	38.17	4	0		4			4	1,014	50.27	4	634	75.65
			5	0		5			5	596	29.55	5	0	0.00
			6	439	21.76	6								
合計	1,630	75.12	合計	2,017	100.00	合計	838	41.54	合計	2,017	100.00	合計	838	100.00

本步道原為台電施工道路，路寬可通小型機動車輛，（目前禁止非公務車輛進入），是以步道下邊坡雖多為峭壁，卻不致有自然意外災害。所以本步道之地質災害係來自上邊坡，包括隧道洞口和洞頂之崩塌。

本步道之地形特徵是：於通過山脊線時，地勢轉陡，岩盤裸露，並出現崩塌地；山凹緩坡則多為崩積層；但山凹陡坡則多易崩之地。

施工道路於遇到難以克服之地形障礙則以隧道通過。由於施工道路為臨時性，因此隧道內壁大多無襯砌，洞頂偶會有崩落情況，尤其是地震之際；隧道口也多坍方，其自絕壁高處墜落者，更難以防範。

本步道對第1、2類邊坡尚無經濟有效之處理辦法，可以立警示標誌的方式提醒遊客小心通過此種危險路段。

隧道洞口及洞頂之易崩處，可以局部襯砌或噴漿方式處理。

5. 結論與建議

本研究調查和評估蘇花公路五條景觀步道和太魯閣峽谷內三條步道之地質災害，所得結論如下：

- (1)蘇花公路景觀步道全部在第Ⅲ類型之災害性地形區，其上、下邊坡屬第1、2類型，但災害源區在上邊坡，且峭壁矗立、面積廣大，屬易肇致傷亡之落石災害，尚無經濟有效之處理辦法。

惟本系列步道面向太平洋，又兼具有名之清水斷崖地質景觀，為高品質之景觀據點，但同質性甚高，為使此自然美景委棄於不顧，建議於錦文段南端建一長100~200公尺(本路段全長1,100公尺)之假隧道作為安全之景觀據點和解說站，以充份利用其遊憩資源。

(圖5-1)

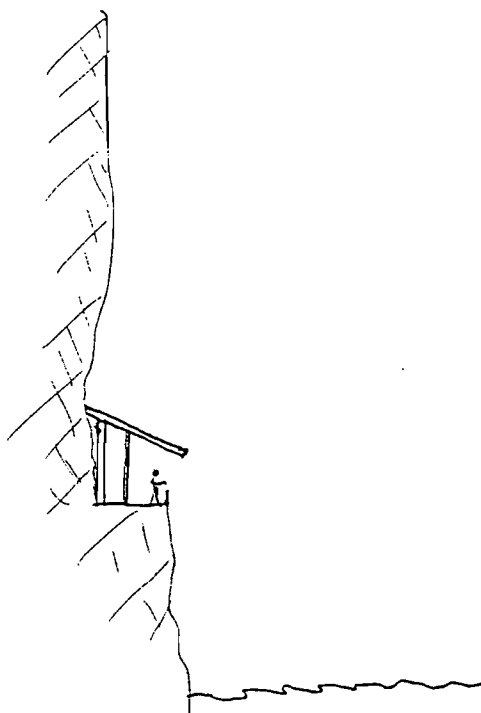


圖 5-1 假隧道示意圖

- (2)神祕谷步道遊憩資源頗為豐富，其災害性地形區之災害源區低，且易於處理，故自然意外災害之風險低。其地質災害路段可以清除危石和噴漿等簡易方法加強其邊坡穩定度。
- (3)竹村步道長8,000公尺，景觀單調而且缺少遊憩資源。泰半步道通過災害性地形區，路狹而險，且有兩處不易處理之大型崩塌地，對自然意外災害警覺心素來偏低之一般遊客而言，並非適宜，故建議維持現狀，並以警示標誌立於路口及危險路段以提醒遊客注意安全。
- (4)白楊步道有袖珍型峽谷之風味，並有瀑布，適宜漫遊。2,000公尺步道中有800公尺為隧道，洞內偶會有落石，建議其洞口及洞內易崩落之路段加建視砌，對第1、2類型邊坡之路段因無經濟有效之處理方法，故可以豎立警示標誌方式提醒遊客注意危險情況。
- (5)對尚未處理或不易處理之危險路段而言，豎立警示標誌有實質與法律上之必要性。惟警示標誌內容須包含該危險區實際之危險情況的圖示(圖5-2)，要比一般性之標誌更能發揮導引遊客採取必要之迴避行為的功能。

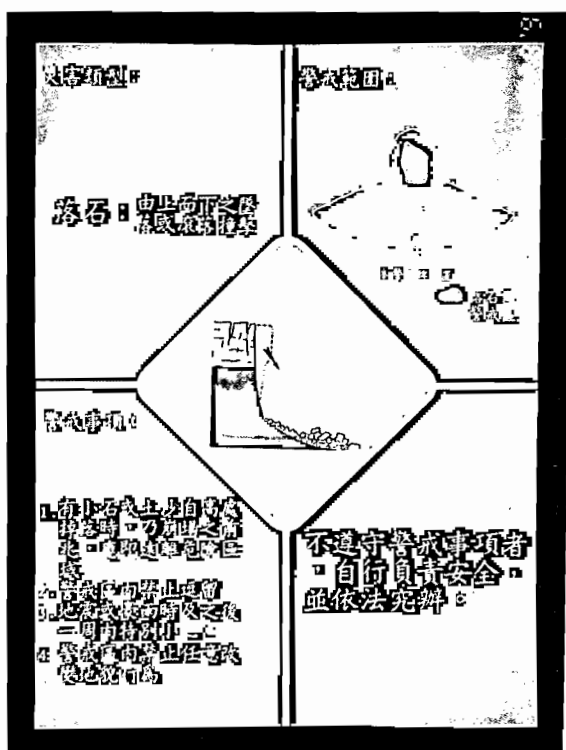


圖 5-2 警示標誌圖

照片一



a

和清段塊狀片麻岩
節理間在一公尺左
右(a)，惟因坡度
陡峭，故係處於亞
穩定狀態，表面風
化或地震時仍時有
岩塊崩落現象(b)
。

危險度(2)：小心也很危險—傷亡



b

危險度(2)：小心也很危險—傷亡

照片二



仁清段破碎大理岩，多懸崖，邊坡處於高度不穩定狀態(a)，時有落石，是以路面多由落石撞擊所生坑洞(b)。

a

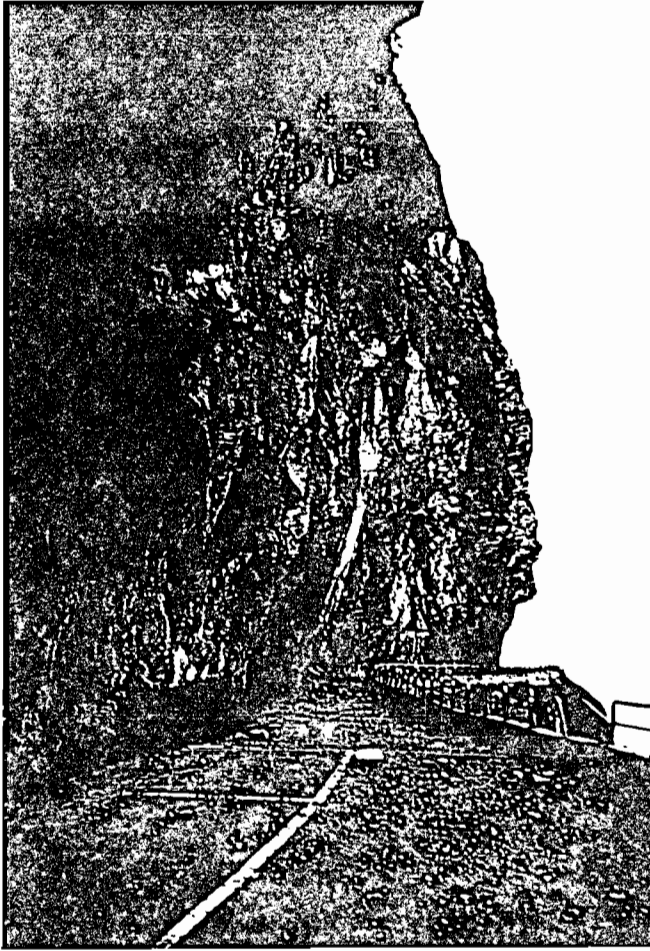
危險度(2)：小心也很危險—傷亡



b

危險度(2)：小心也很危險—傷亡

照片三

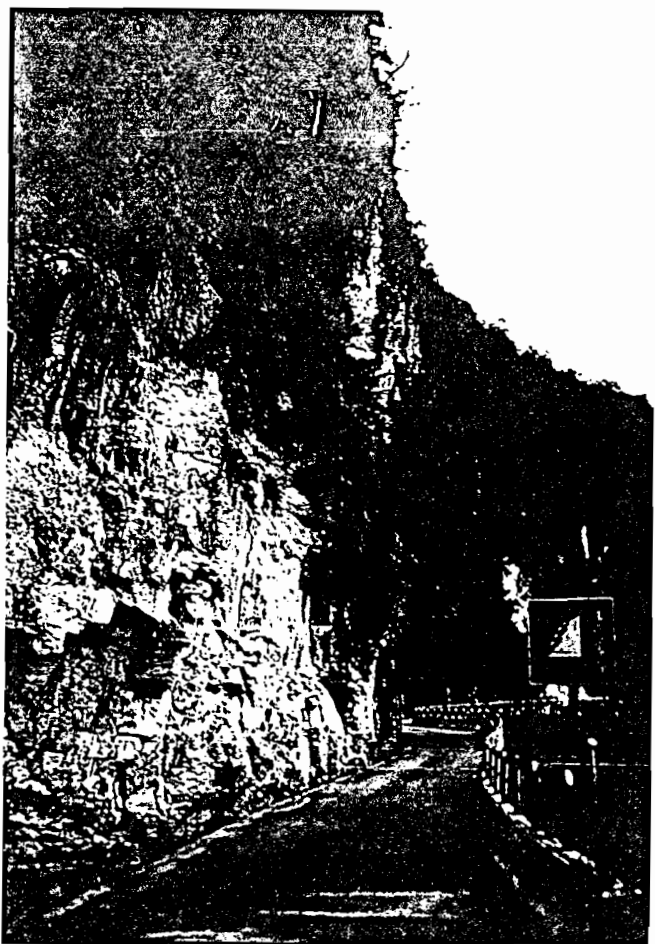


大清水段懸崖峭壁連綿，係由極為破碎之大理岩所構成，全區密集落石(a)，金屬護欄受創累累(b)，故本路段乃一高危險地區。

危險度(i)：再小心也很危險—傷亡



危險度(i)：再小心也很危險—傷亡



錦文段大理岩層幾近水平，崖壁植生尚多(a)，表示大部份岩壁處於亞穩定狀態。但局部性和偶發性崩落仍在所難免(b)，對遊客安全仍多風險。其南洞口有較寬闊之腹地，建議建假隧道100~200公尺為景觀據點。

危險度(2)：小心也很危險—傷亡



危險度(2)：小心也很危險—傷亡



a

清水段大理岩壁節理至爲發達，落石頗爲頻繁(a，b)，屬高危險地區。

危險度(1)：再小心也很危險—傷亡



b

危險度(1)：再小心也很危險—傷亡

照片六



神秘谷步道在「五間屋」前是迷你型的清水斷崖(a)，其懸崖狀步道係鑿絕壁而成，高可人許，下坡距溪床亦僅十來公尺(b)，故其危險度遠不及蘇花路段。

a

危險度(4)：一不小心就危險—輕傷



b

危險度(4)：一不小心就危險—輕傷



危險度(5)：安全

c

「五間屋」(c)、「三間屋」(d)皆在河階地上，地勢比較平坦，原為農地與聚落，現則已全然荒廢，尤其「三間屋」已成一片榛芒(d)。本兩處階地區非為災害性地區，又近水域，其資源具開發潛力。



d

危險度(5)：安全



危險度(4)：一不小心就危險—輕傷

階地間步道部份通過陡坡下，但高僅數公尺(e)，危險度不高；部分通過溪床(f)則有於山洪暴發時被淹沒之虞，宜立警示標誌，並禁止露營。



危險度(4)：一不小心就危險—輕傷

照片七



竹村步道在清水吊橋前係通過絕壁，部分雖有植被，但仍偶有落石(a)，而路徑狹，且外緣易崩，下臨深谷(b)，頗具災害性。

危險度(1)：再小心也很危險—傷亡

a



b

危險度(3)：一不小心就很危險—重傷

照片七



本步道有兩處大型崩塌地(c)，屬岩屑滑崩型，大雨時之危險度會增高，通過其中腹之步道亦頗具災害性(d)。

危險度(2)：小心也很危險—傷亡



危險度(2)：小心也很危險—傷亡

照片七



本步道經過兩處小溪床，上面堆積大量移動性崩積物(e)，暴雨時可能發生土石流動狀況，切不可強行通過，故亦宜設置警示標誌。

危險度(4)：一不小心就危險—輕傷

e



陡峻上邊坡雖有植被，處亞穩定狀態，偶有落石之虞(f)。

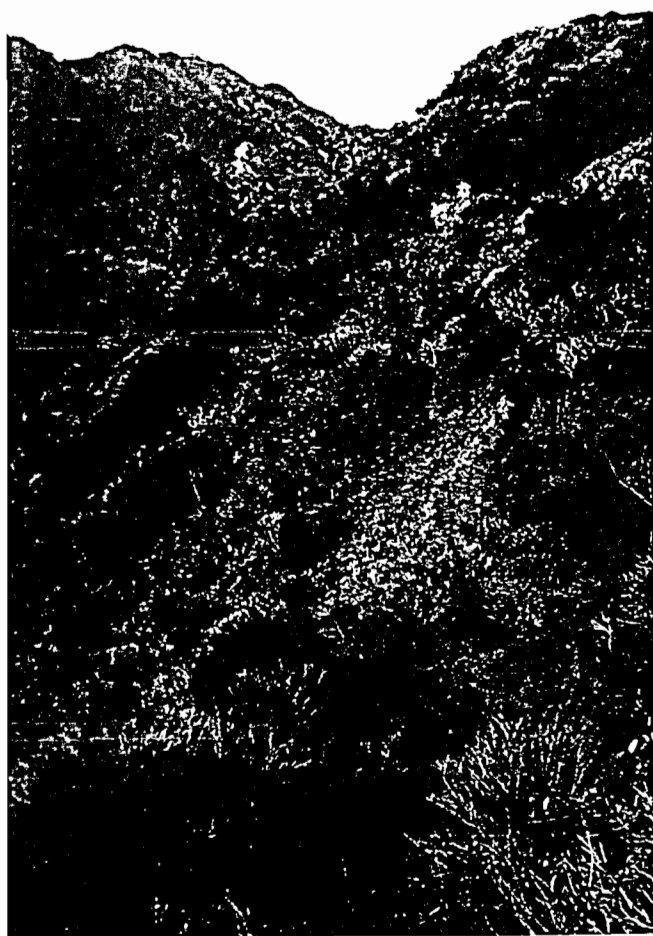
危險度(3)：一不小心就很危險—重傷

f



g

危險度(4)：一不小心就危險—輕傷



h

黑色片岩分佈區淺凹坡多為崩積層所覆蓋，故植被相當良好，多芒草、雜樹，上坡之危險性低，而下坡則有局部性的險坡(g、h)。

危險度(4)：一不小心就危險—輕傷



危險度(5)：安全

白楊步道自台電隧道出口至瓦黑爾溪與塔次基里溪匯流口間為緩坡地形，多為崩積層，故植被良好(a)；匯流口至三棧溪口，崩積層(b)較多危險路段，且不易處理，宜於適當地點設置警示標誌。



危險度(5)：安全

照片八



陡坡地(c、d)較多
危險路段，且不易
處理，宜於適當地
點設置警示標誌。

危險度(4)：一不小心就危險—輕傷

c



危險度(3)：一不小心就很危險—重傷

d

照片八



崩塌地(e、f)較多
危險路段，且不易
處理，宜於適當地
點設置警示標誌。

危險度(3)：一不小心就很危險—重傷



危險度(3)：一不小心就很危險—重傷

照片八



本步道共有七座隧道，以第1、2隧道口之落石最為嚴重(g)，而水濂洞口亦有落石之虞(h)。

危險度(1)：再小心也很危險—傷亡

g



危險度(2)：小心也很危險—傷亡

h

太魯閣國家公園地質防災技術之研究

—白楊、竹村、神祕谷步道及蘇花公路(清水段)舊公路

發行人：劉慶男

出版者：內政部營建署太魯閣國家公園管理處

計畫主持人：張石角教授

執行期間：83年8月1日至84年6月30日

研究機關：國立臺灣大學地理學系

中華民國八十四年六月三十日