



中 華 科 技 大 學
土 木 工 程 系
產 學 合 作 計 畫 作 成 果 報 告

基隆市代天府段自辦市地重劃工程敏感地質區域補
充地質調查及地質安全評估作業服務

計畫編號：華土木 105 產學字 008 號

甲方：大升開發股份有限公司

乙方：中華學校財團法人中華科技大學土木工程系

計畫主持人：謝宗榮

產學合作案結案報告書

計畫編號：華土木 105 產學字 008 號

基隆市代天府段自辦市地重劃工程敏感地質區
域補充地質調查及地質安全評估作業服務

甲方：大升開發股份有限公司

乙方：中華學校財團法人中華科技大學土木工程系

計畫主持人：謝宗榮

摘要

本案為大升開發股份有限公司於基隆市安樂區私有土地上辦理基隆市代天府段第一期自辦市地重劃區重劃工程案，該地號為284等21筆土地位處山崩與地滑地質敏感區。本案基地部分範圍與山崩與地滑地質敏感區重疊，故根據「地質法」第8、9、10 條，委託中華學校財團法人中華科技大學土木工程系進行基地地質調查及地質安全評估工作。

基地地質調查工作包括區域調查與細部調查。區域調查範圍係根據現地地形特徵圈繪基地外圍之可能影響範圍，本案則以基地西北側道路坡面為主要影響區。區域調查範圍出露地層為大寮層與木山層，岩性為砂岩及砂頁岩互層。細部調查範圍係為山崩與地滑地質敏感區與基地重疊範圍，面積為0.150718公頃，根據「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」規定應鑽探3孔，細部調查範圍位於坡地道路，為獲得較完整地層剖面資訊，本案並加強野外地表地質調查工作，鑽探總數為3 孔，各孔深度均為30 公尺。由地質鑽探岩心判釋結果，表土覆蓋層厚度約0.7~5.0 公尺不等，岩盤岩性為砂岩與砂頁岩互層。由地質鑽探岩心之土層與岩石試樣進行室內實驗，並量測現地地下水位，用於後續地質安全評估之依據。

由區域調查及結果基地邊坡現況大致良好，故本案只針對細部調查區之道路邊坡進行邊坡穩定分析，於常時、地震及暴雨時安全係數均滿足水土保持技術規範之規定。顯示該處邊坡在無其它外力擾動下，目前現況穩定。目前雖無觀測到細部調查區具滑動跡象，仍應注意下邊坡之坡面保護，避免形成岩層自由端透空，影響邊坡長期穩定。本案調查與評估完整內容如全文，並依法提交予目的事業主管機關作為本開發案之審查參考。

目錄

摘要.....	I
目錄.....	II
圖目錄.....	V
第一章 前言	1
第二章 區域調查	4
2.1 環境狀況.....	4
2.1.1 土地使用狀況.....	4
2.1.2 植生狀況	4
2.1.3 降雨記錄	4
2.1.4 水系與蝕溝分布.....	7
2.1.5 坡地災害歷史.....	7
2.2 地質特性.....	7
2.2.1 地形	7
2.2.2 地層分布	7
2.2.3 地質構造	13
2.2.4 順向坡特性	17
2.2.5 山崩與地滑徵兆.....	17
2.2.6 不穩定土體或岩體之分布與特性.....	17

2.2.7 區域調查地質圖	17
第三章 細部調查	26
3.1 工程地質特性	26
3.1.1 坡度與坡向	26
3.1.2 不連續面或地質弱面之特性	29
3.1.3 土壤與岩石之工程特性	29
3.1.4 地下水水位或水壓	32
3.1.5 既有水土保持設施現況	33
3.2 地下地質特性	33
3.2.1 未固結地質材料之分布與厚度	39
3.2.2 岩層之特性	39
3.2.3 不連續面或地質弱面之特性	39
3.2.4 室內試驗結果	39
3.2.5 細部調查地質圖與地質剖面圖	41
第四章 地質安全評估	43
4.1 山崩或地滑發生潛勢及其對基地之影響	43
4.1.1 山崩或地滑發生潛勢	43
4.1.2 影響範圍評估	43
4.2 開發行為對坡地穩定性之影響	43
4.2.1 常時	45

4.2.2 地震	46
4.2.3 暴雨	47
4.3 處理對策.....	48
第五章 結論與建議.....	49
5.1 結論	49
5.2 建議	50

圖目錄

圖 1.1 地質敏感區重疊範圍地號圖.....	2
圖 1.2 基地位置與區域調查及細部調查範圍圖.....	3
圖 2.1-1 土地使用狀況圖.....	5
圖 2.1-2 五堵雨量站月平均雨量分布圖.....	6
圖 2.2-1 基地位置與區域調查範圍圖.....	11
圖 2.2-2 區域地質圖.....	12
圖 2.2-3 山腳斷層條帶地質圖.....	15
圖 2.2-4 台灣活動斷層分佈圖.....	16
圖 2.2-5 順向坡及山崩分布圖.....	18
圖 2.2-6 災害潛勢分布圖.....	19
圖 2.2-7 區域地表地質調查點位分布圖.....	20
圖 2.2-8 各調查點現況說明(一).....	21
圖 2.2-9 各調查點現況說明(二).....	22
圖 2.2-10 各調查點現況說明(三).....	23
圖 2.2-11 各調查點現況說明(四).....	24
圖 2.2-12 區域調查地質圖.....	25
圖 3.1-1 區域與細部調查範圍坡度分析圖.....	27
圖 3.1-2 區域與細部調查範圍坡向分析圖.....	28
圖 3.1-3 露頭點位量測位置分佈.....	30
圖 3.1-4 露頭點岩性及位態說明.....	31
圖 3.1-5 岩體強度分級表 (MODIFIED FRANKLIN,1975).....	32
圖 3.2-1 鑽孔與剖面線配置圖.....	36
圖 3.2-2 基地規劃與地質鑽探剖面配置.....	37
圖 3.2-3 地質剖面圖.....	38

圖 3.2-4 細部調查地質圖	42
圖 4.2-1 邊坡穩定分析-常時(圓弧滑動).....	45
圖 4.2-2 邊坡穩定分析-常時(平面滑動).....	45
圖 4.2-3 邊坡穩定分析-地震(圓弧滑動).....	46
圖 4.2-4 邊坡穩定分析-地震(平面滑動).....	46
圖 4.2-3 邊坡穩定分析-暴雨(圓弧滑動).....	47
圖 4.2-3 邊坡穩定分析-暴雨(平面滑動).....	47

表目錄

表 1.1-1 地質敏感區重疊範圍面積統計表	1
表 2.1-1 經濟部水利署五堵雨量站歷年雨量資料統計表	6
表 2.2-1 鄰近基地 12KM 範圍內活動斷層分布表	13
表 3.1-1 岩石單壓強度分類(FRANKLIN,1976)	32
表 3.1-2 地下水位量測記錄	33
表 3.2-1 地質鑽探位置與深度表	34
表 3.2-1 簡化土層力學參數建議表	40
表 3.2-3 岩石一般物理性質試驗	40
表 3.2-4 岩石單軸壓縮試驗	40
表 3.2-5 岩石直接剪力試驗	41
表 3.2-6 簡化岩層力學參數建議表	41
表 4.2-1 邊坡穩定地層參數	44
表 4.2-2 邊坡穩定分析結果	44
附件一 室內實驗說明及實驗結果	
附件二 地層描述及岩心柱狀記錄	
附件三 岩心照片	
附件四 施工照片	
附件五 地下水位量測照片	
附件六 邊坡穩定分析	

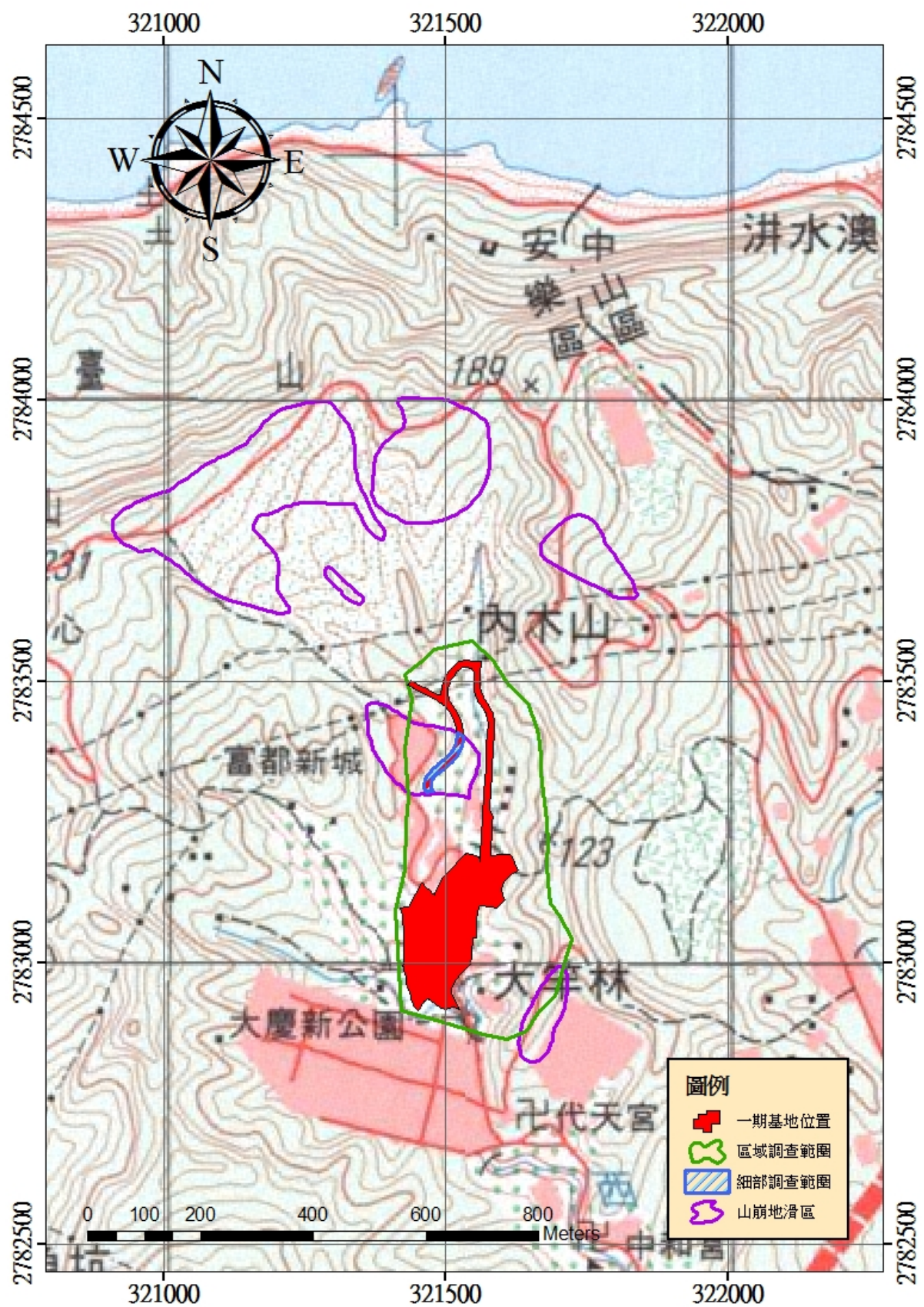


圖 1.2 基地位置與區域調查及細部調查範圍圖

經建版,圖號: 97233-NE,基隆市圖幅 (1/25,000),坐標系統 TWD67

第二章 區域調查

2.1 環境狀況

2.1.1 土地使用狀況

本基地位於基隆市安樂區，根據經濟部自然環境資料整合系統之衛星影像圖(坐標系統 TWD97)，詳圖 2.1-1，判釋基地與周邊土地使用狀況，基地西側由中和路銜接至基地西北側既有道路，以順時針方向由北而南繞行至基地最南側入口聯絡道，基地西南側為緩坡區現況植生良好，調查範圍內之地質敏感區為已完工之道路，下邊坡坡面現況為雜木林，上邊坡為農作緩坡。

2.1.2 植生狀況

本案之區域調查主要針對基地周圍邊坡進行調查，其中西側邊坡面植生情況良好，樹種主要為雜木林等；東側北邊坡屬坡度較陡峭之逆向坡，植生狀況良好，樹種主要為雜木林，東側坡面現況為人工自然修坡，坡面現況植生良好。

2.1.3 降雨記錄

本基地位於基隆市安樂區，根據經濟部水利署水文年報資料，鄰近之雨量站為五堵雨量測站(水利署站號：1140P106，氣象局站號：01B030，位置：319447.500, 2774911.400, TWD67 坐標系統)，共統計 52 年降雨紀錄，將五堵雨量測站降雨紀錄整理如表 2.1-1，平均月雨量皆有 150mm 以上，以 9~12 及 1~2 月間之冬雨最多，全年降雨均勻無明顯之乾濕季之別，月平均降雨量分布如圖 2.1-2 所示。

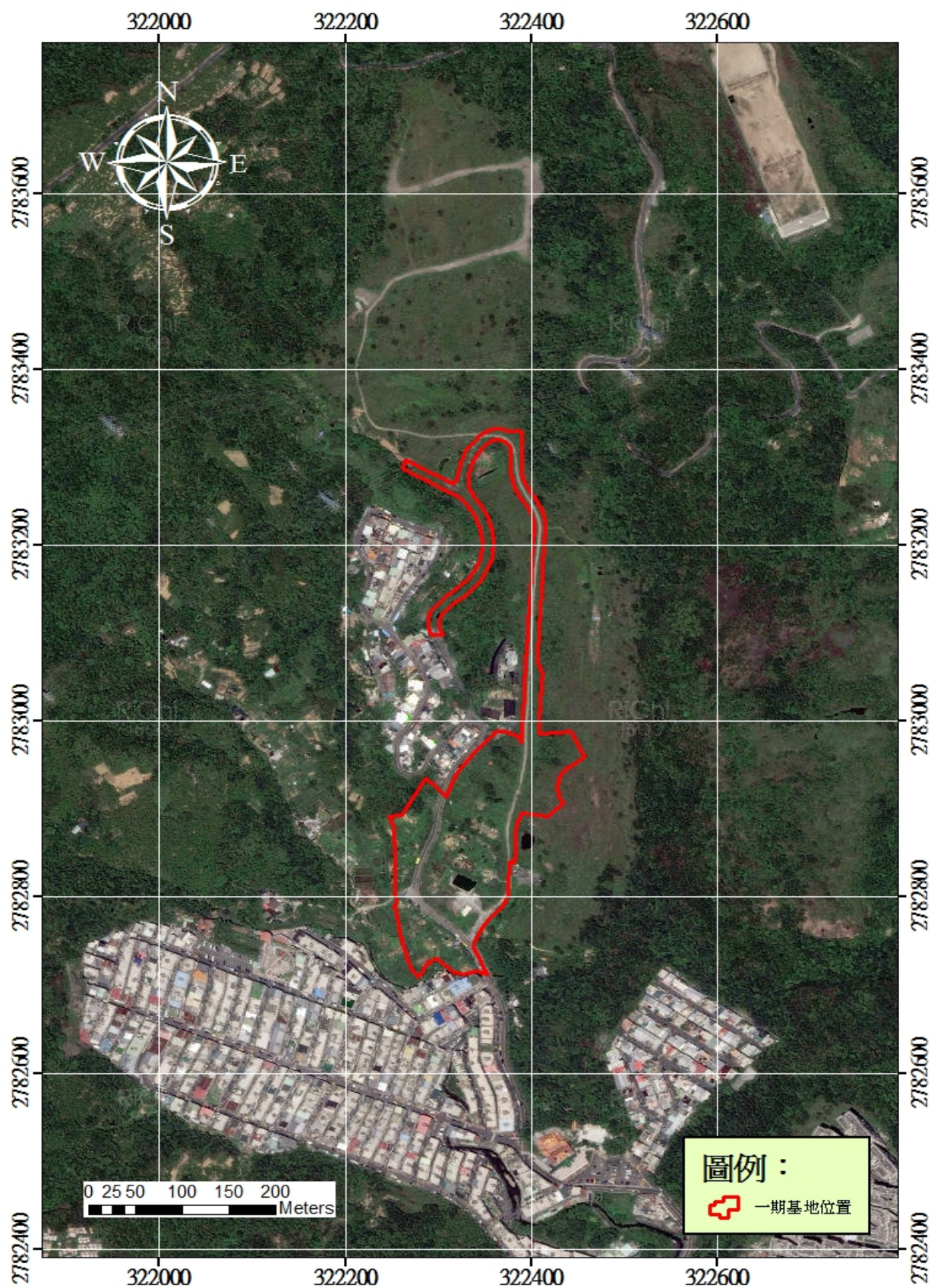


圖 2.1-1 土地使用狀況圖

經濟部自然環境資料整合系統之衛星影像圖,坐標系統 TWD97

表2.1-1 經濟部水利署五堵雨量站歷年雨量資料統計表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
平均月雨量	299.4	314.2	262.6	193.1	264.4	312.3	174.3	262.9	521.4	521.1	408.5	324.3
最大月雨量	705.0 (1990)	798.0 (1983)	569.6 (1970)	568.0 (1990)	667.0 (2005)	759.0 (2007)	614.0 (1989)	637.0 (1997)	1938.0 (2001)	1784.0 (1997)	1205.0 (1986)	895.0 (2011)
最小月雨量	48.5 (1963)	32.0 (2003)	50.5 (1972)	44.3 (1969)	33.2 (1963)	20.0 (1980)	1.0 (2003)	26.0 (2008)	111.1 (1972)	82.0 (1979)	31.5 (1968)	55.0 (1996)
統計期間(年)	統計年數		平均年雨量			最大年雨量			最小年雨量			雨量單位
1963~2014	52		3814.0			5773.0(1998)			1720.0(2003)			mm

資料來源：1.經濟部水利署中華民國 103 年台灣水文年報(2014)

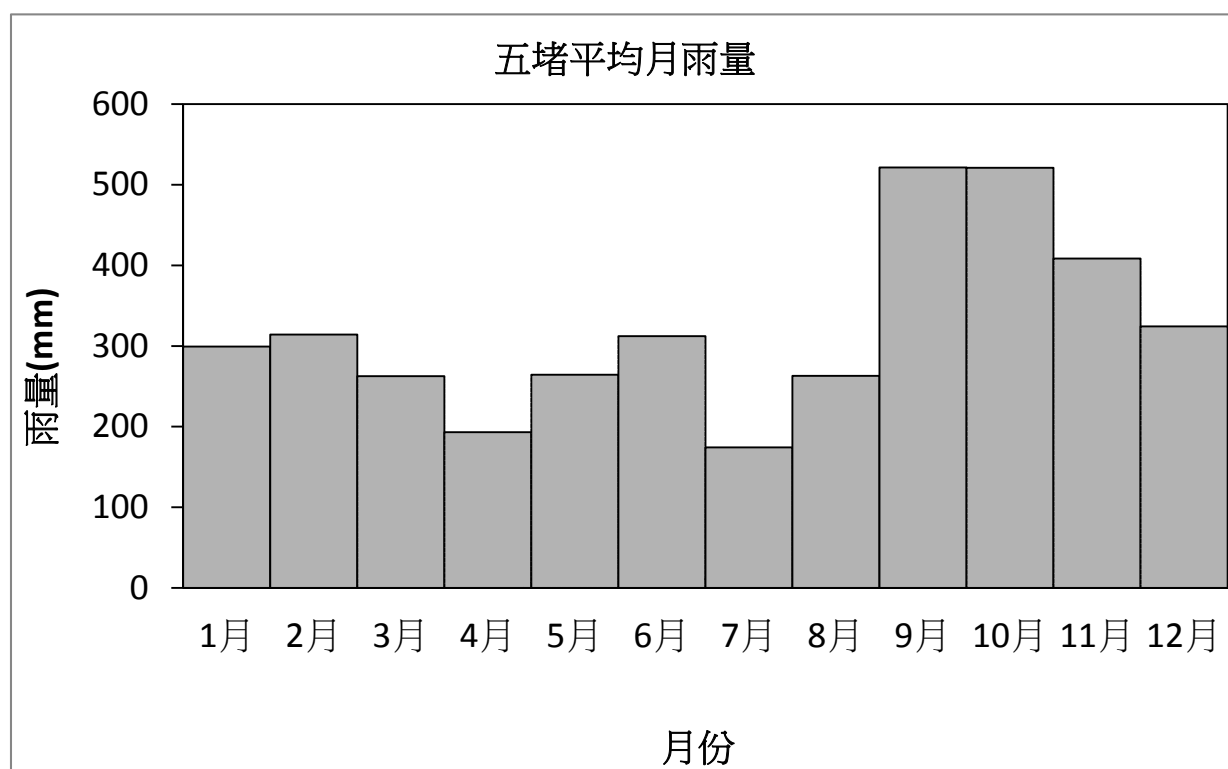


圖 2.1-2 五堵雨量站月平均雨量分布圖

2.1.4 水系與蝕溝分布

區域調查範圍之主要水系為西南側西定河，基地西南側已施做相關滯洪設施及聯外排水系統，基地集水區雨水經由區內排水溝匯集至西南側滯洪設施後，銜接排入西定河，本案區域調查範圍內坡面無明顯蝕溝分布。

2.1.5 坡地災害歷史

經查野外調查並訪察當地民眾，本基地細部調查範圍內並無坡地災害歷史，惟西北側道路邊坡雖屬順向坡，然下邊坡現況植生良好，且坡頂現況並無邊坡滑動導致之裂縫或潛移跡像。

2.2 地質特性

2.2.1 地形

本案基地西北側道路邊坡位在山崩與地滑地質敏感區範圍內，為釐清基地開發行為是否受到影響，本案於基地周圍邊坡進行野外調查，其中西側大致以中和路 200 巷沿線為界，東側則針對基地主要影響範圍及其上方坡面之稜線為界，調查範圍詳圖 2.2-1 基地位置與區域調查範圍圖。

2.2.2 地層分布

依據經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統參照台灣區域地質圖數值檔—台北第三版，底圖比例尺「1/50,000」，2005，詳圖 2.2-2 區域地質圖，在基地及鄰近區域所出露之地層主要為木山層(Ms)、大寮層(TI)、五指山層(Wc)、沖積層(a)及石底層(St)。本基地位於木山層(Ms)及大寮層(TI)，茲將各地層之特性敘述如下：。如圖 2.2-2 所示，以下就各地層分別說明。

木山層 (Ms)

本層廣佈於本區五指山嶺線東南坡，自木山、鹿寮而達士林附近；另一帶分佈於五分山—姜子寮山地塊，從瑞芳之侯硐背斜向西南延經姜子寮山而抵南港山豬窟附近；此外於金山之頂寮及員潭子間亦有小規模的出露。

本層以白色中粒至細粒正石英砂岩或原石英砂岩為主，多呈厚層或塊狀，有時具有明顯之交錯層構造及含有暗紅色氧化鐵結核。灰黑色頁岩為另一較發達之岩層，常與砂岩構成互層。其另一特點為白色粉砂岩或細粒砂岩與黑色頁岩所成之薄頁互層甚為顯著。本層共含三可採煤層，均位於上部，岩層中並含豐富之炭質物及雲母碎片。

在北海岸出露之本層中部可見一層厚約 20 公尺之塊狀白砂岩，其為中至粗粒結構，並常含散佈之石英礫石，此為本層中唯一可見含石英礫石者。在康誥坑及興化寮一帶，本層曾有玄武岩侵入。由於本層含煤層、多量粗粒碎屑物質及代表淺水沉積構造之交錯層、波痕等，故可推測木山層之沉積環境屬於沖積平原、濱海或淺海相。

大寮層 (T1/tu/ss)

八堵向斜之北翼及南翼，石底向斜之北翼，及野柳、外雙溪、公館至六張犁等地方。

岩層主要由厚層塊狀砂岩和不同層厚的頁岩，或砂岩、頁岩互層所組成。砂岩大部份為淡灰色、淡青灰色或灰色細粒的亞混濁砂岩或混濁砂岩；另有一部份為淡灰色或白灰色細至中粒原石英砂岩，厚數公尺至數十公尺，常形成山脊或岩壁。頁岩為深灰色，在本層下部較為發達。本層富含有孔蟲、貝類和海膽等化石，最常見的化石為 *Ditrupea* sp.，常在中部的砂岩中呈二個密集帶；在本層的下部砂岩中常有多量之 *Amusiopecten yabei* Nomura。本層中部有發育良好之石灰質砂岩，在最北部厚約 50 至 60 公尺，常造成明顯的同斜山脊，地形顯示至為清晰，可作為追蹤對比之指準。在北海岸野柳突岬，由於本層岩質及構

造特性，同時受到海浪沖蝕之效果，致造成風景區之奇岩怪石（徐鐵良，1964）。此厚層砂岩向西及向南逐漸減薄，在耳空龜附近已減薄至 30 公尺左右，於新興坑厚僅十餘公尺，致難繼續追蹤。

在本區南部及木山、大武崙附近之木山層頂部及大寮層底部夾有凝灰岩層，乃由玄武岩、火山碎屑岩或熔岩流和凝灰質沉積岩組成。有時夾有少數碎屑狀石灰岩的薄層或凸鏡體，厚度變化很大，在不同的地方可以從幾公尺變為二百公尺或更厚的岩體，此厚層火山岩體係與大寮層下部岩層沈積同時噴發者，故有時火山岩體取代了大寮層下部沈積岩層。過去的文獻中將此凝灰岩層稱為公館凝灰岩層，火山活動從木山層沉積之晚期即已開始，直至大寮層沉積期為止，此岩體不規則且不具延續性，亦沒有固定的層位，不能單獨視為一地層單位，故在本圖幅內將它包括在大寮層內（何春蓀，1969）。此火山活動期曾由顏滄波（1950；1958）稱之為公館火山活動期。

五指山層（Wc）

本層主要露佈於五指山嶺，其延展北自基隆、萬里海岸之大武崙澳起，南迄雙溪之自強隧道附近。此外，於北投附近亦有小規模出露，金山突出海岬亦由本層構成。

本層主要由塊狀、厚層、白色、細粒至粗粒砂岩及深灰色頁岩所組成。砂岩以正石英砂岩或原石英砂岩為主要成份，局部間夾長石質砂岩。在本層下部、中上部及上部常夾有厚數十公分的礫岩狀砂岩層，可能為古河道沉積物，是為本層最大特徵。在本層中部夾有灰色至青灰色的亞混濁砂岩。砂岩層間常見深灰色頁岩和砂、頁岩的互層，並夾有炭質頁岩數層。在本層中部，偶含有海綠石之砂岩和頁岩層。本層之砂岩常具交錯層及鐵質結核，並局部含有生痕及呈蜂窩狀之風化面，化石比較稀少，僅於下部岩層中發現薄層之貝類化石帶，大部分貝類化石都已破成碎片，其種屬甚難辨識，厚度在 15 公分左右。由於本層

含有炭質，多量粗粒碎屑物質，及中、大型交錯層等淺水沉積構造，可推定五指山層之沉積環境可能屬於沖積河道、河口三角洲或淺海。

沖積層 (a)

現代河流之沖積層在臺北盆地內分佈甚廣，大部份為青灰色黏土及細砂。此外，此類最新之堆積物如砂土、礫石等亦散見於各溪流河道及低地。

石底層 (St)

本層主要出露於石底及八堵兩向斜之兩翼。此外於瑪鍊溪上游及臺北盆地東南緣之六張犁一帶亦有出露。

主要岩層為淺灰色至白色細粒至中粒砂岩、灰色砂岩、灰黑色頁岩、以及白色粉砂岩或細砂岩與黑色頁岩所成之薄葉互層。砂岩以長石質砂岩為主，有時呈塊狀厚層，多見於本層之中部及底部。頁岩為深灰色或黑灰色，常含有炭質物。本層中部與上部均含煤，最多處可達七層。缺少海相化石，但富含植物化石（何春蓀，1966）。本層之砂岩具有交錯層、波痕等淺水沉積構造，為濱海相之沉積物。石底層在西北部之厚度約 300 公尺，向東南逐漸增厚，在本區之東南隅石碇溪剖面測得石底層之厚度約為 450 公尺。在西北部常有兩層塊狀厚層白砂岩分別位於石底層之底部及中部，常造成山脊或岩壁，可作野外追蹤之層準。此二砂岩層向西及向南延綿逐次減薄，至石底向斜底部之白砂岩已不明顯。至石碇附近，底部之白砂岩已薄至無法辨認，而僅有中部砂岩可以辨認追蹤。

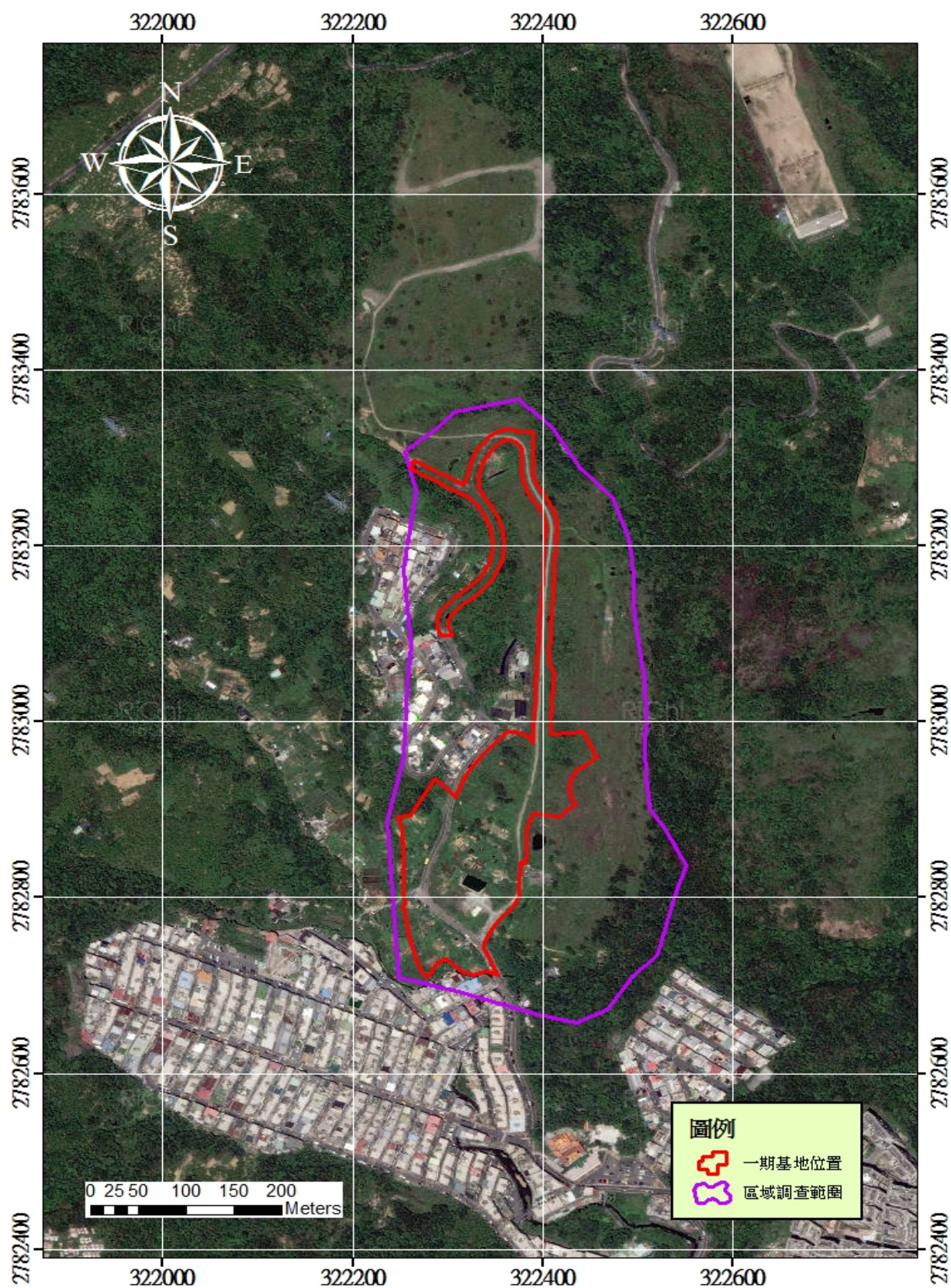


圖 2.2-1 基地位置與區域調查範圍圖

經濟部自然環境資料整合系統之衛星影像圖,坐標系統 TWD97

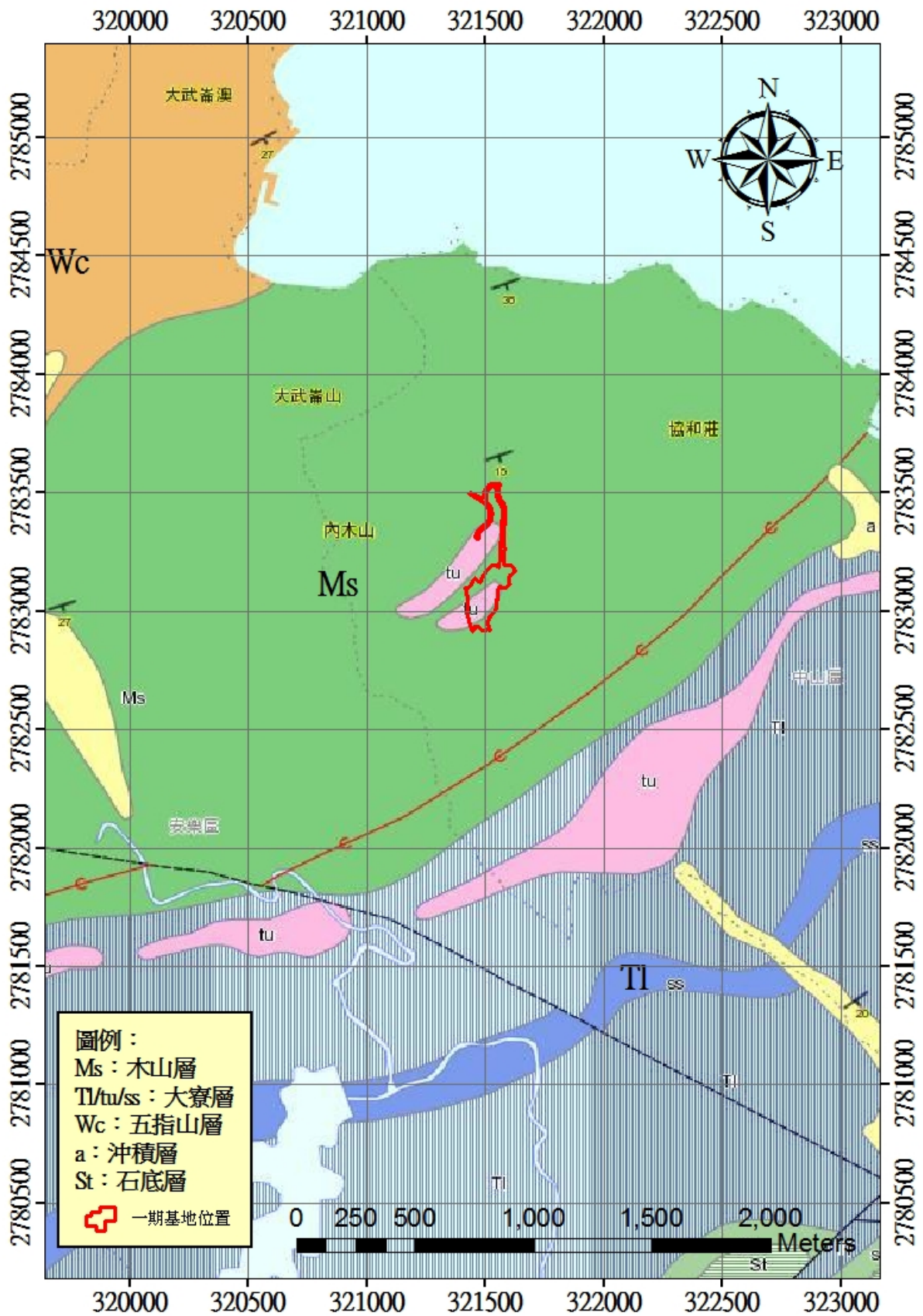


圖 2.2-2 區域地質圖

經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統-台灣區域地質圖數值檔—台北第三版(1/50,000，2005)

2.2.3 地質構造

根據經濟部中央地質調查所活動斷層查詢系統－活動斷層條帶地質圖，底圖比例尺「1/25,000」所示，鄰近基地逾 12km 範圍之活動斷層為山腳斷層，距基地約 12.7km，詳圖 2.2-3，上述活動層斷均已明列於中央地質調查所 2012 年公告 33 條臺灣活動斷層分佈圖中，詳圖 2.2-4。根據建築技術規則，第十三章山坡地建築第 262 條之規定，地震規模 $M > 7$ ，斷層帶兩側個 100 公尺不得開發建築，故本基地不受此限制。惟本基地未來擬建的任何建築物，仍需符合建築物耐震設計規範並加強耐震設計。茲就區域地質構造特性說明如下：

表 2.2-1 鄰近基地 12km 範圍內活動斷層分布表

斷層名稱	活動性	方位	距離
山腳斷層	第二類活動斷層	基地西北側	約 12.7km

*上述活動斷層之距離係根據中央地質調查所活動斷層查詢系統「活動斷層條帶地質圖」套繪基地位置

(一) 山腳斷層－第二類活動斷層

山腳斷層，為正移斷層，呈北北東走向，可以分為 2 段：南段自台北縣樹林向北延伸至台北市北投區，長約 13 公里；北段由北投向北延伸至台北縣金山，長約 21 公里（丹桂之助，1939；林朝榮，1957；王執明等，1978；林朝宗，2005）。

依據最近的調查結果，山腳斷層由台北盆地南端的樹林地區向北延伸至金山地區。在台北盆地內，山腳斷層被第四紀沖積層所掩覆，雖然以往由地形特徵認為斷層位於林口台地與台北盆地的交接帶，但由鑽探結果顯示，斷層跡的位置距台地東緣數百公尺以上；而在盆地內斷層兩側的基盤落差約 60~220 公尺。山腳斷層的北段，在大屯火山區，斷層約沿著大屯山與七星山交界的鞍部；在金山地區，斷層約沿著山地與平原的交界；鑽探顯示斷層北段兩側的基盤落差超過 600 公尺。這些基盤的落差可能是山腳斷層的正移斷層作用所造成的，而斷距似乎有由南向北增加的趨勢。

由大地測量結果顯示，山腳斷層兩側並未有明顯的水平位移速度變化，但斷層的上盤有明顯的下陷趨勢；在大屯火山地區，由地形特徵與鑽井結果顯示，下陷區呈現東北走向的槽狀，寬度約數百公尺至 2 公里，因此山腳斷層的上盤可能有另一斷層存在，但仍需後續調查加以驗證。

山腳斷層的最近一次活動時間，可能在距今約 1 萬年以前，暫列為第二類活動斷層。

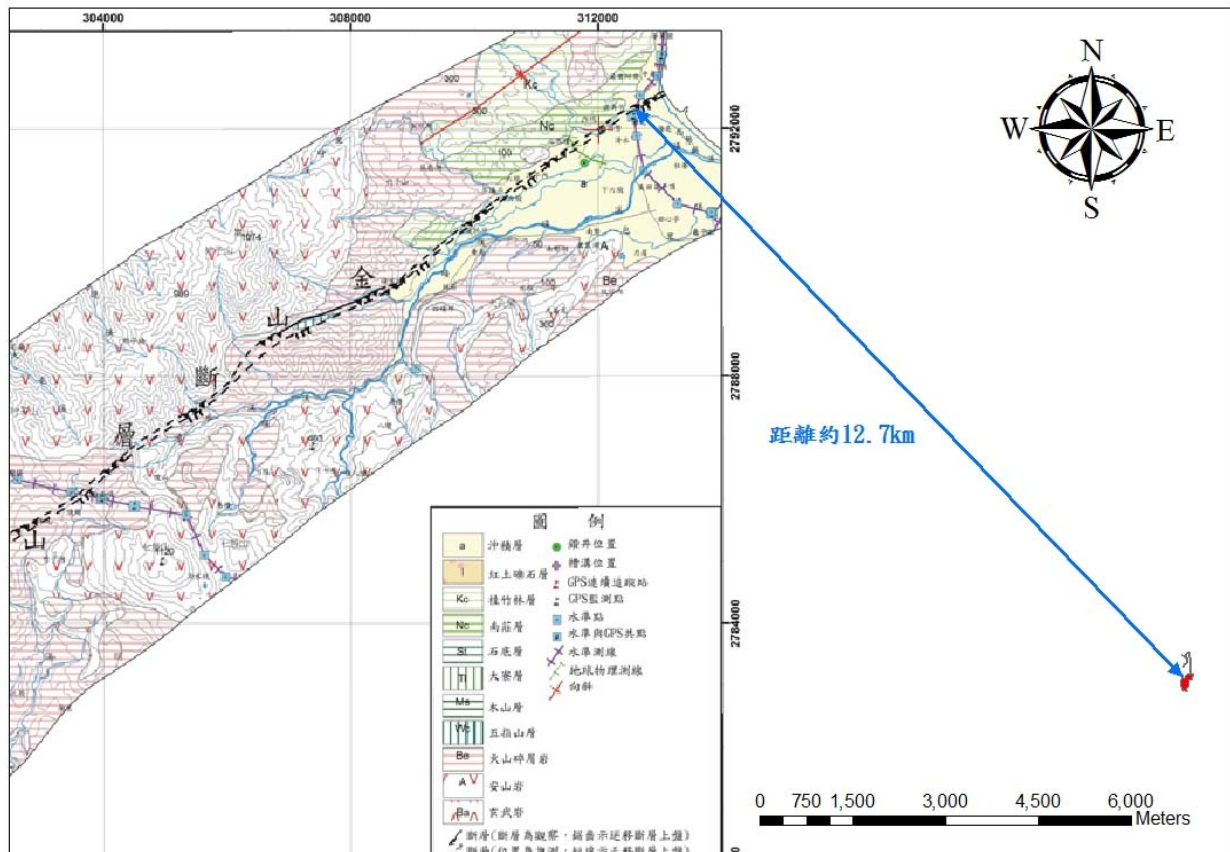


圖 2.2-3 山腳斷層條帶地質圖

經濟部中央地質調查所活動斷層查詢系統-2012,坐標系統 TWD67

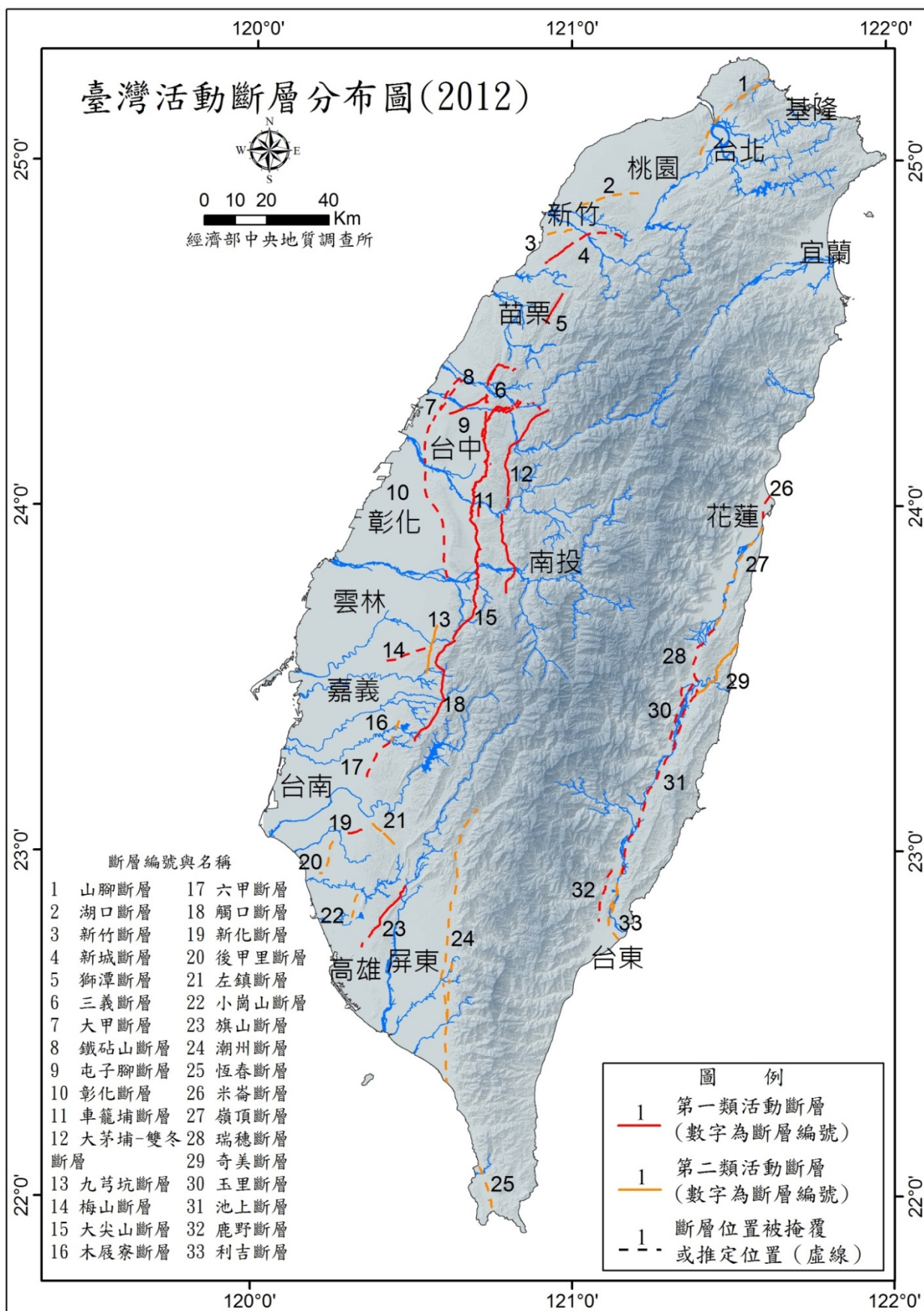


圖 2.2-4 台灣活動斷層分佈圖

2.2.4 順向坡特性

根據經濟部中央地質調查所「集水區地形及地質資料庫查詢系統」，底圖比例尺「1/25,000」，(<http://gwh.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-2/sys9/>)集水區地質調查與災害調查，基地位置西北側在順向坡影響範圍內，屬中潛勢順向坡滑動潛勢區。詳圖 2.2-5 及圖 2.2-6 所示。

2.2.5 山崩與地滑徵兆

根據經濟部中央地質調查所「集水區地形及地質資料庫查詢系統」，底圖比例尺「1/25,000」，(<http://gwh.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-2/sys9/>)集水區地質調查與災害調查，查詢落石、岩屑崩滑、岩體滑動區復發、順向坡滑動、重大崩塌區範圍等災害潛勢分析圖，詳圖 2.2-6 所示，基地所在位置之西北側邊坡道路屬於中潛勢順向坡滑動潛勢區。

2.2.6 不穩定土體或岩體之分布與特性

根據現場野外地表地質調查，區域調查範圍之坡面現況多為雜木林所覆蓋，現場植生狀況良好，現場野外調查點位詳圖 2.2-7，各調查點現況說明詳圖 2.2-8 及圖 2.2-11。

2.2.7 區域調查地質圖

根據經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統-台灣區域地質圖數值檔—台北第三版，底圖比例尺「1/50,000」，標示區域調查範圍之地層分布、地質構造、地形及地質敏感區範圍、鑽孔位置、基地位置及區域調查範圍，標示於圖區域調查地質圖，詳圖 2.2-12。

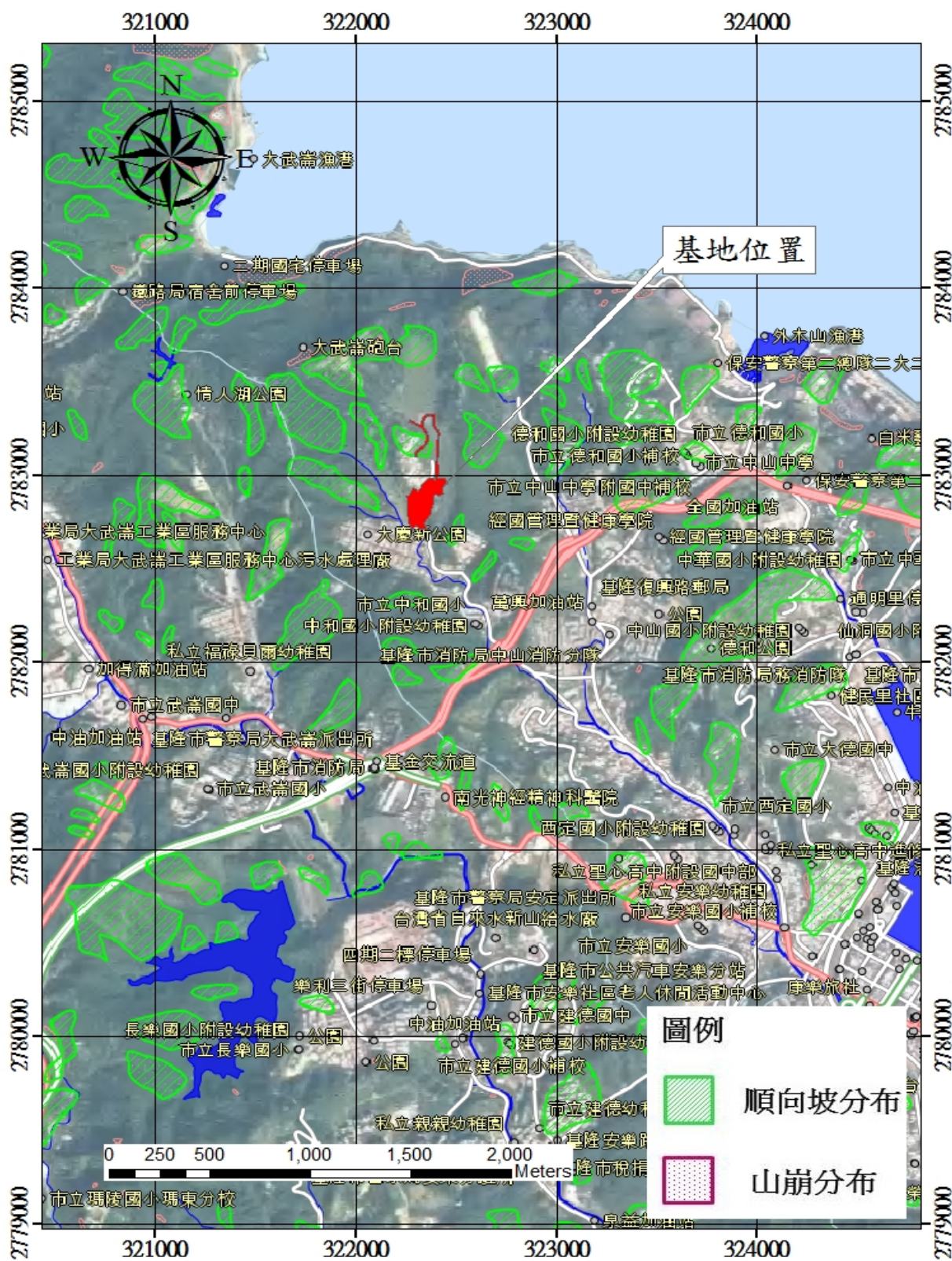


圖 2.2-5 順向坡及山崩分布圖

經濟部中央地質調查所「集水區地形及地質資料庫查詢系統」,坐標系統 TWD97

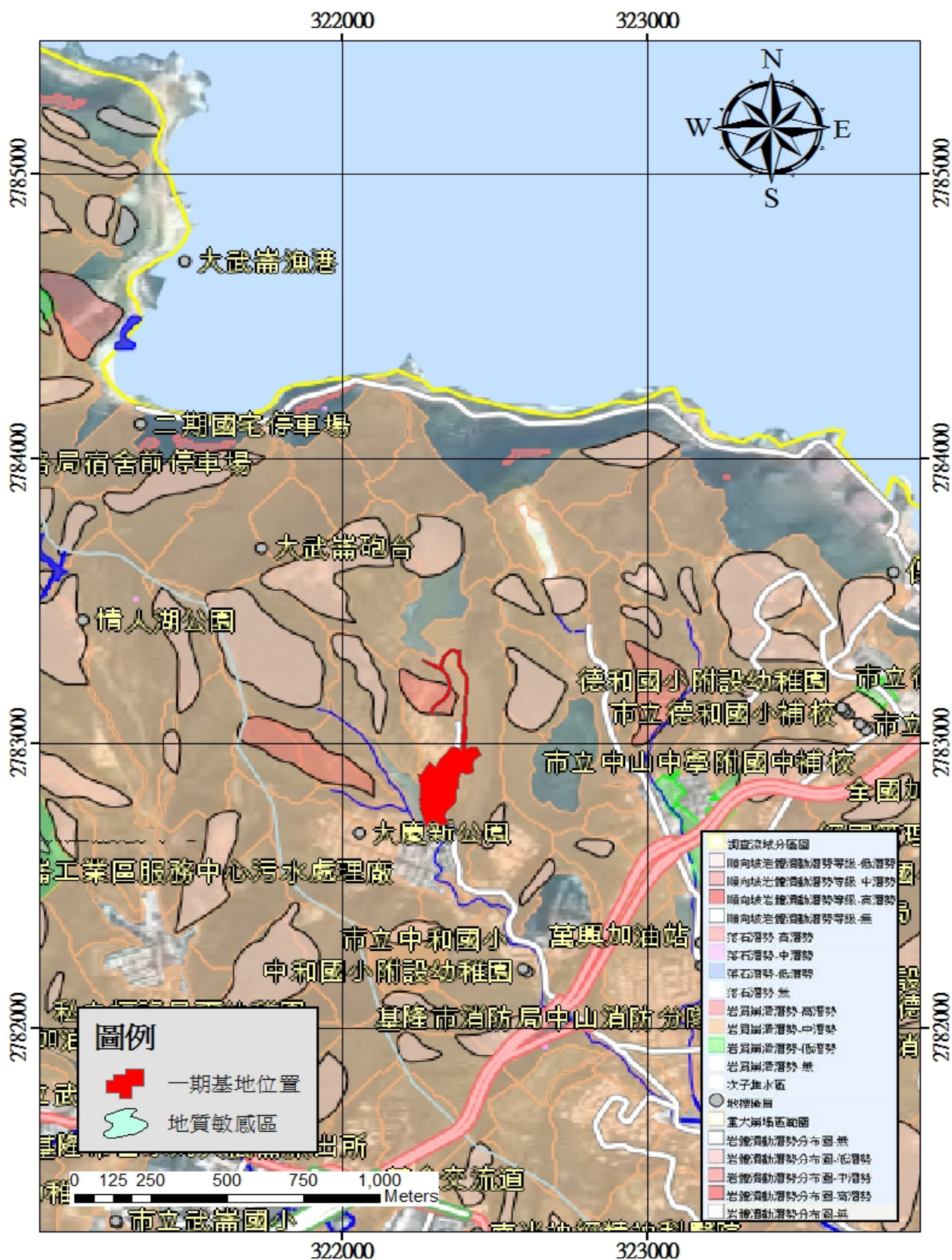


圖 2.2-6 災害潛勢分布圖

經濟部中央地質調查所「集水區地形及地質資料庫查詢系統」坐標系統 TWD97

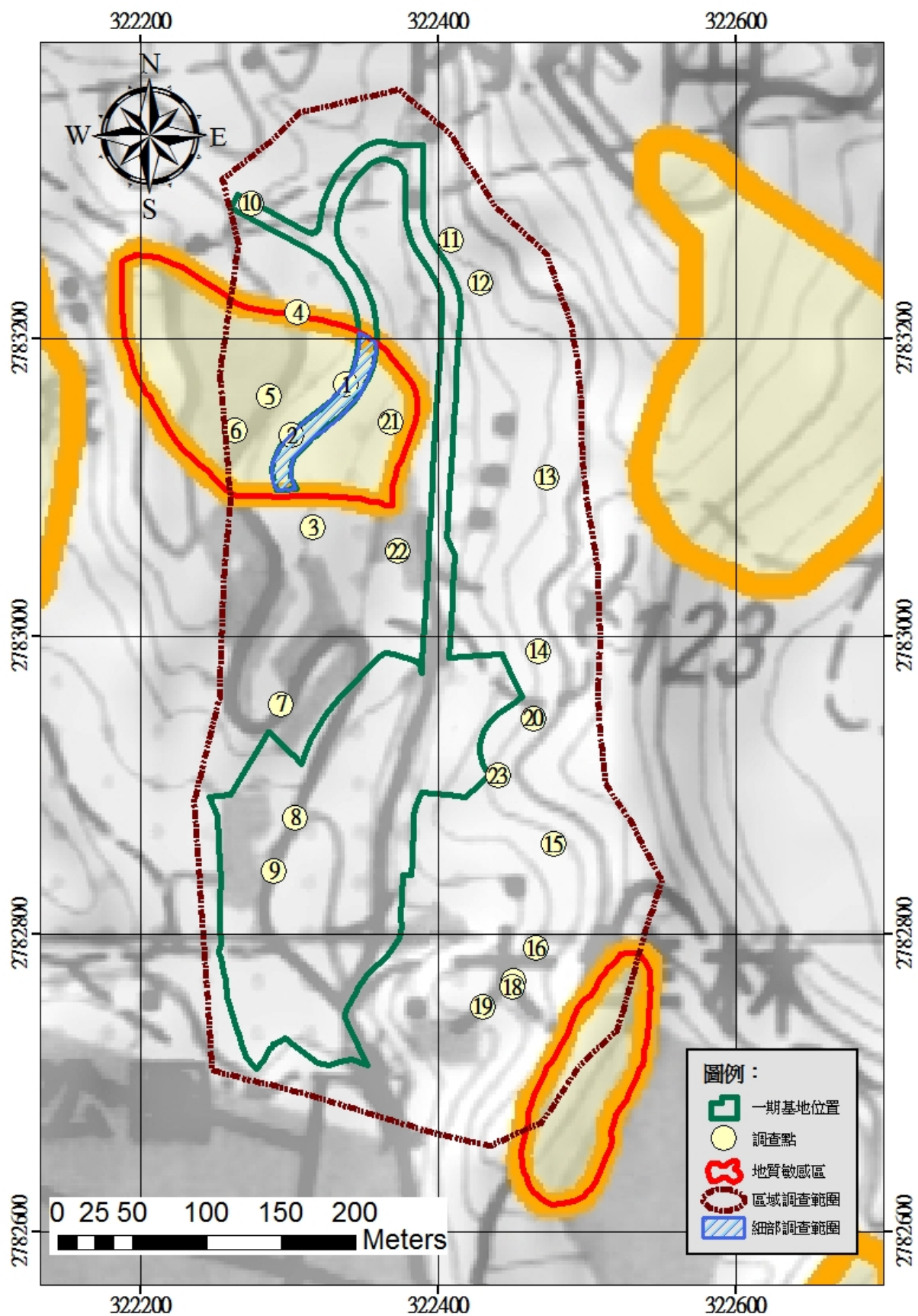


圖 2.2-7 區域地表地質調查點位分布圖

坐標系統 TWD97



點 1：上邊坡為農作種植，邊坡與既有樓房高差約 10~15m；下邊坡植生狀況良好且道路鋪面良好



點 2：坡面表土覆蓋，既有擋土牆約 1m 高，無岩層露頭出露



點 3：坡頂道路現況穩定，無任何邊坡滑動或潛跡象



點 4：敏感區上邊坡坡頂現況穩定，無明顯邊坡滑動跡象



點 5：敏感區上邊坡坡面植生覆蓋完整，無明顯邊坡滑動跡象



點 6：敏感區上邊坡現況穩定，坡面植生良好，無明顯邊坡滑動跡象

圖 2.2-8 各調查點現況說明(一)

	
點 7：坡頂道路現況良好，無明顯滑動跡象	點 8：坡度平緩，植生狀況良好
	
點 9：滯洪設施周圍狀況良好	點 10：基地西側道路上邊坡植生良好，坡高約 5~8m
	
點 11：B:N40° E/22° SE，砂頁岩互層，其中頁岩呈高度風化破碎；J1:EW/78° N，J2：N20° W/68° W	點 12：基地東北側坡面現況植生茂密

圖 2.2-9 各調查點現況說明(二)

	
點 12：坡趾出露為砂頁岩互層，層間有滲水，砂岩厚度約 10~30cm，頁岩厚度約 10~20cm	點 13：基地東側上邊坡坡面植生茂密
	
點 14：厚層中粒至粗粒砂岩，厚度大於 1m 以上	點 15：B:N38° E/28° E，厚層砂岩出露，厚度約 1~3m 之間
	
點 16：B:N54° E/25° S，青灰色頁岩	點 17：B:N45° E/22° S，灰白色頁岩

圖 2.2-10 各調查點現況說明(三)

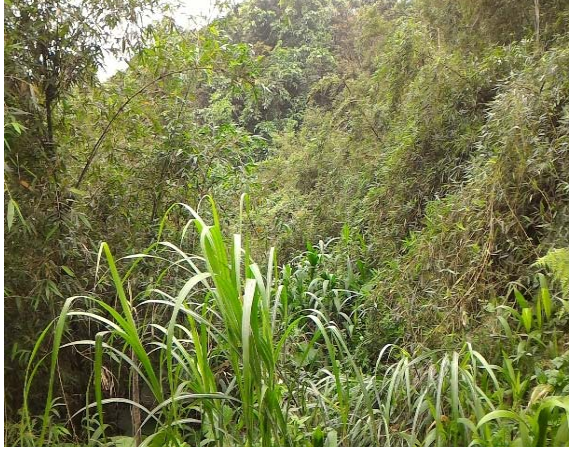
	
點 18：B:N45° E/20° S，黃棕色至灰黑色頁岩，層面明顯繡染，顯示長期受地下水影響	點 19：基地東南側上邊坡植生覆蓋茂密，邊坡現況穩定
	
點 20：B:N46E/22S，砂頁岩互層	點 21：一期西側道路下邊坡植生茂密，無岩層出露
	
點 22：一期西側道路下邊坡植生茂密	點 23：一期基地東側人工修坡，邊坡植生茂密，現況良好

圖 2.2-11 各調查點現況說明(四)

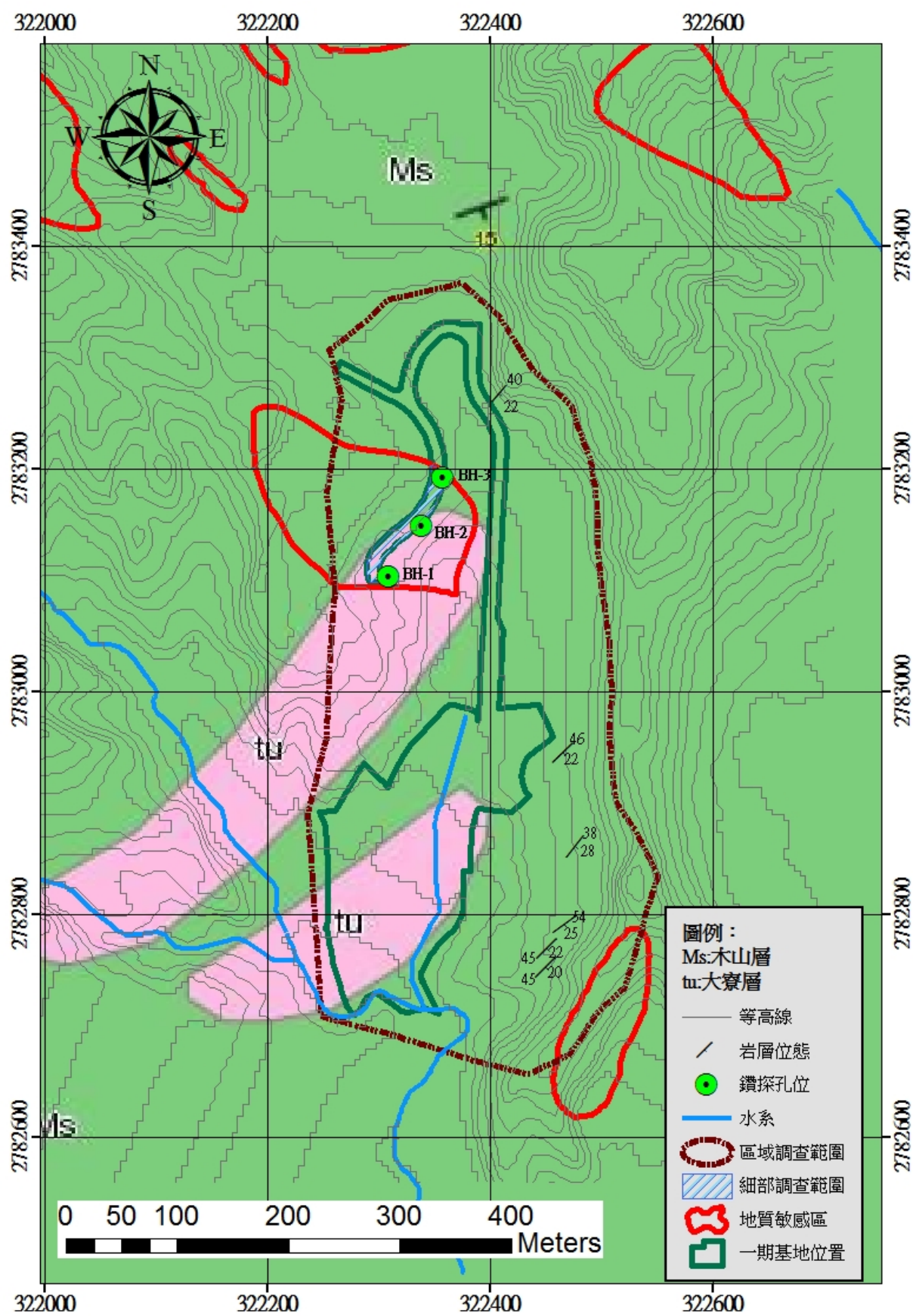


圖 2.2-12 區域調查地質圖

坐標系統 TWD97

第三章 細部調查

3.1 工程地質特性

3.1.1 坡度與坡向

本案將地形調查結果繪製成坡度圖，結果顯示區域調查範圍內基地西北側坡面依水土保持技術規範之規定之定義多數為一到四級坡之間，局部區域為五級坡；基地東北側為四到七級坡之間，東側則為三到七級坡之間。而基地範圍內僅西側一小部分為四~六級坡，基地範圍內大部分皆為三級坡以下(坡度傾斜比15%~30%，約相當於8.5~16.7度)，屬於相對平坦之坡地，詳圖3.1-1區域與細部調查範圍坡度分析圖。

本案調查區區域調查範圍內坡向在基地西半部主要以西北向、西向及西南向為主；基地東半部坡面則以西向、西南向及南向為主，詳圖3.1-2區域與細部調查範圍坡向分析圖。

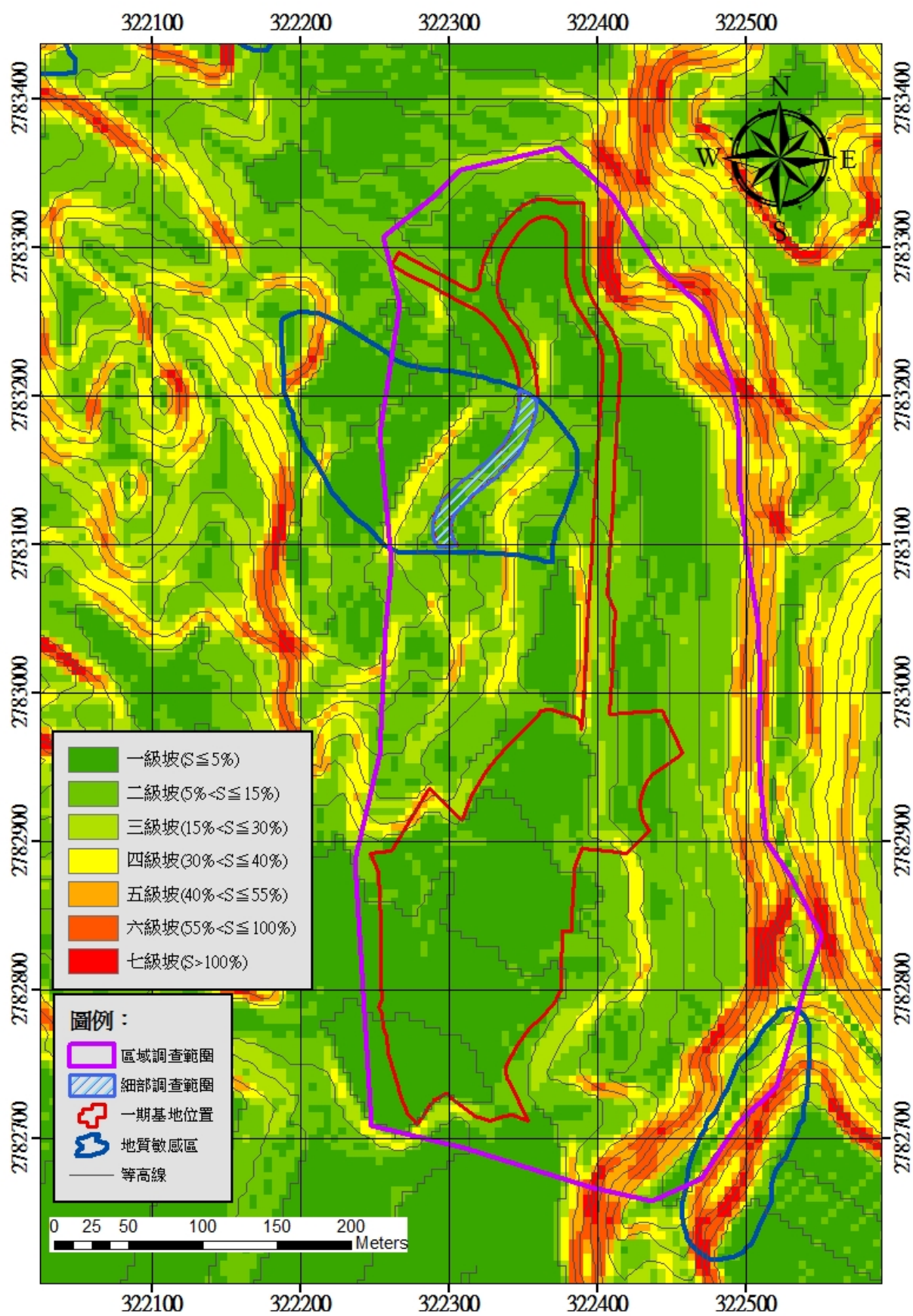


圖 3.1-1 區域與細部調查範圍坡度分析圖

坐標系統 TWD97

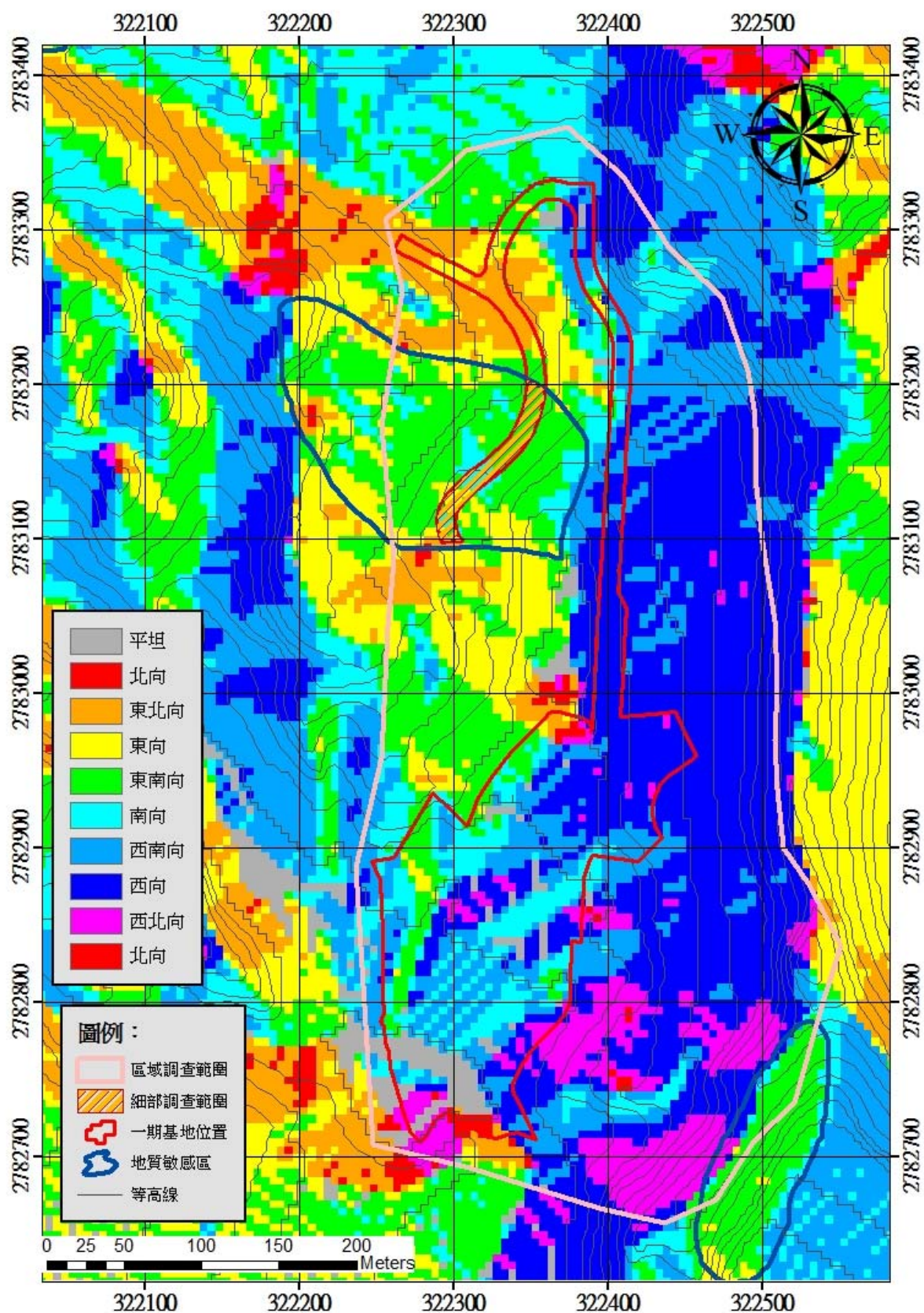


圖 3.1-2 區域與細部調查範圍坡向分析圖

坐標系統 TWD97

3.1.2 不連續面或地質弱面之特性

本案細部調查區內缺乏岩層露頭，故於區域調查範圍內測得六處露頭點，岩性以細粒、中粒砂岩、砂岩與頁岩互層為主，層間並有滲水情況。區域調查之岩層位態走向為 $N38\sim54^{\circ}E/20\sim28^{\circ}SE$ ，地層走向與細部調查區西北側坡面走向夾角在 20° 內，且傾向一致，呈順向坡型態，區域調查之露頭點位詳圖 3.1-3，露頭照片詳圖 3.1-4。

3.1.3 土壤與岩石之工程特性

(1) 土壤工程特性

細部調查區內之表土覆蓋層為黃棕色粗中細砂、風化碎岩屑間夾粘土，厚度約 $0.7\sim5.0m$ 。土樣送試驗室進行試驗，根據 USCS 美國統一土壤分類法，分類為 SC(粘土質砂)、SM(粉土質砂)及、CH(高塑性粘土)及 GM(粉土質岩塊)。

(2) 岩石工程特性

岩石工程工程特性包含岩性組合、岩石強度與岩體強度。岩體組合方面，區域調查及鑽探連續取樣結果均顯示，區域及基地地質材料主要由青灰色細至中粒砂岩與灰黑色薄頁岩互層及部分中度風化黃棕色砂頁岩為為主。

岩石強度以單壓強度分類，由鑽探岩心測得之結果為 $50.21\sim82.85kg/cm^2$ ，根據 Franklin(1976)之分類，詳表 3.1-1，屬 $50\sim100kg/cm^2$ 之間的 E 級，分類上為弱岩。

岩體強度另根據 Franklin(1975)之分類方式，由岩石強度與岩體不連續面間距進行分類，根據現場野外露頭調查及鑽探岩心結果，不連續面間距約在 $40\sim100cm$ 之間，分類結果在圖紅框處，詳圖 3.1-5 所示，屬於岩體強度之第 V 級，岩體結構可大致區分為塊狀結構、塊狀裂隙及層狀結構類型。

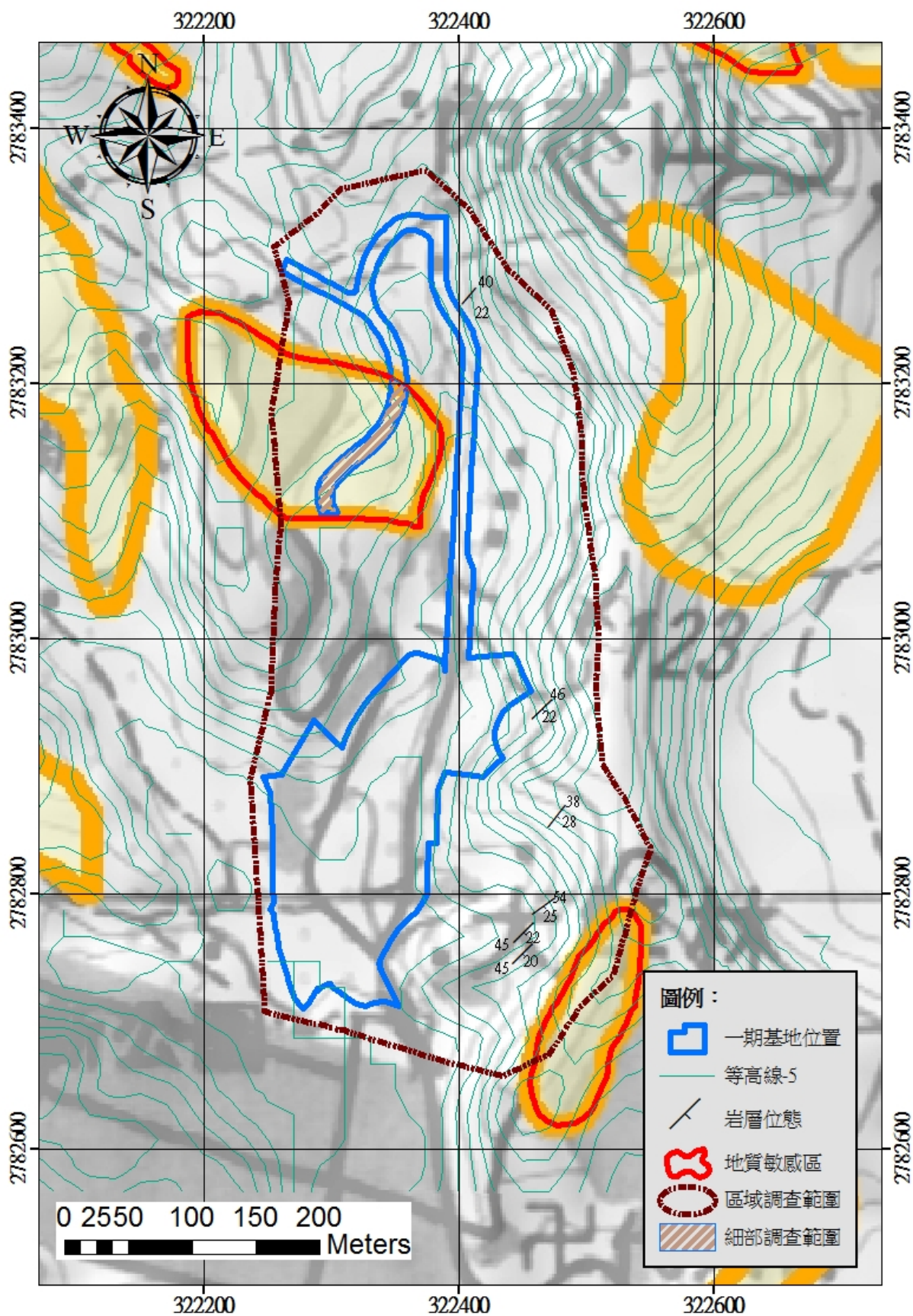


圖 3.1-3 露頭點位量測位置分佈

坐標系統 TWD97

	
B:N40° E/22SE，砂頁岩互層，其中頁岩呈高度風化破碎；J1:EW/78° N，J2：N20° W/68° W	B:N38° E/28° E，塊狀厚層砂岩出露，厚度約 1~3m 之間
	
B:N54° E/25° S，青灰色頁岩，節理發達呈高度風化破碎。	B:N45° E/22° S，青灰色頁岩，頁理面光滑。
	
B:N45° E/20° S，黃棕色至灰黑色頁岩，層面明顯繡染，顯示長期受地下水影響	B：N46E/22S，砂頁岩互層

圖 3.1-4 露頭點岩性及位態說明

表3.1-1 岩石單壓強度分類(Franklin, 1976)

岩石強度等級		單壓強度(kg/cm ²)	代號
EW(極弱岩)		<10	H
VW(甚弱岩)	VW2	10~25	G
	VW1	25~50	F
W(弱岩)	W2	50~100	E
	W1	100~250	D
MS(中強岩)		250~500	C
S(強岩)		500~1000	B
VS(甚強岩)		1000~2500	A

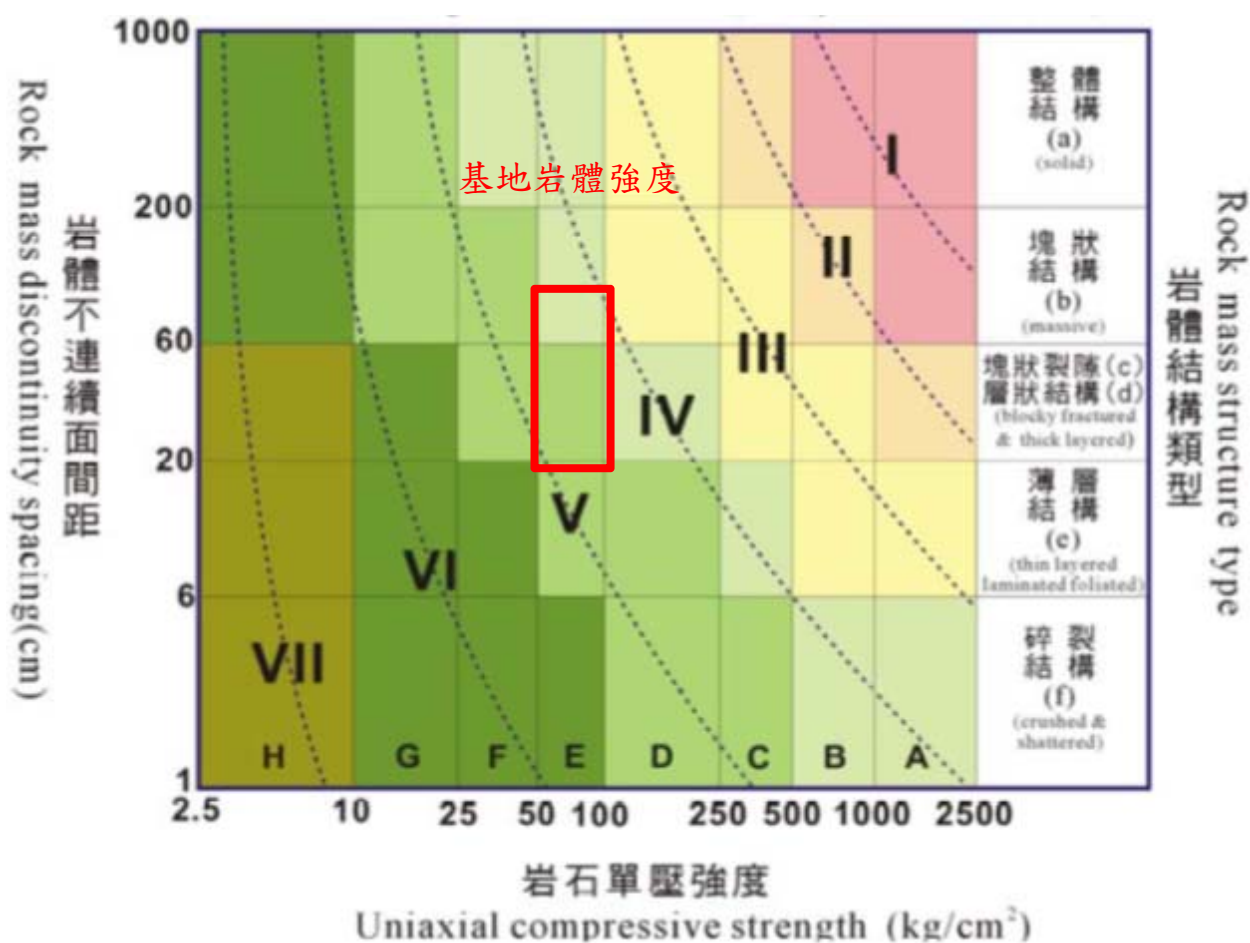


圖 3.1-5 岩體強度分級表 (Modified Franklin, 1975)

3.1.4 地下水水位或水壓

本案於細部調查範圍內之鑽孔於鑽探完成後進行水位量測工作，並將量測得

之地下水位視為常時水位面，本案之暴雨水位分析採地表下 1.5m 處。各孔位之水位量測記錄如表 3.1-2 所示，附件五地下水位量測照片。

表 3.1-2 地下水位量測記錄

量測日期	105. 5. 11	105. 4. 25	105. 4. 25
孔號	BH-1	BH-2	BH-3
孔口高程 EL(m)	85	85. 7	87. 5
水位高程 EL(m)	82. 3	82. 3	83. 92
鑽探深度(m)	30	30	30
水位深度 GL(m)	2. 7	3. 4	3. 58

3.1.5 既有水土保持設施現況

本案細部調查範圍內之基地為一道路使用地，西側上邊坡既有擋土牆無明顯變形，現況植生茂密，未來開發時應避免損及既有擋土設施。

另區域調查之西北側上邊坡擋土牆，牆面外觀現況均無明顯變形，坡頂現況亦無錯動或張力裂縫等疑似外力造成之變位情況；近細部調查區之西側坡面現況多為雜木林覆蓋，局部區塊以農作為主。各調查點位置詳圖 2.2-7，各調查點現況說明詳圖 2.2-8 及圖 2.2-11。

3.2 地下地質特性

本案細部調查面積為 0.150718 公頃，根據「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」之規定應鑽探 3 孔，由於基地一小部分道路位於地質敏感區內，故本案除於平行道路坡向進行布設 3 孔鑽孔外，並加強基地外圍之野外地表地質調查以利地質剖面之推估與研判，作為後續邊坡穩定之參考斷面。

綜合現地測量、地質鑽探、野外調查及地形特徵，地層分層包括表土覆蓋層、砂岩層與砂頁岩互層，並根據水位量測紀錄，標示常時水位線位置。鑽孔配置與剖面線配置如圖 3.2-1，細部調查範圍之基地規劃與地質鑽探剖面配置如圖

3.2-2 所示，地質剖面圖如圖 3.2-3，鑽探位置與深度如表 3.2-1、地層描述及岩心柱狀記錄詳附件二、岩心照片詳附件三、施工照片詳附件五。

表3.2-1 地質鑽探位置與深度表

鑽孔編號	鑽孔坐標(TWD97)		深度(m)	取樣尺寸
	E	N		
BH-1	322308	2783104	30	HQ
BH-2	322338	2783148	30	HQ
BH-3	322357	2783192	30	HQ

BH-1：

0~0.7m 表土覆蓋土層(SF)：黃棕色粉土質砂間夾風化破碎岩屑與粘土。

0.7~5.4 砂頁岩互層(SS/Sh)：黃棕色與灰黑色砂頁岩互層，風化程度為中度至高度風化，膠結疏鬆，其中 0.8~2.5m 處呈黃棕色鐵液銹染，顯示岩層受地下水滲流長期影響；1.1~1.8m 呈局部破碎。

5.4~22.3m 砂岩層(SS)：青灰色細至中粒砂岩間夾灰黑色薄頁，膠結緊密，風化程度低，RQD 值高。

22.3~30m 砂頁岩互層(SS/Sh)：青灰色細至中粒砂岩與灰黑色頁岩互層，風化程度低，膠結緊密，RQD 值高。

BH-2：

0~5.0m 表土覆蓋層(SF)：黃棕色粉土質砂間夾風化破碎岩屑與粘土。

5.0~11.2m 砂頁岩互層 (SS/Sh)：黃棕色與灰黑色砂頁岩互層，風化程度為中度至高度風化，膠結疏鬆，其中 6~11.2m 呈黃棕色鐵液銹染，顯示岩層受地下水滲流長期影響；5~6m、6.5~6.8m、7.4~8.2m 及 9.8~10.8m 呈局部破碎。

11.2~25.8m 砂岩層(SS)：青灰色細至中粒砂岩偶夾灰黑色薄頁，膠結緊密，

風化程度低，RQD 值高。

25.8~30m 砂頁岩互層(SS/Sh)：青灰色細至中粒砂岩與灰黑色頁岩互層，風化程度低，膠結緊密，RQD 值高。

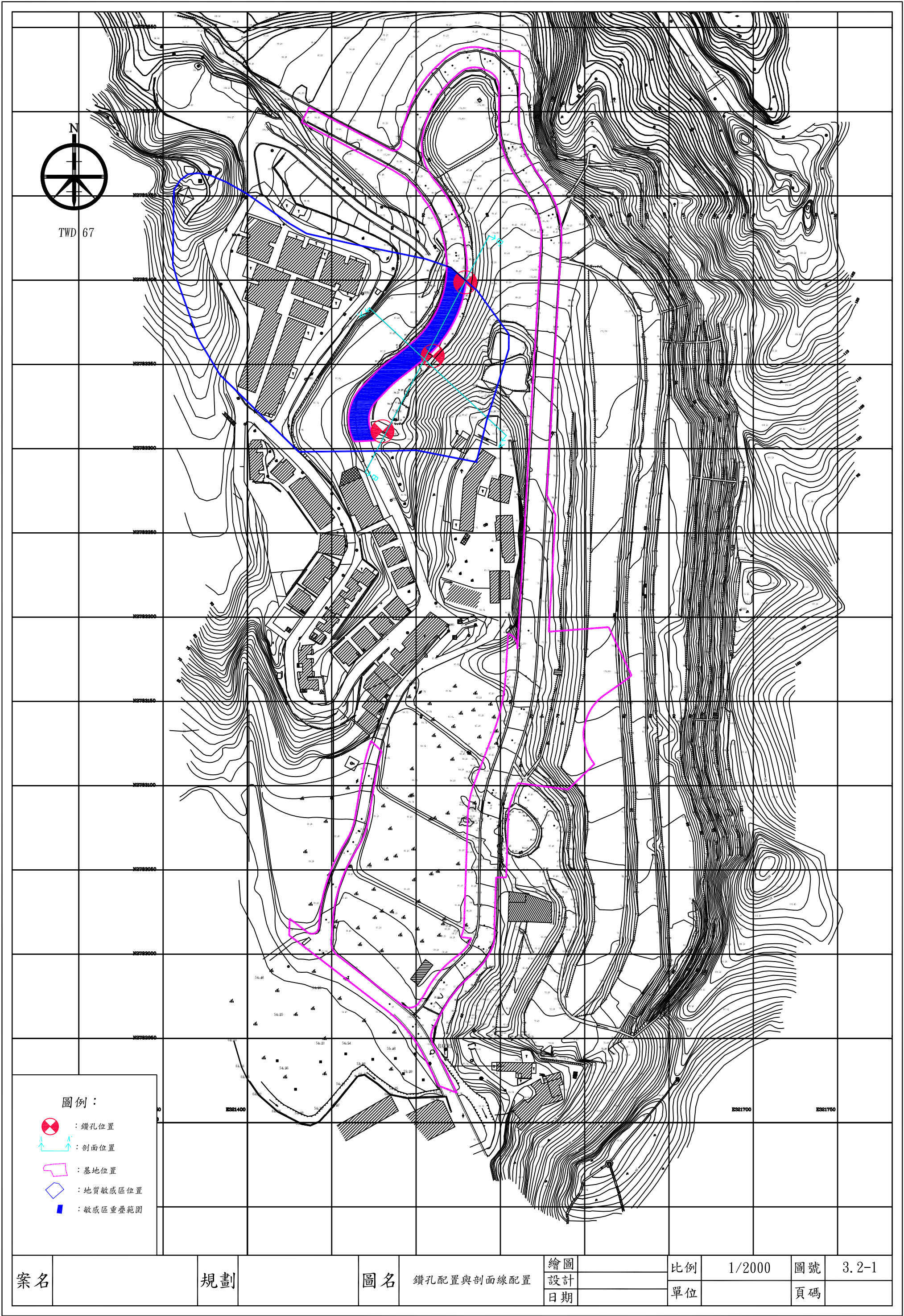
BH-3：

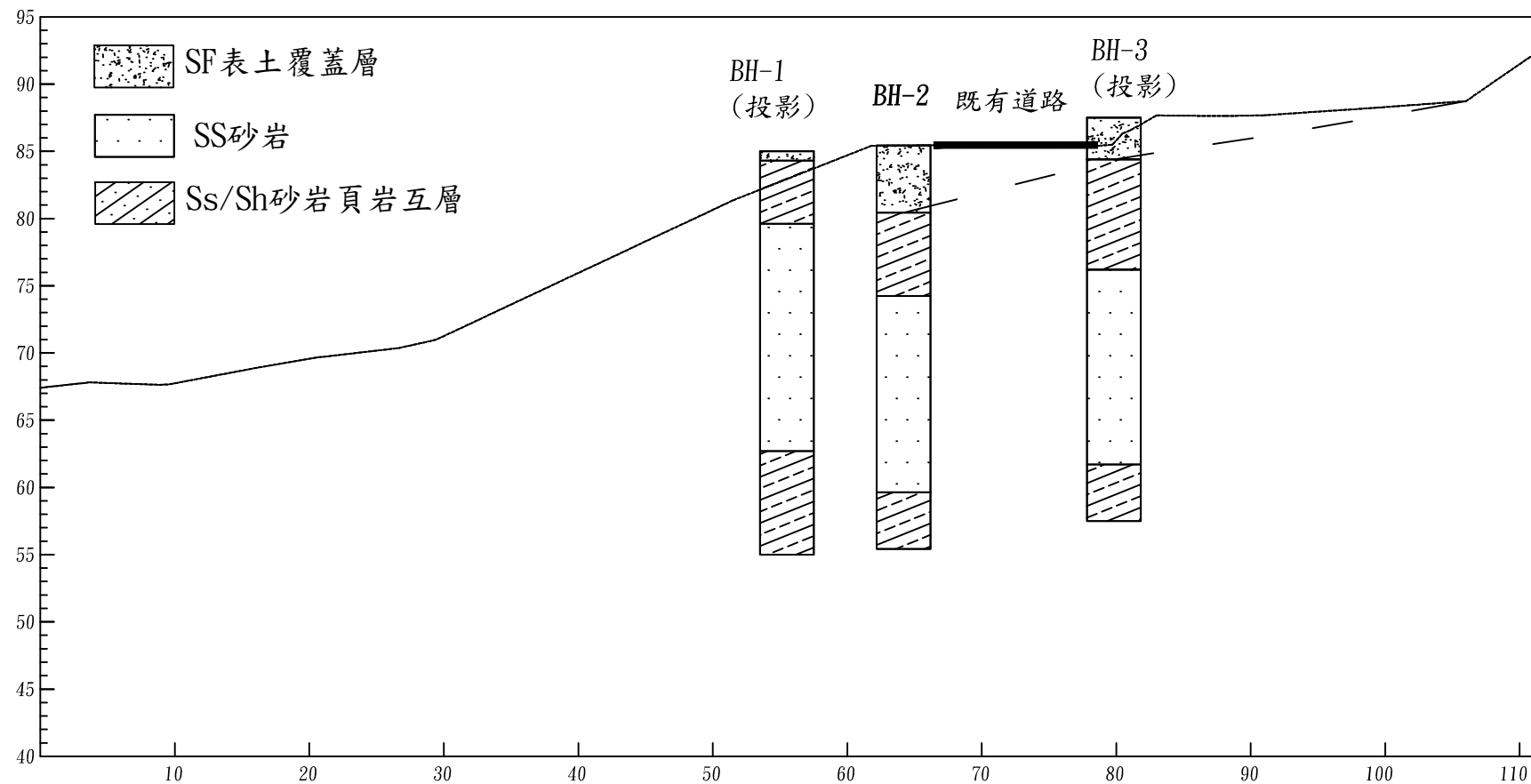
0~3.1m 表土覆蓋層(SF)：黃棕色粉土質砂間夾風化破碎岩屑與粘土，0~0.25m 為鋪面材料。

3.1~11.3m 砂頁岩互層 (SS/Sh)：黃棕色與灰黑色砂頁岩互層，風化程度為中度至高度風化，膠結疏鬆，其中 3.1~8.7m 呈黃棕色鐵液銹染，顯示岩層受地下水滲流長期影響；3.1~6.5m、6.9~7.5m 及 7.7~8.7m 呈局部破碎。

11.3~25.8m 砂岩層(SS)：青灰色細至中粒砂岩偶夾灰黑色薄頁，膠結緊密，風化程度低，RQD 值高。

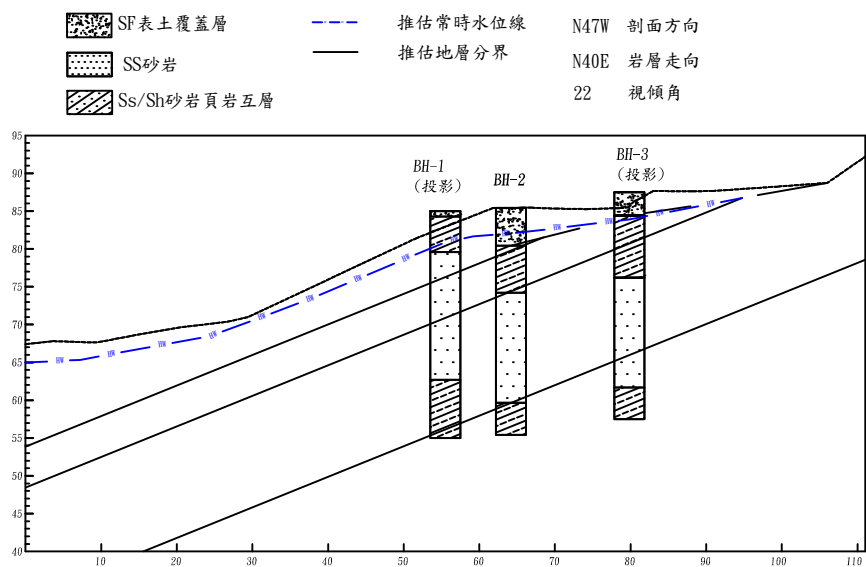
25.8~30.0m 砂頁岩互層(SS/Sh)：青灰色細至中粒砂岩與灰黑色頁岩互層，風化程度低，膠結緊密，RQD 值高。



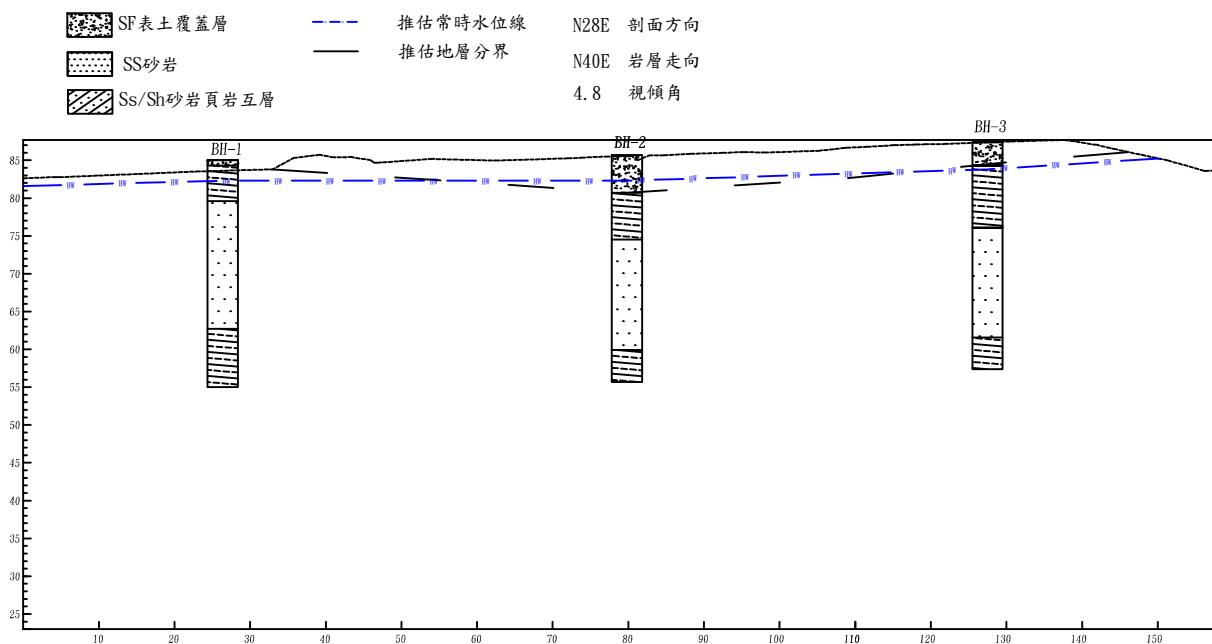


基地規劃與地質鑽探剖面配置

案名		規劃		圖名	基地規劃與地質鑽探剖面配置	繪圖		比例	1/500	圖號	3.2-2
						設計				頁碼	
						日期		單位			



A-A' 地質剖面



B-B' 地質剖面

案名	規劃	圖名	地質剖面	繪圖	比例	1/1000	圖號	3.2-3
				設計	單位		頁碼	
				日期				

3.2.1 未固結地質材料之分布與厚度

根據現場地質鑽探結果，未固結地質材料主要為黃棕色粉土質砂間夾風化破碎岩屑與粘土，厚度約 0.7~5m。

3.2.2 岩層之特性

細部調查區內之岩層包括黃棕色與灰黑色中度至高度風化砂頁岩互層與青灰色細至中粒砂岩間夾灰黑色薄頁為主。

3.2.3 不連續面或地質弱面之特性

細部調查區內之岩層層面為主要不連續面，臨近細部調查區最近之層面位態為 N40°E/22°S，基地內之岩心並未明顯夾剪裂泥，惟近地表處岩層多屬黃棕色中度至高度風化砂、頁岩互層，並有鐵液銹染，顯示長期受地下水滲流影響。

3.2.4 室內試驗結果

1. 土壤一般物理性質試驗

由鑽探中所取得之劈管，進行一般物理性質試驗，礫石含量為 1~41%、砂土含量為 7~59%、粉土含量為 17~58%、粘土含量為 7~34%，土壤分類為 SC、GM、CH、及 SM，含水量 W_n 為 15.1~37.0%，統體單位重為 1.82~2.15t/m³，比重 G_s 為 2.67~2.73，孔隙比 e 為 0.44~1.06，簡化土層力學參數建議表詳表 3.2-1，試驗室試驗結果詳附件一。

表 3.2-1 簡化土層力學參數建議表

分層 \ 項目	分佈深度 (m)	γt (t/m ³)	SPT N	強度參數	
				C' (t/m ²)	ϕ' (°)
表土覆蓋層	0.7~5.0	2.00	5~10	1~1.5	30

*1. 單位重係參考試驗室試驗結果，強度參數則採一般工程經驗值

2. 岩石室內試驗結果

本案將鑽探取得之岩心送試驗室進行岩石一般物理性質試驗、岩石單壓強度試驗及岩石直接剪力試驗，各試驗結果詳表 3.2-3~3.2-5 所示，簡化岩層參數詳表 3.2-6。

表3.2-3 岩石一般物理性質試驗

孔號	深度 (m)	單位重(t/m ³)	岩性 類別
BH-2	19.55-19.70	2.34	砂岩
BH-3	10.10-10.30	2.60	頁岩

表3.2-4 岩石單軸壓縮試驗

孔號	深度 (m)	強度參數	岩性 類別
		qu(kg/cm ²)	
BH-2	13.35-13.55	50.21	砂岩
BH-3	22.82-23.00	82.85	頁岩間夾砂岩

表3.2-5 岩石直接剪力試驗

孔號	深度 (m)	尖峰剪力強度參數		殘餘剪力強度參數		岩性 類別
		C_p (t/m ²)	ϕ_p (°)	C_r (t/cm ²)	ϕ_r (°)	
BH-2	23.45-23.60	33.1	38.1	11.3	27.4	頁岩
BH-3	17.80-18.00	42.5	40.2	6.7	29.9	砂岩

表 3.2-6 簡化岩層力學參數建議表

分層 \ 項目	γ t t/m ³	尖峰值強度參數		殘餘值強度參數	
		C_p (t/m ²)	ϕ_p (°)	C_r (kg/cm ²)	ϕ_r (°)
頁岩	2.6	33	38	11	27
砂岩	2.3	40	40	6.5	29

*1.岩石強度參數係參考表 3.2-4 試驗結果，規劃設計單位應視其需求選擇尖峰值或殘餘值。

3.2.5 細部調查地質圖與地質剖面圖

根據「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」第18條之規定，繪製細部調查地質圖，如圖3.2-4，圖面包含項目有：地形、地層、水系、岩層位態、基地位置、地質敏感區範圍、鑽探孔位及剖面位置。參考經濟部中央地質調查所地質資料整合查詢系統參照台灣區域地質圖數值檔—台北第三版，底圖比例尺「1/50,000」，本圖比例尺為1/1,000。

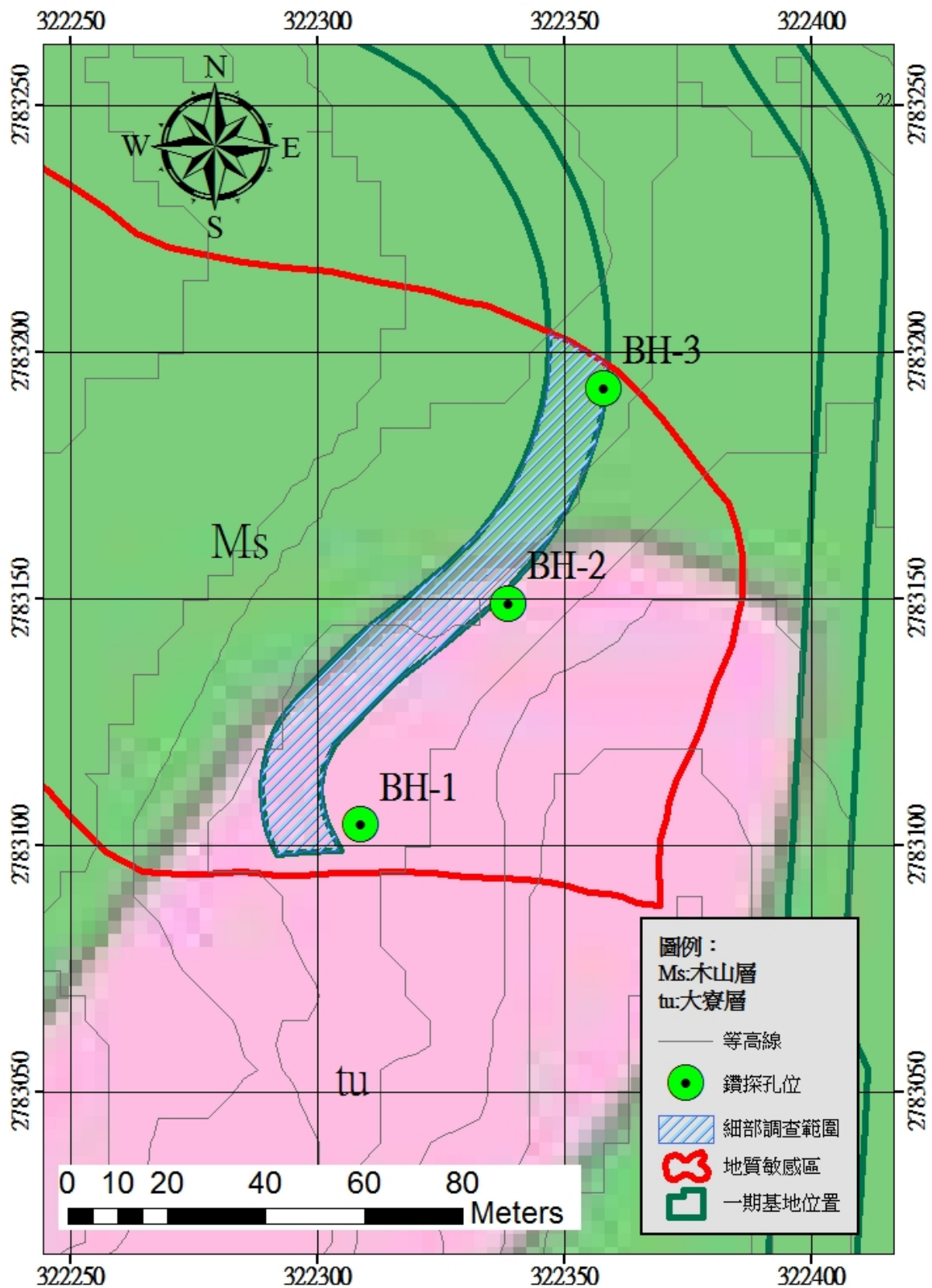


圖 3.2-4 細部調查地質圖

坐標系統 TWD97

第四章 地質安全評估

4.1 山崩或地滑發生潛勢及其對基地之影響

4.1.1 山崩或地滑發生潛勢

根據中央地質調查所集水區地形及地質資料庫查詢系統，細部調查區之道路邊坡坡向型態屬於順向坡中度潛勢區，經野外調查細部調查區之道路亦無明顯張力裂縫、潛移等滑動跡象，地下水位量測結果水位在 2.5~3.5m 間，水位約略位於土岩交界處，下邊坡坡面植被完整茂密，故研判調查區暫時無順向坡滑動之顧慮。

4.1.2 影響範圍評估

根據經濟部中央地質調查所集水區地形及地質資料庫查詢系統，細部調查區之道路邊坡坡向型態屬於順向坡中度潛勢區，然經野外調查、現場地質鑽探顯示細部調查區之西側上邊坡現況為農作，地形平緩，東南側下邊坡坡面植被完整茂密。西側上邊坡擋土構造物現況穩定與調查區道路間約有 20~30m 距離，由地質鑽探之岩心並未發現岩體夾剪裂泥等邊坡受剪切或滑移等跡象，另比對鄰近岩層位態 $N40^{\circ}E/22^{\circ}SE$ ，岩層傾角大於坡面傾角，在無岩層自由端透空情況下，暫時無順向坡滑動之顧慮。

4.2 開發行為對坡地穩定性之影響

本案細部調查區之道路因位在山崩地滑地質敏感區上，且屬順向坡中度潛勢區，故針對調查區邊坡現況採 STED-WIN 分別進行圓弧型及平面型滑動邊坡穩定分析，穩定分析結果均滿足水土保持技術規範之規定，顯示該處邊坡在無其它外力擾動下，現況穩定。邊坡穩定地層參數如表 4.2-1，現況邊坡之安全係數整理如表 4.1-1。各狀態之邊坡穩定分析如圖 4.2-1~圖 4.2-3 及附件六所示。

1. 邊坡穩定之地層參數

表4.2-1 邊坡穩定地層參數

項目 分層	γ_t (t/m^3)	強度參數		引用出處
		C' (t/m^2)	ϕ' ($^\circ$)	
表土覆蓋層	2.0	0.75	30	試驗值
砂頁岩互層	2.6	24	30	試驗值
砂岩	2.3	32	32	試驗值

*考量岩體完整性之變異性，岩層剪力強度參數係採實驗結果之尖峰值再予以折減 20%

2. 地震力參數

分析時工程上一般採擬靜態方式，根據基隆安樂區水平加速度係數 K_h 為設計地震力 ($Z=0.4 \times S_{DS}=0.24$) 的 $1/2 \sim 2/3$ ，垂直地震力係數 k_v 取水平加速度係數 k_h 的 $1/2 \sim 2/3$ 。本案採 $K_h=1/2 \times 0.24=0.12$ ， $K_v=1/2 \times K_h=0.06$ 進行後續相關分析。

3. 暴雨水位：

本案之暴雨水位分析採地表下 1.5m 處。

表4.2-2 邊坡穩定分析結果

項目 分析模式	圓弧滑動 (F.S)	平面滑動 (F.S)
常時	1.77	2.07
地震	1.30	1.45
暴雨	1.40	1.65

4.2.1 常時

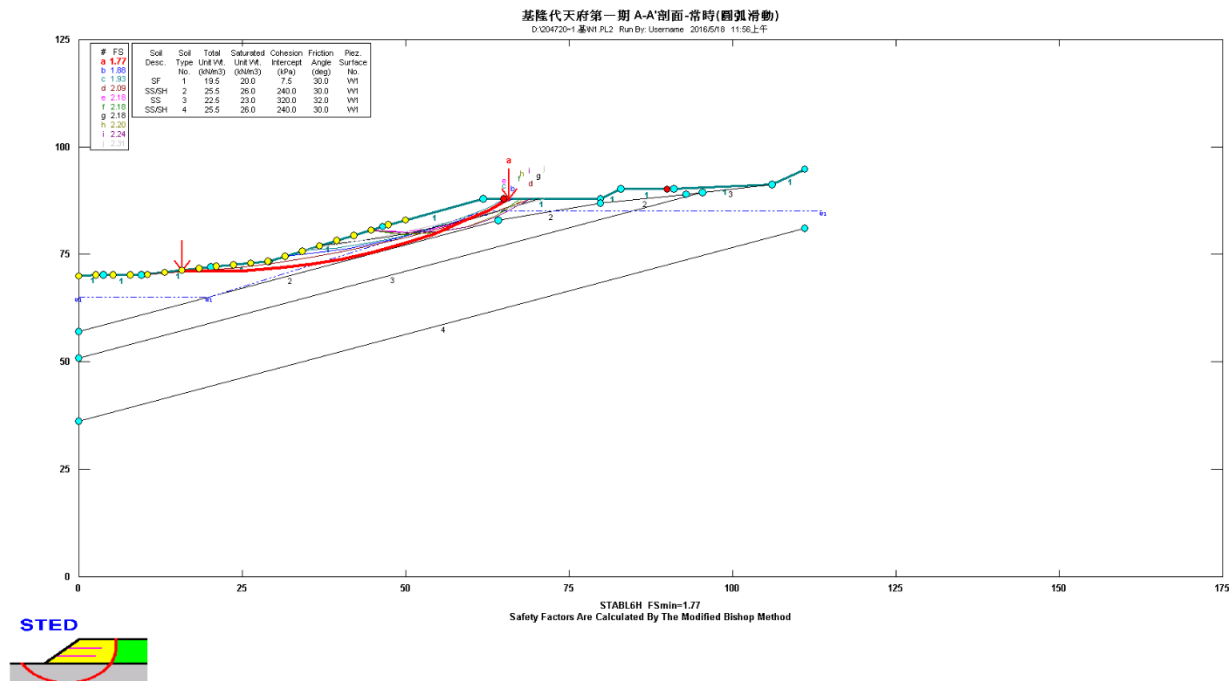


圖 4.2-1 邊坡穩定分析-常時(圓弧滑動)

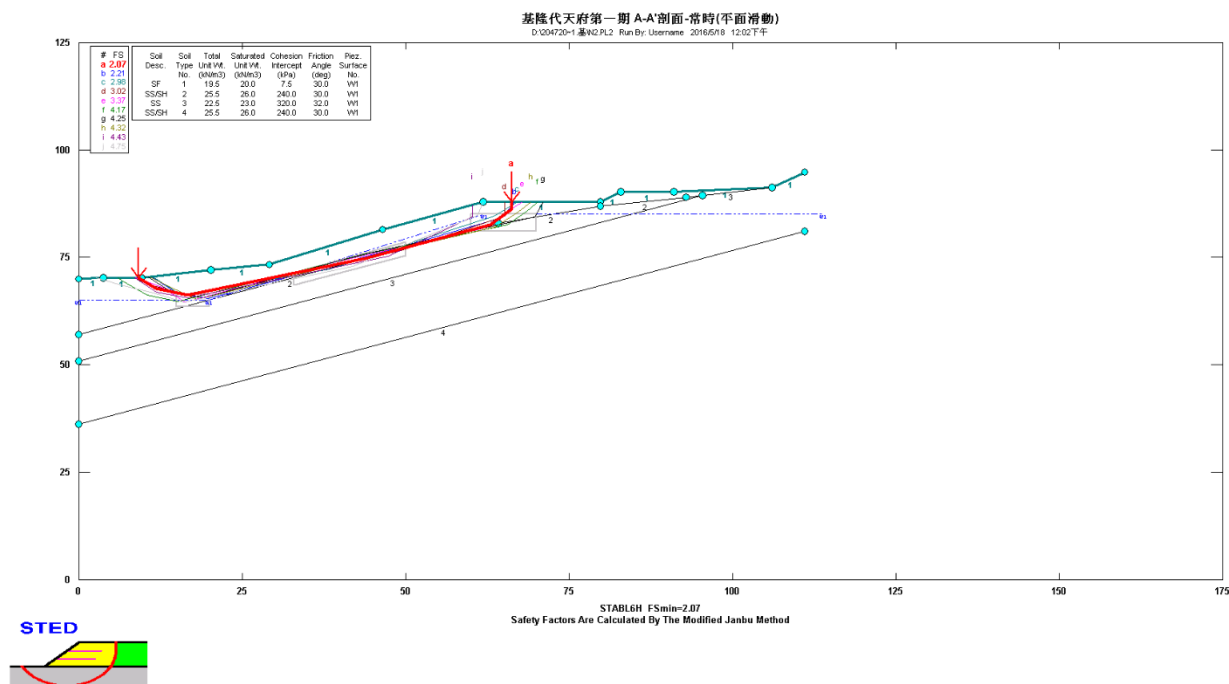


圖 4.2-2 邊坡穩定分析-常時(平面滑動)

4.2.2 地震

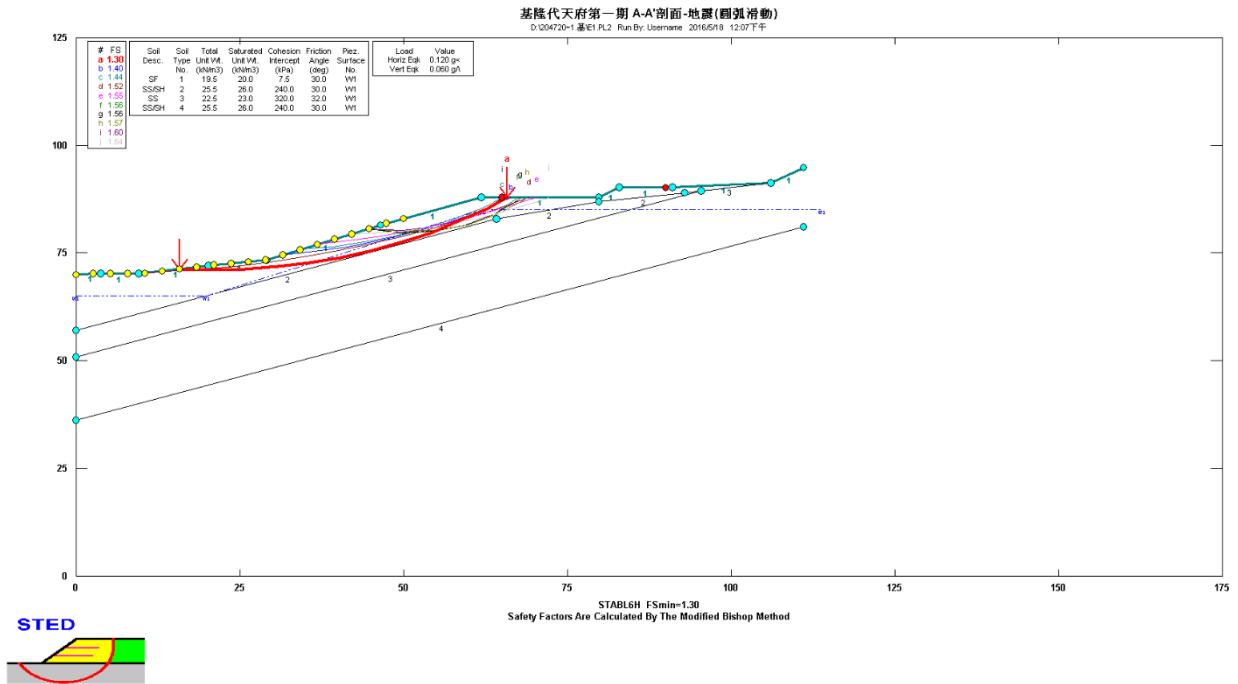


圖 4.2-3 邊坡穩定分析-地震(圓弧滑動)

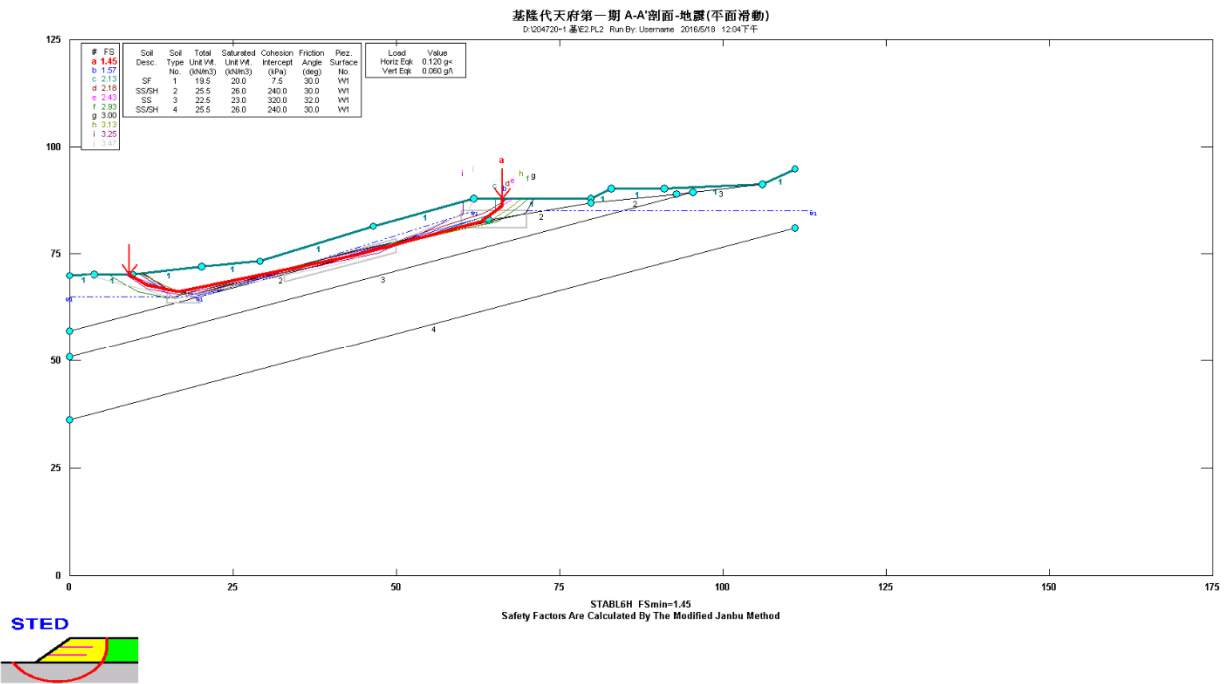


圖 4.2-4 邊坡穩定分析-地震(平面滑動)

4.2.3 暴雨

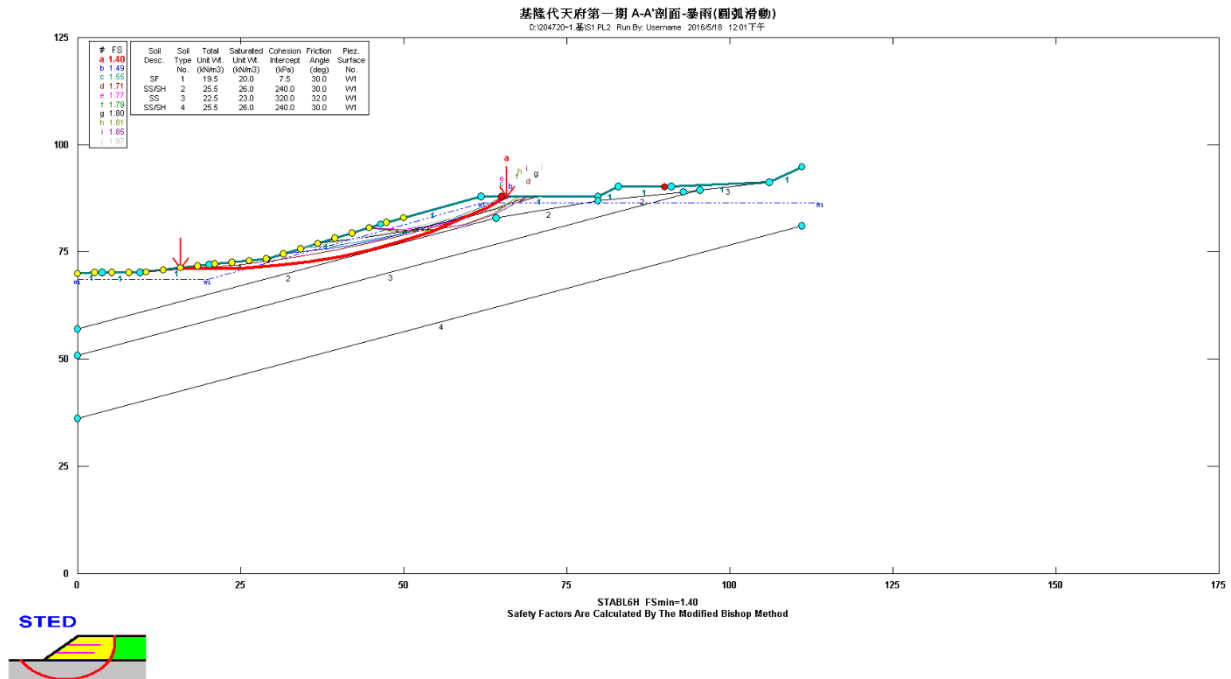


圖 4.2-3 邊坡穩定分析-暴雨(圓弧滑動)

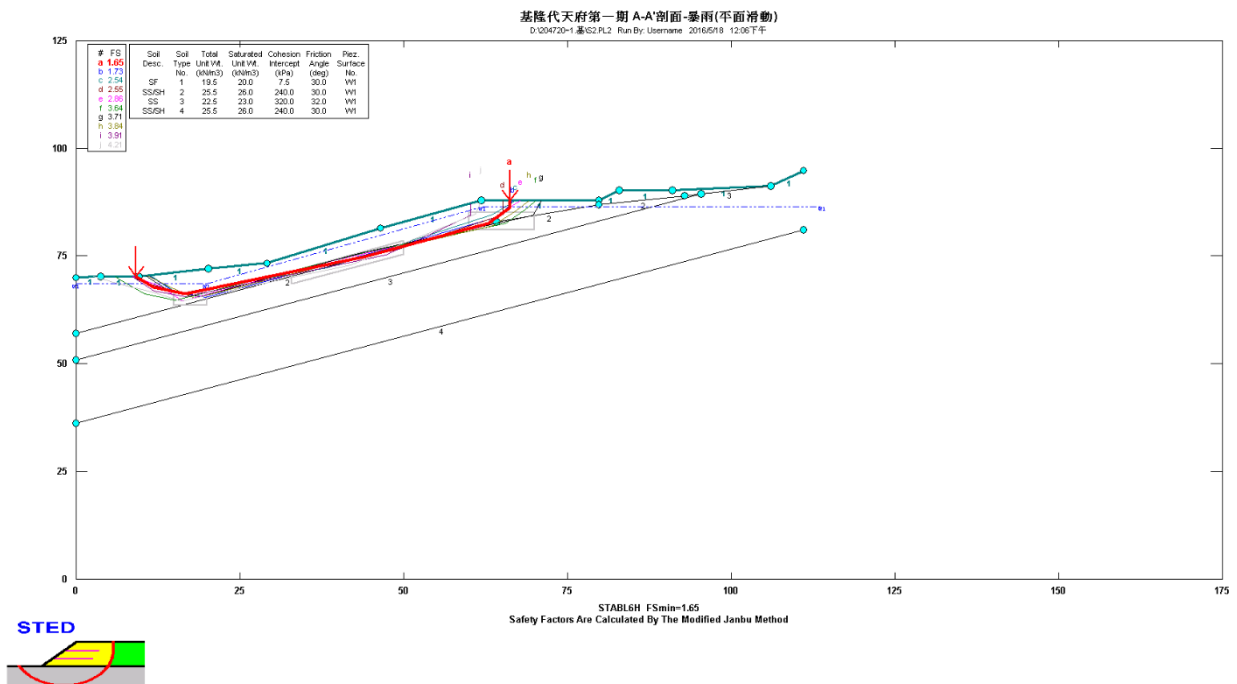


圖 4.2-3 邊坡穩定分析-暴雨(平面滑動)

4.3 處理對策

綜合野外調查、地質鑽探與經濟部中央地質調查所蒐集之相關地質敏感因子之套繪結果，細部調查區之道路位處山崩與地滑地質敏感區內，道路邊坡坡向型態屬於順向坡，西側現況為農作，地形平緩，東南側下邊坡坡面植被完整茂密，地下水位量測結果在 2.7~3.5m 間，水位約略位於土岩交界處，道路現況無明顯張力裂縫、潛移，地質鑽探之岩心並未發現岩體夾剪裂泥等邊坡受剪切或滑移等跡象，比對鄰近岩層位態 $N40^{\circ}E/22^{\circ}SE$ ，岩層傾角大於坡面傾角，在無岩層自由端透空情況下，暫無順向坡滑動之顧慮。

目前雖無觀測到細部調查區具滑動跡象，仍應注意下邊坡之坡面保護，避免形成岩層自由端透空，影響邊坡長期穩定。

第五章 結論與建議

5.1 結論

1. 基地地質調查工作包括區域調查與細部調查。區域調查範圍係根據現地地形特徵圈繪基地外圍之可能影響範圍，本案則以基地西北側道路坡面為主要影響區。區域調查範圍出露地層為大寮層與木山層，岩性為砂岩及砂頁岩互層。
2. 根據現場地質鑽探結果，未固結地質材料主要為黃棕色粉土質砂間夾風化破碎岩屑與粘土，其厚度約 0.7~5m。固結地質材料之岩盤包括黃棕色與灰黑色中度至高度風化砂頁岩互層與青灰色細至中粒砂岩間夾灰黑色薄頁為主。由水位量測結果最高水位約在地表下 2.7~3.5m 間，故本案之暴雨水位分析採地表下 1.5m 處。
3. 基地西北側細部調查區之道路位處山崩與地滑地質敏感區內與經濟部中央地質調查所蒐集之相關地質敏感因子之套繪結果，道路邊坡坡向型態屬於順向坡中度潛勢區，惟經野外調查，西側上邊坡現況為農作，地形平緩，東南側下邊坡坡面植被完整茂密。西側上邊坡擋土構造物現況穩定與調查區道路間約有 20~30m 距離，由地質鑽探之岩心並未發現岩體夾剪裂泥等邊坡受剪切或滑移等跡象，另比對鄰近岩層位態 $N40^{\circ}E/22^{\circ}SE$ ，岩層傾角大於坡面傾角，在無岩層自由端透空情況下，暫時無順向坡滑動之顧慮。
4. 基地開發行為對坡地穩定性之影響，主要集中於細部調查區之道路，細部調查區之道路因位在山崩地滑地質敏感區上，且屬順向坡中度潛勢區，就邊坡現況分別進行圓弧型及平面型滑動穩定分析，結果均滿足水土保持技術規範之規定，顯示該處邊坡在無其它外力擾動下，目前現況穩定。

5.2 建議

1. 目前雖無觀測到細部調查區具滑動跡象，仍應注意下邊坡之坡面保護，避免形成岩層自由端透空，影響邊坡長期穩定。