

南投縣垃圾處理及再生能源中心

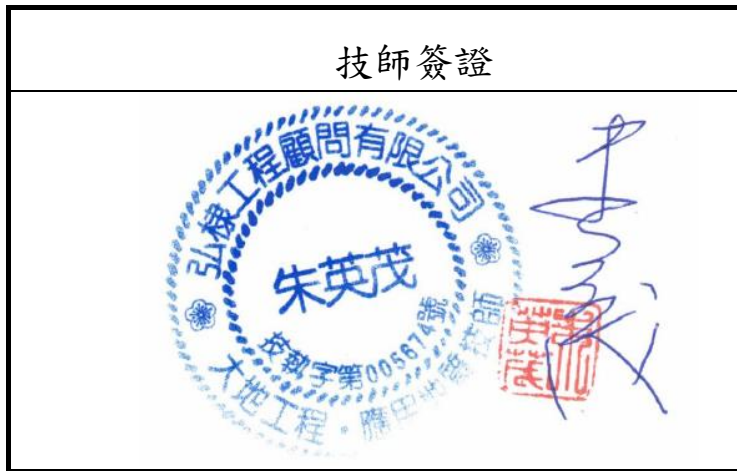
地質鑽探成果報告書

弘棣工程顧問有限公司
中華民國114年7月

南投縣垃圾處理及再生能源中心

【地質鑽探成果報告書】

技師簽證



技師證書

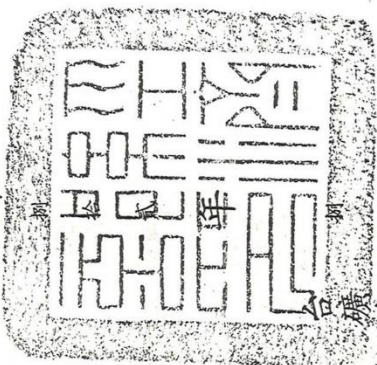
姓名 朱英茂
 性別 男
 出生年月日
 籍貫 臺灣省臺中市
 身分證編號
 科別 應用地質科
 考試及格證書字號 (八一)專高字第三一四八號

右列申請人經技師考試及格依法請領技師證書核與技師法規定相符合行發給證書此證

經濟部部長 **江丙坤**

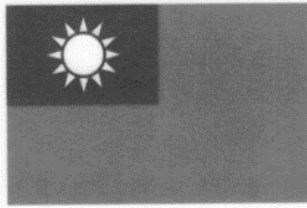
礦業司司長 **曾四安**

中華民國



月 拾 貳 日

礦登字第 壹陸零 號



技師執業執照

技執字第 005674 號

技師 朱英茂 申請執業核與技師法規定

相符合行發給執業執照准予執業登記事項如下：

一、姓名：朱英茂 性別：男

身分證明文件字號：

二、出生年月日：

三、執業方式：技師法第 7 條第 1 項第 2 款

四、執業機構名稱：弘棣工程顧問有限公司

所在地：臺中市西屯區美滿街 17 巷 28 號

五、技師科別及證書字號：大地工程科 技證字第 007488 號

應用地質科 台礦登字第 160 號

六、執業範圍：(如背面)

七、執照有效期間：自民國 109 年 1 月 21 日至 115 年 1 月 20 日止



行政院公共工程委員會
主任委員

吳澤成



中華民國 109 年 10 月 22 日 (變更)

大地工程科執業範圍：

從事有關大地工程（包含土壤工程、岩石工程及工程地質）之調查、規劃、設計、研究、分析、試驗、評價、鑑定、施工、規劃、施工設計及其資料提供等業務。

應用地質科執業範圍：

從事地質調查及測繪；礦床探勘及蘊藏量評估、礦藏評價、礦物鑑定、地球化學分析；工程地質調查及測繪、地質鑽探、土層與岩心鑑定、岩石與土壤性質試驗；地球物理探勘及分析；水文地質調查及測繪；環境地質調查及測繪；古生物鑑定、地層鑑定等業務。

	臺中市應用地質技師公會 <small>Taichung Association of Professional Applied Geologists</small>
	114 年度 會員證
	會員編號：中技證字第 014 號
	執業證照字號：005674
	執業機構： 弘棣工程顧問有限公司
	有效期間： 民國 114 年元月 1 日至 民國 114 年 12 月 31 日
	技師姓名：朱英茂

	臺中市應用地質技師公會 <small>Taichung Association of Professional Applied Geologists</small>
	TEL : (04)2393-6322 FAX : (04)2391-4065 411 台中市太平區育賢路 100 號 1 樓 統編:47384554 taichung.appgeologists@gmail.com
應用地質技師執業範圍： 從事地質調查及測繪；礦床探勘及蘊藏量評估、礦藏評價、礦物鑑定、地球化學分析；工程地質調查及測繪、地質鑽探、土層及岩心鑑定岩石與土壤性質試驗；地球物理探勘及分析；水文地質調查及測繪；環境地質調查及測繪；古生物鑑定、地層鑑定等。	

南投縣垃圾處理及再生能源中心 地質鑽探成果報告書

目錄

南投縣垃圾處理及再生能源中心.....	I
目錄.....	I
圖目錄.....	II
表目錄.....	II
第一章 前言.....	1
第二章 地質調查與鑽探工作.....	2
2-1 地質調查工作.....	2
2-2 鑽探工作.....	2
2-3 工作範圍及工作項目.....	4
第三章 區域地質.....	5
3-1 區域地層.....	5
3-2 區域地質構造.....	7
第四章 基地地質及其工程性質.....	10
4-1 基地地層分布.....	10
4-2 地下水位.....	10
4-3 地層參數.....	14
4-4 活動斷層.....	15
4-5 耐震設計規範.....	18
4-6 水平譜加速度係數.....	19
第五章 室內試驗.....	22
5.1 土壤試驗.....	22
5.2 岩石試驗.....	22
第六章 大地工程分析與評估.....	23
6-1 特殊現象.....	23
6-2 液化潛能分析.....	24
6-3 基礎支承力及沉陷量分析.....	26
6-4 深基礎承载力分析及建議.....	30
6-5 開挖與擋土措施建議.....	30
6-6 邊坡穩定分析及護坡穩定措施建議.....	31
第七章 結論及建議.....	32
附錄A 地質鑽探柱狀圖	
附錄B 施工照片	

圖目錄

圖1-1基地位置圖.....	1
圖2-1鑽孔位置圖.....	3
圖3-1區域地質圖.....	9
圖4-1基地地質圖.....	11
圖4-2基地剖面地質圖(一).....	12
圖4-3基地剖面地質圖(二).....	13
圖4-4台灣地區活動斷層分佈圖.....	16
圖4-5基地鄰近活動斷層分佈圖.....	17
圖4-6台灣震區短週期與一秒週期之設計與最大水平譜加速度分布圖.....	20
圖6-1液化潛能查詢圖.....	24
圖6-2雙曲線函數(HBF)液化評估法之計算流程.....	25

表目錄

表2-1鑽探工作數量表.....	3
表4-1各孔地層深度分佈表.....	10
表4-2黏性土壤之無圍壓縮應力 Q_u 與SPT-N值之關係表.....	14
表4-3 SPT-N值與砂性土壤摩擦角 ϕ 表.....	14
表4-4分析用簡化土層參數表.....	14
表4-5基地附近活動斷層一覽表.....	17
表4-6工址水平譜加速度係數表.....	19
表6-1支承力因數.....	27
表6-2各項影響因素之計算式.....	28

第一章 前言

為辦理南投縣垃圾處理及再生能源中心新建工程(基地位置圖如圖1-1)，瞭解該基地之地質狀況及地層資料，以供該工程設計及施工依據，於民國114年1月委託弘棣工程顧問有限公司（以下簡稱本公司）進行本工作。

本公司於施工期間，遴選數組具有豐富鑽探工程實務經驗之工地工程師及現場施工人員，備妥工程所需機具及材料進場施做。該鑽探作業進行順利，於完成現地地質鑽探及取樣工作後，陸續進行室內試驗及地質分析工作，彙整工作內容並提送本報告，供規劃設計之參考。

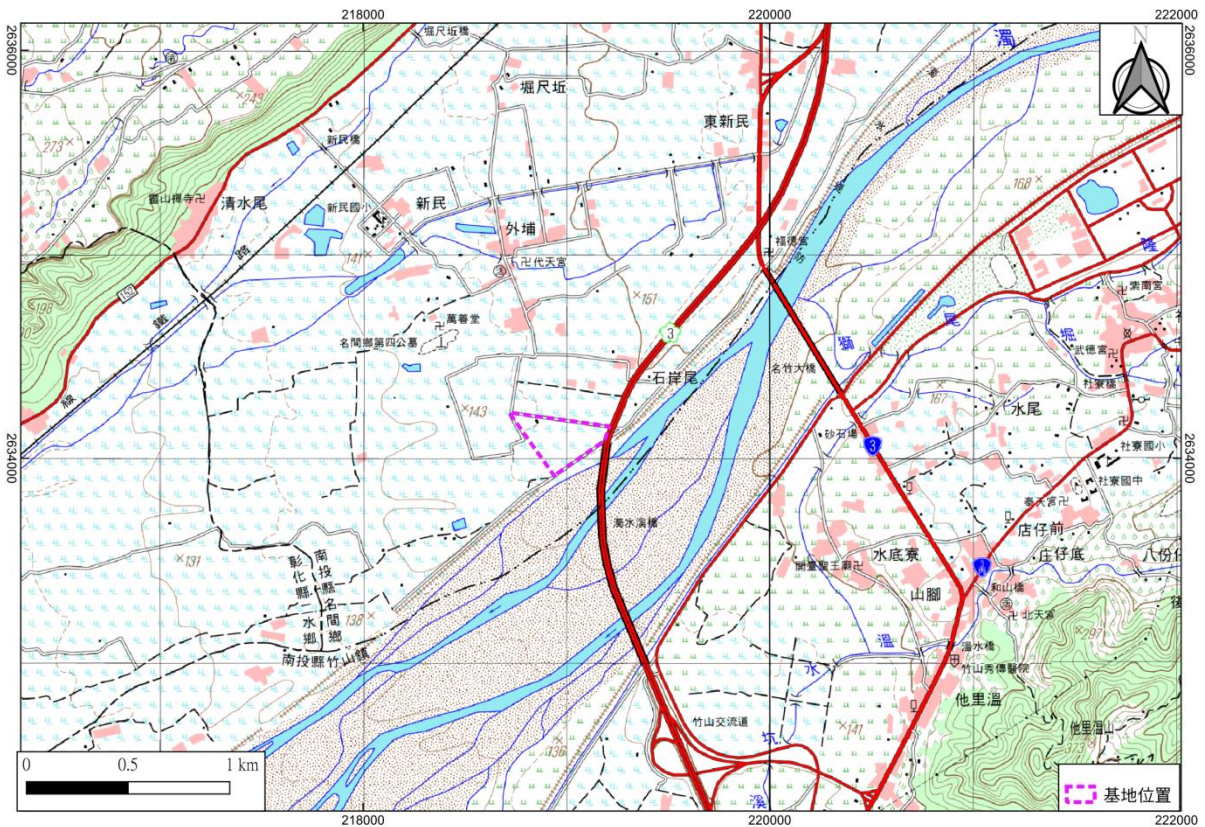


圖 1-1 基地位置圖

第二章 地質調查與鑽探工作

2-1 地質調查工作

分為資料蒐集和現地踏勘兩大部分：

(1)資料蒐集：蒐集及分析與本計劃區相關之資料與文獻，本基地位在南投縣名間鄉，經蒐集相關地質文獻資料如下：

A、地質調查及礦業管理中心「南投，2004」；台灣活動斷層概論(2012)；地質調查及礦業管理中心「台灣活動斷層分布圖(2021)」。

B、內政部113.3.1台內國字第1130801422號令修正「建築物耐震設計規範及解說」部分規定。

C. 內政部112.06.20台內營字第1120807974號令修正「建築物基礎構造設計規範」部分規定

(2)現場踏勘：本次踏勘工作，除著重於勘查本區地形，地表植生狀況、地層、地質構造及水文概況外。並由地質師進行野外地層露頭之記錄、量測與製圖，以了解基地之地層分布及地質構造之特性。並觀察附近地區之地形、地貌、植生等，以瞭解附近是否有其他發生地質災害(如坍方、滑動)處。

2-2 鑽探工作

1. 數量：為了解基地地下之地層性質，於基地內共配置4個鑽探孔位，鑽孔深度為10.0及20.0m，總計鑽探深度為50.0m。
2. 佈孔：鑽孔位置如圖2-1所示。

3. 鑽探方法：本鑽探工程之鑽探方法，BH-4(20.0m)採用旋轉式鑽探方法取得完整岩心，BH1~BH3(10.0m)以衝鑽式鑽探方法進行，鑽探成果記錄工作(成果如附錄A)，鑽探施工照片請參閱附錄B。

表 2-1 鑽探工作數量表

編號	總深度(m)	土層(m)	標準貫入試驗(組)	水位觀測井(支)
BH-1	10	7	7	1
BH-2	10	7	7	1
BH-3	10	7	7	1
BH-4	20	15	7	1
總計	50	36	49	4

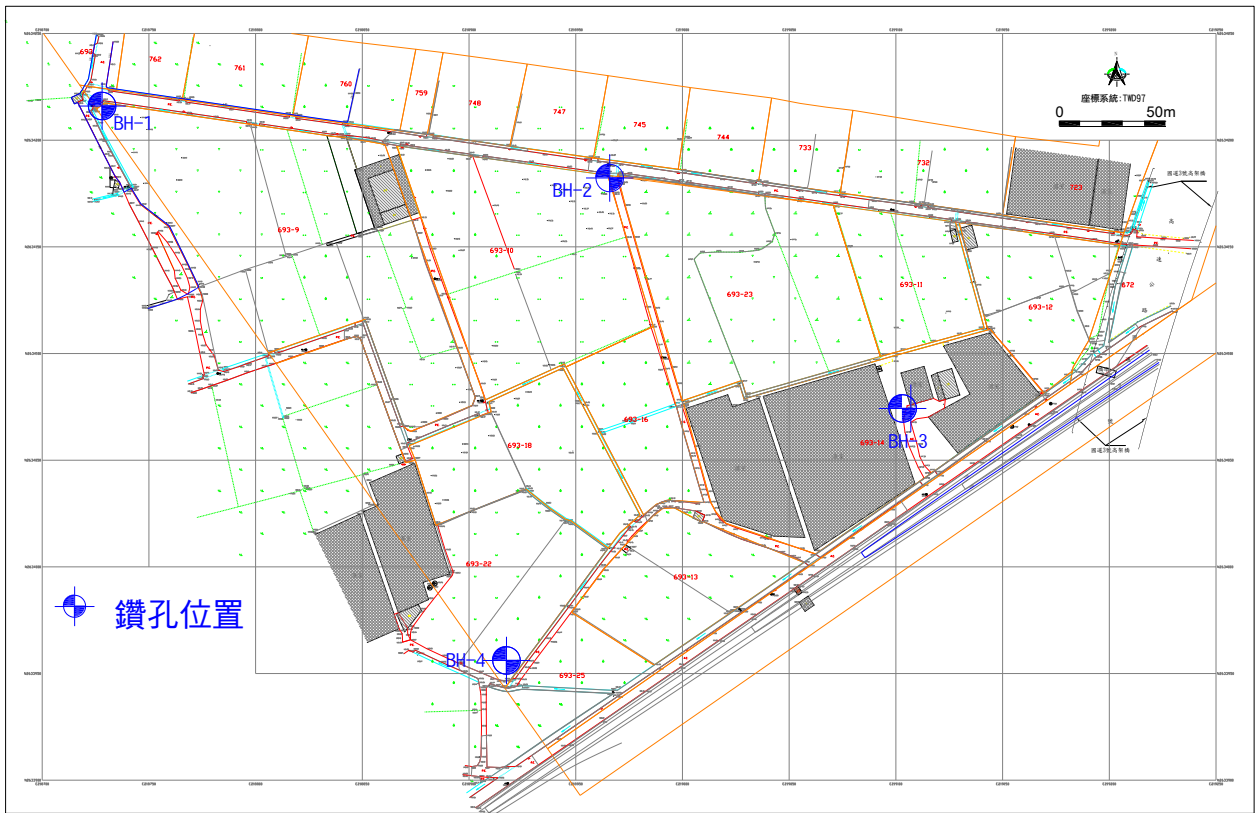


圖 2-1 鑽孔位置圖

2-3 工作範圍及工作項目

本工程工作範圍及工作項目包括下列幾項：

一、現地鑽探及取樣

二、現場標準貫入(SPT)試驗

三、土壤一般物理性試驗

四、地下水位觀測

五、工程分析，包含下述各項：

1. 區域地層及構造說明

2. 基地地質及其工程特性分析

3. 地下水位分析

4. 潛在不利地質因素(特殊現象)評估

5. 活動斷層及地震分析

6. 工程地質分析與評估

第三章 區域地質

3-1 區域地層

依據地質調查及礦業管理中心資料，基地附近主要地層為沖積層，附近尚有卓蘭層、頭嵙山層、八卦山層及山坡緩斜面堆積物，現將地層特性敘述如下。

1. 卓蘭層

本層廣泛分布於西部麓山帶中，並偶見分布於西部丘陵中。本層由砂岩、粉砂岩、泥岩及頁岩之互層組成。砂岩常呈青灰至淺灰色，粉細至細粒或中粒，常含少許雲母碎片。層厚數十公分至五公尺不等，包括混濁砂岩及局部石英砂岩。

2. 頭嵙山層

頭嵙山層為台灣第四紀更新世早期之沉積地層，為林朝棨所命名。其底部與上新世卓蘭層之砂頁岩地層為整合連續性堆積。本層主要分布於台灣西部麓山帶之西部及沖積平原下。頭嵙山層主要由灰白色至黃灰色亞混濁砂岩、灰色至暗灰色頁岩及礫岩組成，其岩質較鬆且淘選較差，地層越上礫岩越多。因此，頭嵙山層可依其岩性分為二個岩相，下段稱為香山相，以砂岩及頁岩為主；上段稱為火炎山相，以礫石層為主。

(1) 頭嵙山層-香山相 (TK1)

本層僅出露於大安溪流域以北一小部份地區，主要由青灰色泥質砂岩、偶夾薄層礫岩所組成。砂岩由細粒至粗粒，主要包括混濁砂岩及亞混濁砂岩，膠結疏鬆，層理不顯著，交錯層及漪痕發達，並時含

碳化漂木和海棲化石。

(2) 頭嵙山層-火炎山相 (TK2)

本層分布於大安溪北岸火炎山一帶，而在后里台地西側及大肚台地西北半部台地崖一帶亦有出露。本岩相主要由礫石層組成，粒徑以10至30公分者佔大多數，形狀為稍尖銳之次橢圓形，有異於紅土台地堆積層之礫石多呈橢圓卵型者不同。由礫石與充填在礫石間的砂兩者之間的工程性質而言，礫岩層在地形上常能形成陡峭的岩壁，但受雨水沖刷侵蝕帶走疏鬆砂質後，將掏空礫石之間的支撐，致極易崩落而形成既窄且深的侵蝕溝；若礫岩層層理傾斜較大，受蝕崩落的現象將益形顯著，常形成成群尖峰如九九峰，或孤峰如鐵砧山與內水尾山的壯觀地形景觀。

3. 八卦山層

八卦山層由陳華玟等人命名，本層野外露頭出露不完整，但於彰化縣八卦丘陵南段的台地面分布較廣，且於該區有二口鑽井岩心資料可做為參考，故將標準地定於該區，因其位於八卦丘陵，乃稱之為八卦山層。本層出露於田中鎮南東里，八卦丘陵頂部139號縣道與148號縣道交會處。岩性為紅化礫石層、紅化砂層及紅化土，部分紅化礫石層中夾有砂層及紅化土，頂部具階地地形，本層以碎屑流沉積為主或為崩積層，原沉積環境可能屬沖積扇。

本層出露厚度約3至4公尺，由八卦山南部新光井岩心資料中的古風化土層位置判斷，其厚度約60公尺，由八卦山七號井岩性紀錄資料顯示本層至少有32公尺厚。本層位於八卦丘陵頂部之砂層經熱螢光定年結果約10萬年。

4. 山坡緩斜面堆積物(ps)

本層分佈於八卦丘陵兩翼坡度較緩處，大部分均為植被所覆蓋，無露頭出露。本層暫無時代定年資料，推估其年代可能為晚更新世晚期至全新世。

5. 沖積層(a)

沖積層是由砂、礫石、粉砂及泥組成：分布在現生河流的河床、八卦丘陵西側的沖積平原，佔有廣大面積。位於濁水溪流流域主河道地區的地下沉積物成分是以礫石為主。

3-2 區域地質構造

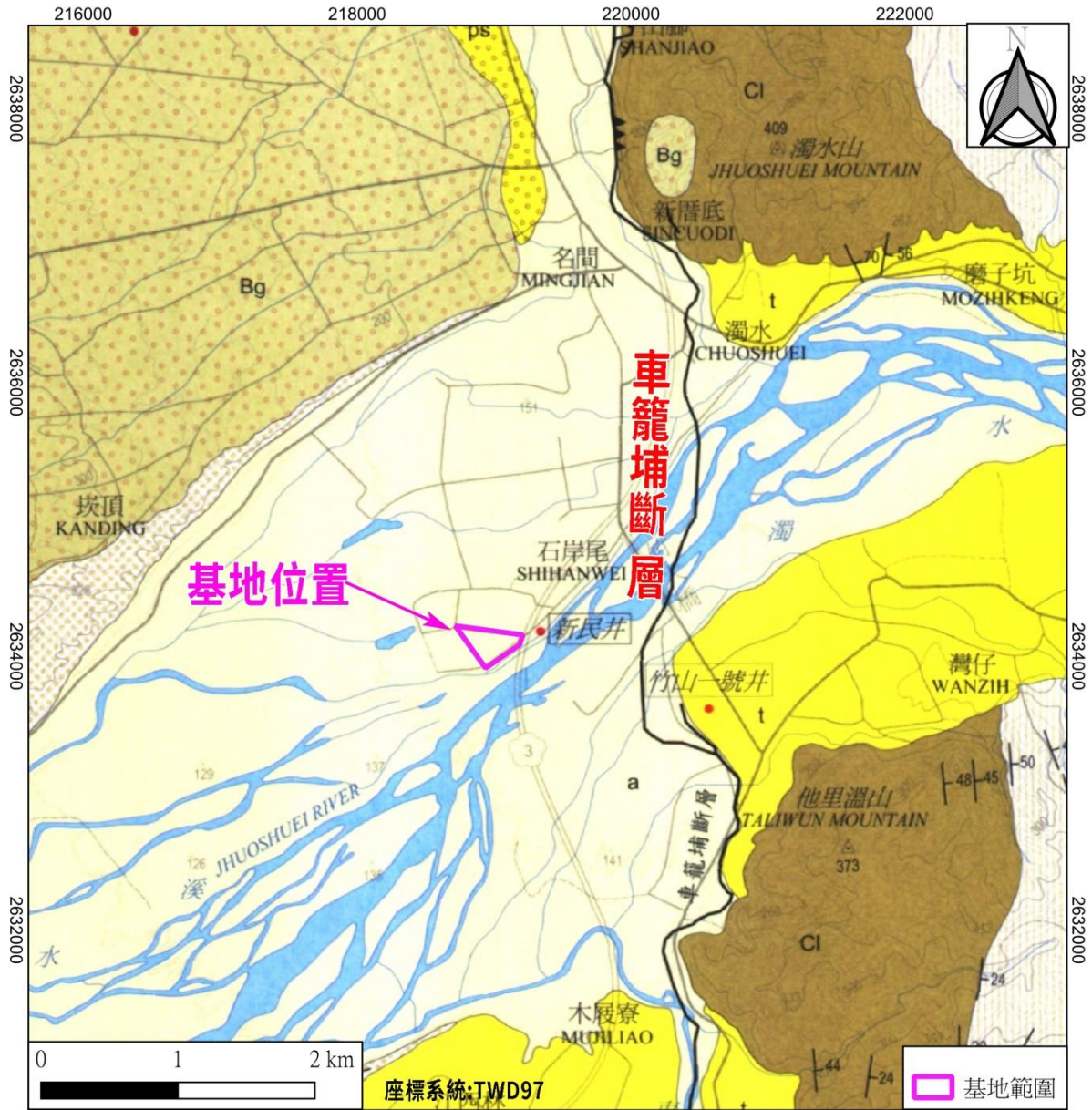
依據地質調查及礦業管理中心資料，基地附近主要地質構造為車籠埔斷層，現將其特性敘述如下。

車籠埔斷層，為逆移斷層，為了方面敘述，本文以烏溪為界分為2部分：北段約呈南北走向，由台中縣豐原市北陽里向南延伸至霧峰鄉，長約38公里，在1999年集集地震時，石岡以東至苗栗縣卓蘭鎮也形成地表破裂與地面隆起，長約16公里；車籠埔斷層南段約呈南北走向，由南投縣草屯向南延伸至竹山鎮嶺腳附近，長約38公里。

車籠埔斷層，由錯移地層的關係，最早認為斷層向北連接三義斷層，向南連接大尖山斷層；上述3條斷層的下盤均出露頭嵙山層，但是三義斷層上盤出露東坑層（或南莊層），而車籠埔斷層上盤出露錦水頁岩或卓蘭層，大尖山斷層上盤則出露桂竹林層。由鑽井資料顯示，車籠埔斷層北段在其下方有另一條斷層，桂竹林層逆衝於頭嵙山層之上，該斷層雖未出露地表，但延伸至地表的位置約位於三義斷層的斷層跡，兩者的接觸約在豐原附近。至於車籠埔斷層南段則連接鹿寮斷層，並與大尖山斷層的特性有所不同，雖然後者在集集地震時也有活動。

1999年集集地震時所形成的地表破裂，很多地區在地表上顯現寬廣的斷層帶，地表所見的斷層崖、單斜崖與撓曲崖等，是由主斷層分叉而出、且位於上盤的分支斷層反應在地表的特徵。地震斷層在山麓前緣，也就是山麓與平原的交界處，大多位於錦水頁岩的底部；山麓區內，常位於車籠埔斷層上盤的錦水頁岩層中或是位於卓蘭層的底部。

由車籠埔斷層的古地震研究結果，過去3,000年以來共有7次地震事件造成地表破裂，包括西元1999年、距今 365 ± 65 年前、距今 735 ± 55 年前、距今 905 ± 15 年前、距今 $1,540 \pm 160$ 年前、距今 $1,805 \pm 95$ 年前與距今 $3,000 \pm 160$ 年前；最後6次地震之間的發生時距最小約200年，最長約700年；最早的2次古地震的時距相距約1,200年，可能還有許多次的古地震事件未被發現。車籠埔斷層的長期滑移速率為每年6.94公厘，發震模式屬於時間可預測的再發性模式，以長期的滑移速率來推估車籠埔斷層下次可能的地震時間，約西元 2340 ± 95 年，車籠埔斷層列為第一類活動斷層。



沖積層 ALLUVIUM	a 礫石、砂及粘土 Gravel, sand and clay	資料來源:地礦中心5萬分之一區域地質圖-南投圖幅	逆斷層(鋸齒示上升側) Thrust fault (sawteeth on upthrown block)
山麓緩斜面堆積物 PIEDMONT SLOPE DEPOSITS	ps 礫石、砂及粘土 Gravel, sand and clay q 礫石、砂、粉砂及泥 Gravel, sand, silt and mud		
八卦山層 BAGUASHAN FORMATION	Bg 紅土、紅壤化之礫石、砂、砂及粉砂之透鏡體 Red earth, lateritic gravel, sand, intercalated with sand and silt lentils	推測斷層 Inferred fault 背斜 Anticline	
頭崙山層 TOUKOSHAN FORMATION	C: 礫石夾砂岩之透鏡體 Gravel intercalated with sandstone lentils S: 砂岩夾泥岩及礫石透鏡體 Sandstone intercalated with mudstone and gravel lentils		
卓蘭層 CHOLAN FORMATION	TKs 砂岩、泥岩、砂頁岩互層 Sandstone, mudstone and alternations of sandstone and shale		
	Cl 砂岩、泥岩及砂頁岩之薄互層 Sandstone, mudstone and thin interbeds of sandstone and shale		

圖 3-1 區域地質圖

第四章 基地地質及其工程性質

4-1 基地地層分布

參考地質調查及礦業管理中心「南投圖幅，2004」資料(如圖3-1所示)本基地位在沖積層範圍中，由現場最大鑽探深度20.0m 成果顯示，基地地層以卵礫石層為主(表4-1)，基地平面地質圖及剖面圖如圖4-1~圖4-3。

基地之卵礫石層主要組成爲卵礫石夾棕灰色砂土，現場鑽探時因卵礫石粒徑大於劈管直徑，因此無法取得劈管土樣進行土讓一般物理性試驗。現場進行的標準貫入試驗，程序為擊入三個15公分(共45公分)分別記錄其錘擊數(N值)，但若貫入未達15cm即超過100下即可停止，記錄其貫入公分，N值為100。基地內整體SPT-N值均為100，屬非常緊密地層。

表 4-1 各孔地層深度分佈表

單位:m

孔號	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4
鑽探深度	10.0	10.0	10.0	20.0
卵礫石層	0.0~10.0	0.0~10.0	0.0~10.0	0.0~20.0

4-2 地下水位

鑽孔完成後埋設水位觀測井，於114年6月20日量測結果顯示，BH1~BH-3於10m(鑽堡施作)內之未達地下水；BH-4為傳統鑽機施作，鑽探過程為保護孔壁而做灌漿處理，地下水位較不準確，因此於鑽探過後2星期(7月4日)再行觀測，地下水位為地表下9.2m。較低的地下水位將使開挖時水壓力較低，有利於未來基礎開挖之施工便利性及穩定性。在考量季節及暴雨因素，建議常時地下水位採地表下8.0m，暴雨時之高水位為地表下5.0m。惟地下水位常因極端氣候及周圍環境因素影響，建議施工前於基地附近埋設自記式水位井，長期觀測近期地下水位變化，並根據觀測結果，修正設計地下水位深度。

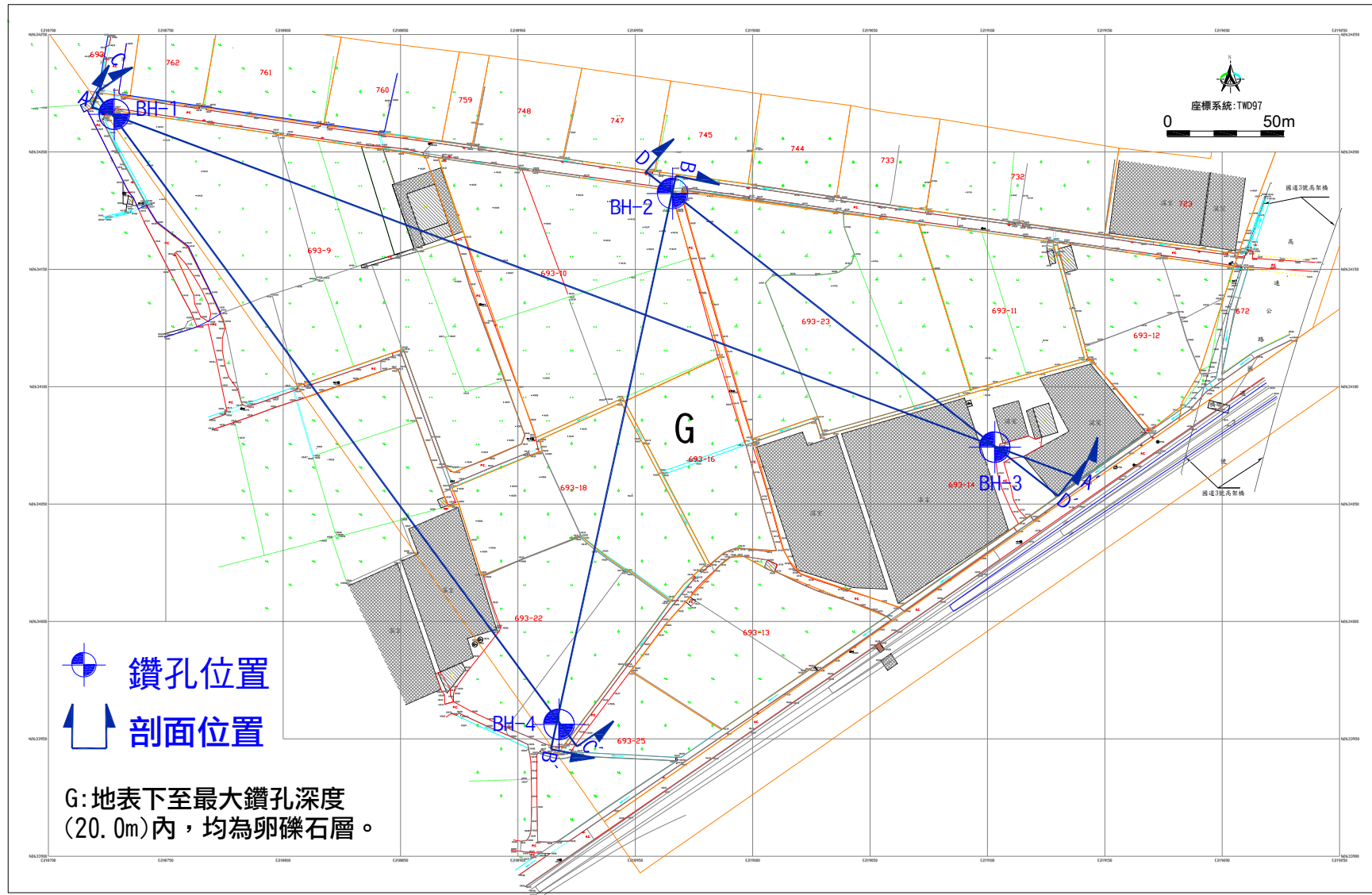


圖 4-1 基地地質圖

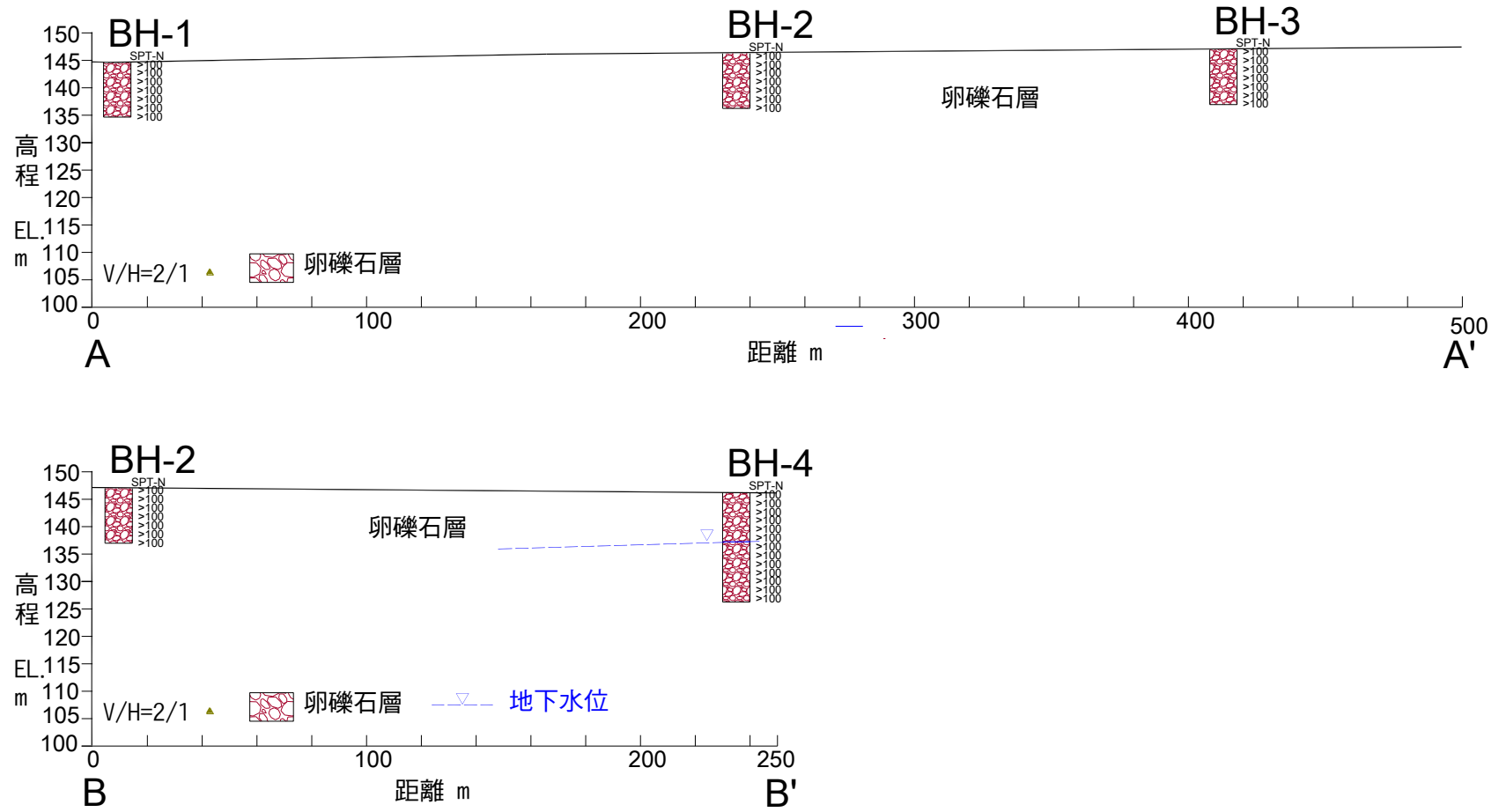


圖 4-2 基地剖面地質圖(一)

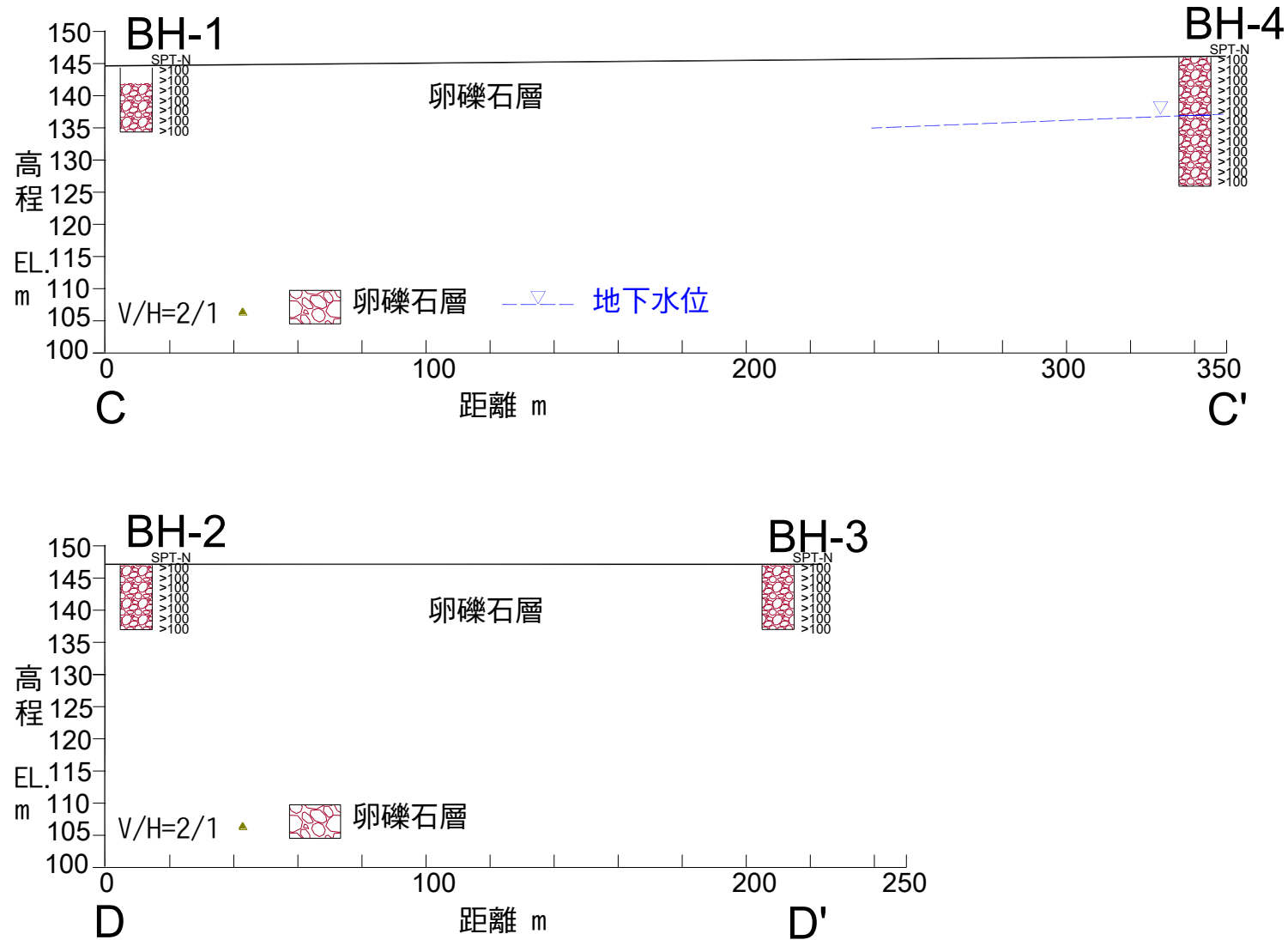


圖 4-3 基地剖面地質圖(二)

4-3 地層參數

土壤力學性質依標準貫入試驗N值進行推估，黏性土壤之無圍壓縮應力 q_u 與標準貫入試驗N值之關係如表4-2；標準貫入試驗N值與砂性土壤摩擦角 ϕ 之關係如表4-3。經歸納分析之後，本基地之分析用簡化土層參數如表4-4。

表 4-2 黏性土壤之無圍壓縮應力 q_u 與 SPT-N 值之關係表

堅硬程度	SPT N	q_u kg/cm ²
非常軟弱	0-2	<0.24
軟弱	2-5	0.24~0.48
中等堅硬	5-10	0.48~0.96
堅硬	10-20	0.96~1.92
很堅硬	20-30	1.92~3.83
堅實	>30	>3.83

(Terzaghi,1948)

表 4-3 SPT-N 值與砂性土壤摩擦角 ϕ 表

SPT,N 值	相對密度 D_r (%)	緊密程度	摩擦角 ϕ
0~4	0~15	非常疏鬆	<30°
4~10	15~50	疏鬆	30°~35°
10~30	50~70	中等緊密	35°~40°
30~50	70~85	緊密	40~45
>50	85~100	非常緊密	>45°

((Meyerhof,1956) (Terzaghi,1948))

表 4-4 分析用簡化土層參數表

分類	平均深度 (m)	保守平 均 N 值	γ_t (t/m ³)	C (t/m ²)	ϕ (度)
卵礫石層	0.0~20.0	>100	2.10	0.0	35

*土壤強度參數 ϕ' 值，可利用下列經驗公式計算後並加以折減求得。

$\phi'=28+1.3(N)^{(1/2)}$ (亞新工程顧問公司，台北市地層大地工程分析報告，1987。)

4-4 活動斷層

有關活動斷層的定義，雖然各國學者或官方機構沒有一致性的看法，但是重點都包含一個近期錯動(recent offset)的時間基準，以及強調未來再次活動(recurrence)可能性。在各種活動斷層的定義中，其中最主要的差異在於斷層曾經活動的年代不同，其原因是各個國家所處的地體構造環境(tectonic setting)、遭遇自然災害的程度，以及文化背景有所差異所致，因此對於活動斷層之認定並無全球所共同接受之標準。

經濟部地質調查及礦業管理中心整理綜合各種相關文獻，考量臺灣地區的地體構造環境，將臺灣地區的活動斷層定義為：更新世晚期(距今約十萬年)以來曾經活動過，未來很可能會再度活動的斷層。為了野外調查辨認斷層及不同使用者的需求，經濟部地質調查及礦業管理中心採用以斷層活動之時代作為分類之基礎，臺灣地區的活動斷層分為 2 類：

一、第一類活動斷層（全新世活動斷層）

- 全新世（距今 10,000 年內）曾經活動過的斷層。
- 錯移（或潛移）現代結構物之斷層。
- 與地震相伴發生之斷層（地震斷層）。
- 錯移現代沖積層之斷層。
- 地形監測證實具潛移活動性之斷層。

二、第二類活動斷層（更新世晚期活動斷層）

- 更新世晚期（距今約 100,000 年內）曾經活動過的斷層。
- 錯移階地堆積物或台地堆積層之斷層。

根據地質調查及礦業管理中心 2021 年版的台灣活斷層分佈圖（圖 4-4），新增初鄉斷層、口宵里斷層及車瓜林斷層等 3 條斷層，分別位於南投縣、臺南市及高雄市。總計台灣全島共有 36 條活動斷層，其中屬於第一類 22 條，第二類 14 條。



圖 4-4 台灣地區活動斷層分佈圖

依台灣地區活動斷層分佈圖，基地附近之活動斷層及距離如表 4-5 及圖 4-5 所示，其中以車籠埔斷層距離基地最近，距離約 0.9 公里，建議需確實遵循相關之建築物耐震設計法規，以抵抗可能發生之強震。

表 4-5 基地附近活動斷層一覽表

斷層編號	斷層名稱	距離(Km)
10	彰化斷層	8.7
11	車籠埔斷層	0.9
12	大茅埔-雙冬斷層	11.0
13	初鄉斷層	5.3

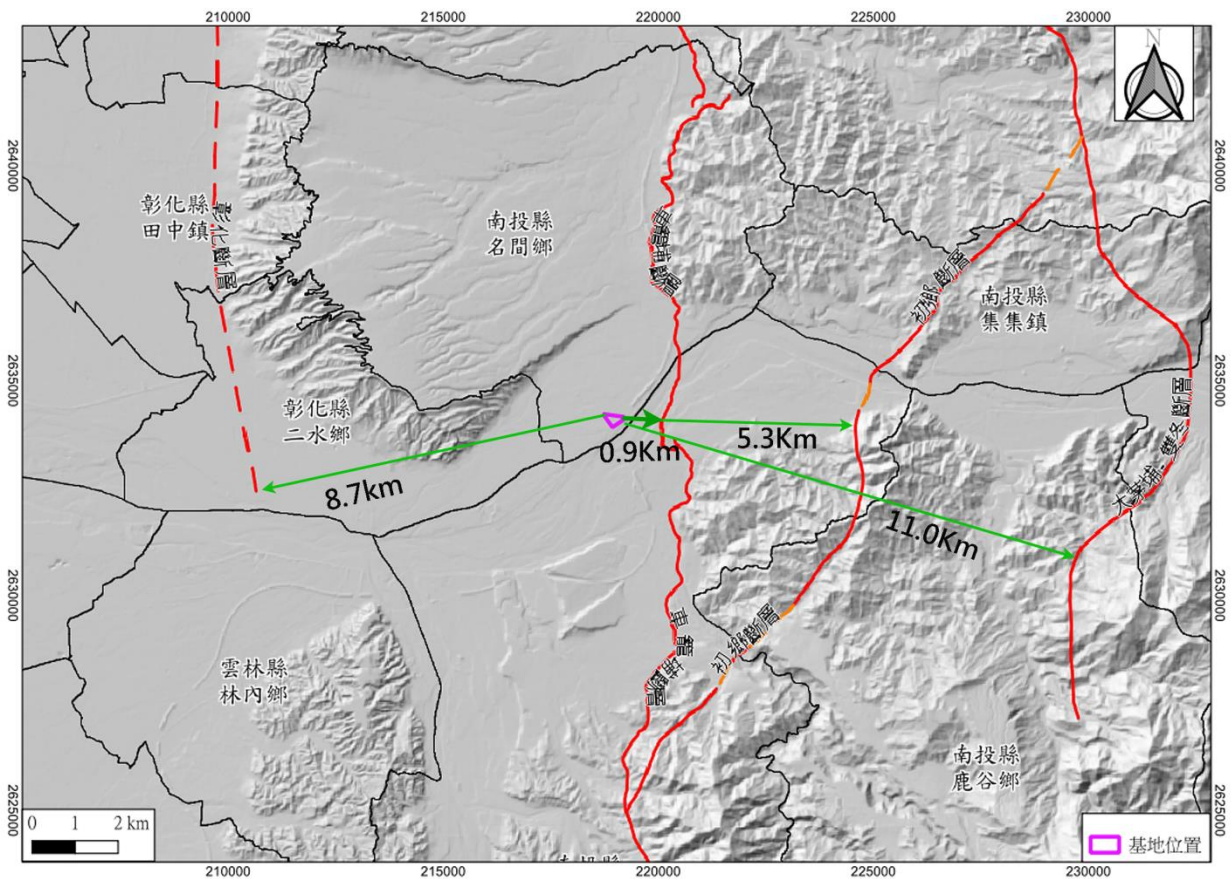


圖 4-5 基地鄰近活動斷層分佈圖

4-5 耐震設計規範

依據內政部113.3.1台內國字第1130801422號令修正「建築物耐震設計規範及解說」部分規定，有關基地設計水平譜加速度係數說明如下：

一般基地之震區短週期與一秒週期水平譜加速度係數，震區短週期及一秒週期之設計水平譜加速度係數 S_s^D 與 S_1^D 分別代表基地所屬震區在堅實地盤下，設計地震作用時之短週期結構與一秒週期結構之5%阻尼譜加速度與重力加速度 g 之比值。震區短週期及一秒週期之最大考量水平譜加速度係數 S_s^M 與 S_1^M 分別代表基地所屬震區在堅實地盤下，最大考量地震作用時之短週期結構與一秒週期結構之5%阻尼譜加速度與重力加速度 g 之比值。

我國震區係以鄉、鎮、市等行政區為單位劃分，各微分區內震區設計水平譜加速度係數 S_s^D 與 S_1^D 根據50年10%超越機率之均布危害度分析訂定，地震回歸期為475年；震區最大考量水平譜加速度係數 S_s^M 與 S_1^M 則根據50年2%超越機率之均布危害度分析訂定，地震回歸期為2500年。

規範規定，當工址鄰近包括新城斷層、獅潭斷層、三義斷層、大甲斷層、鐵砧山斷層、屯子腳斷層、彰化斷層、車籠埔斷層、大茅埔-雙冬斷層、梅山斷層、大尖山斷層、六甲斷層、觸口斷層、新化斷層、旗山斷層與米崙斷層、瑞穗斷層、玉里斷層、池上斷層、鹿野斷層等經濟部地質調查及礦業管理中心公布之第一類活動斷層，其震區水平譜加速度係數必須考量近斷層效應。嶺頂斷層與利吉斷層雖公開為第二類活動斷層，因屬花東縱谷序列斷層之一，鄰近鄉鎮亦需考慮近斷層效應。

4-6 水平譜加速度係數

圖5-3為示臺灣震區短週期與一秒週期之設計與最大考量水平譜加速度係數分佈狀況，對於近斷層區域，須依規範其影響範圍內的行政區之震區短週期及一秒週期設計水平譜加速度係數，與震區短週期及一秒週期最大考量水平譜加速度係數，可由規範中之表所列，依工址至斷層之距離線性內插方式求值。

本基地位處在南投縣名間鄉，依據113年版之耐震設計規範，應考慮的斷層包括彰化斷層、大甲斷層全段、鐵砧山斷層、車籠埔斷層及大茅埔-雙冬斷層等，其中最接近的為車籠埔斷層。依地震分區，短週期與一秒週期之設計與最大考量水平譜加速度係數如表4-6。

表 4-6 工址水平譜加速度係數表

斷層種類	與基地距離 (Km)	S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M
彰化斷層	8.7	0.85	0.48	1.06	0.62
大甲斷層	>14.0	0.8	0.45	1.00	0.55
鐵砧山斷層	>14.0	0.8	0.45	1.00	0.55
大茅埔-雙冬斷層	11.0	0.83	0.46	1.03	0.59
車籠埔斷層	0.9	0.98	0.61	1.25	0.83
最大值		0.98	0.61	1.25	0.83

其中 S_S^D ：震區短週期設計水平譜加速度係數

S_1^D ：震區一秒週期設計水平譜加速度係數

S_S^M ：震區短週期最大水平譜加速度係數

S_1^M ：震區一秒週期最大水平譜加速度係數

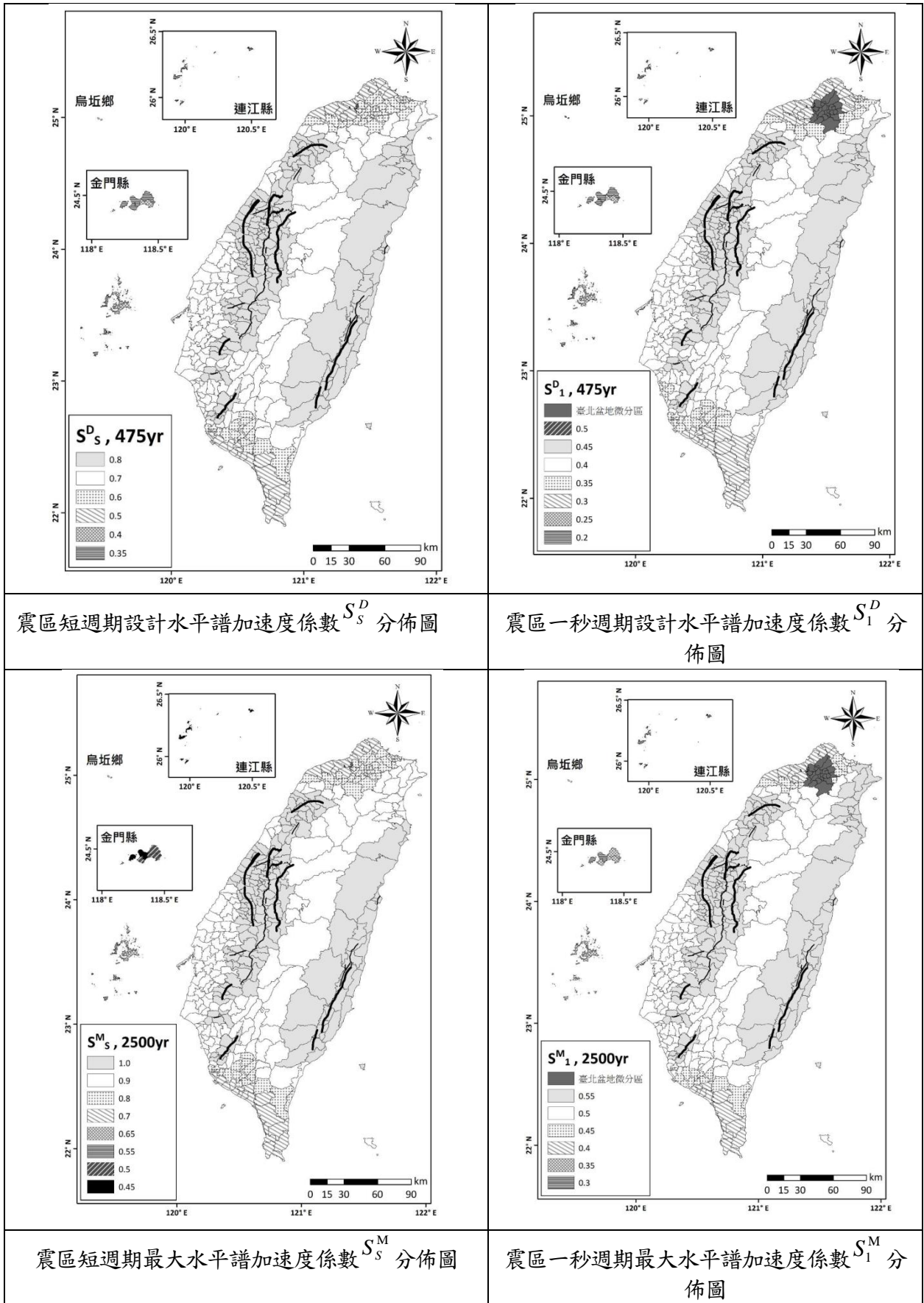


圖 4-6 台灣震區短週期與一秒週期之設計與最大水平譜加速度分布圖

依據 113.3.1 內政部公佈之"建築物耐震設計規範及解說"，應分別檢核中小度地震時(一般工址與近斷層工址之地表加速度為 $0.4 \times S_{DS} \times g / 4.2$)及設計地震時(地表加速度 $0.4 \times S_{DS} \times g$)，原則上僅針對用途係數 $I=1.5$ 之建築物，才須檢核最大考量地震(地表加速度 $0.4 \times S_{MS} \times g$)。

本基地之工址設計水平譜加速度係數 $=0.4 \times S_{DS} \times g = 0.39g$

本基地之水平向地震加速度係數 $k_h = 0.39 / 2 = 0.2g$

本基地之垂直向地震加速度係數 $k_v = 0.2 / 2 = 0.1g$

第五章 室內試驗

5.1 土讓試驗

經由現場鑽探最大孔深 20m 結果，基地地層主要組成為卵礫石夾棕灰色砂土，現場鑽探時因砂土含量較少且卵礫石粒徑大於劈管及薄管口徑，因此無法經由劈管或薄管取得土樣進行土讓室內試驗。

5.2 岩石試驗

經由現場鑽探最大孔深 20m 結果，基地地層主要組成為卵礫石夾少量棕灰色砂土，因此無岩石樣品進行岩石室內試驗。

第六章 大地工程分析與評估

6-1 特殊現象

1. 侵蝕、潛移、崩塌、滑動地區

本基地位在沖積層範圍中，且屬地勢平緩區域，由現場最大鑽探深度20.00m 成果顯示，基地地層主要為未固結地層，地表以下20m為卵礫石層，無固結之岩層出現，所以地範圍內無層理面與節理面等邊坡問題。

2. 下陷地區

地盤下陷的原因很多，下陷量可以從數公尺至數十公尺不等。如在未固結地層，因地下水超抽，而發生下陷或抽取油氣、地下採礦，位於水庫周圍地區，因水庫放水而使地下水面上陷，而引起地盤下陷或石灰岩地區的地下溶洞塌陷；經調查在本基地皆未發現前述不良之因素，故不會發生地盤下陷的現象。

3. 活動斷層

參考地質調查及礦業管理中心「台灣動斷層分布圖(2021)」，本基地鄰近地區活動斷層為車籠埔斷層，已明列於地調所於2021年公告36條台灣活動斷層之列，距離基地約0.9公里，應遵循最新建築物耐震設計規範之規定。

4. 礦坑、礦渣堆、隧道地區

本基地位在沖積層範圍中，不是台灣的產煤地層(木山層、石底層、南莊層)；且基地內無經濟價值之礦產，因此過去無礦業活動，地下開挖之礦坑、地面開採之礦場或廢棄之礦渣堆等在本區均無。另外各式之人為隧道也未在本基地內發現。

6-2 液化潛能分析

1. 初級土壤液化潛勢查詢

本基地位在沖積層範圍中，經查詢地質調查及礦業管理中心-初級土壤液化潛勢查詢系統(2021)，基地範圍屬於土壤液化低潛勢區(圖6-1)。

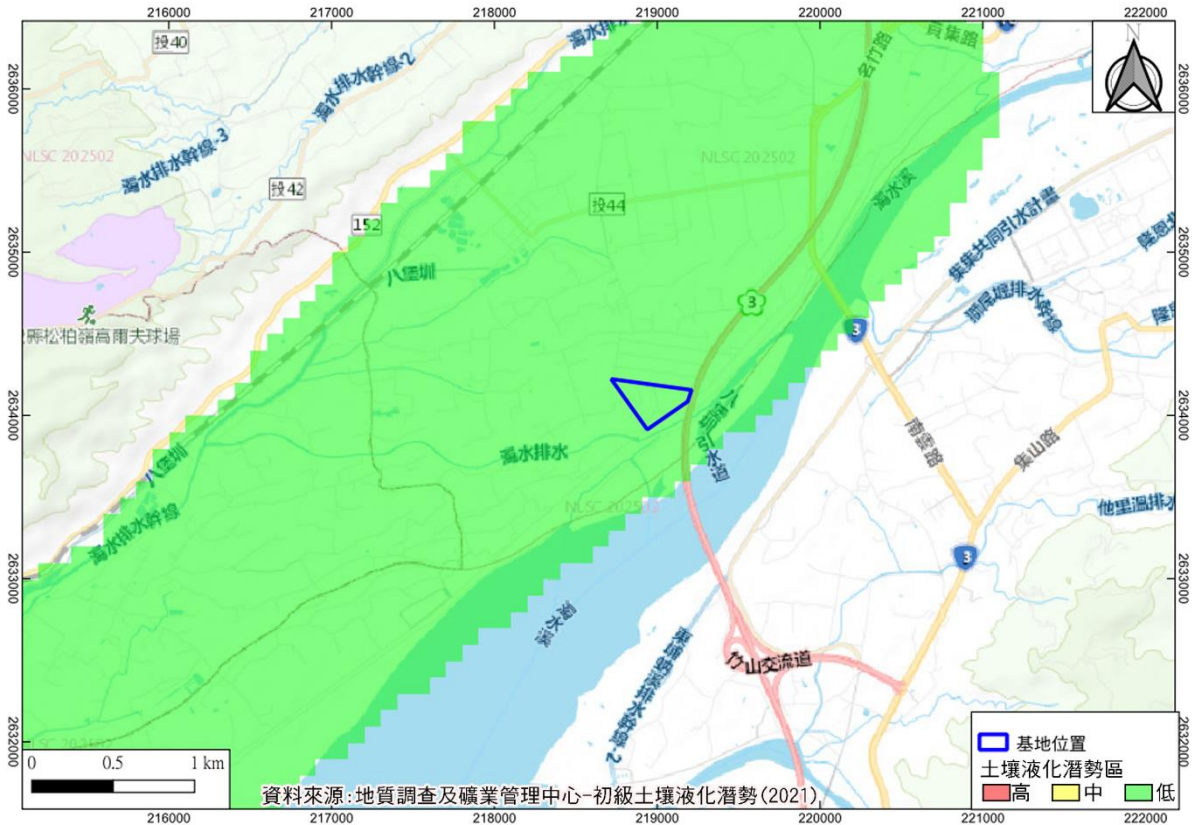


圖 6-1 液化潛能查詢圖

2. 液化潛能分析

土壤液化潛能分析評估可依據內政部公佈之"建築物耐震設計規範及解說"(113年)所建議之分析法進行液化評估與檢核。土層液化與否，由抗液化安全係數 F_L 值決定之。 F_L 值小於1.0 時，即判定該土層為液化土層。 F_L 依下式計算：

$$F_L = CRR / CSR$$

CRR：土層之抗液化剪力強度比。

CSR：地震引致土層之平均反覆剪應力比或尖峰剪應力比。

其中 CRR 與 CSR 之計算方法，可依據下列分析法計算。

HBF 法(2012)

本方法主要係參考Seed et al.(1985)發展簡易評估法之基本架構，利用地震時現地土壤發生液化與非液化之案例資料，用以界定土壤之抗液化強度。發展HBF 評估法時所用之案例資料，除包含世界各國之案例三百多筆資料(Cetin, et.al, 2000)外，更增加國內集集地震之案例三百多筆，迴歸分析時採用雙曲線函數(Hyperbolic Function, HBF)表示土壤之抗液化強度，故為一包含本土集集地震資料所發展出來之液化評估法(黃俊鴻等人，2012)。其分析流程如圖6-2。

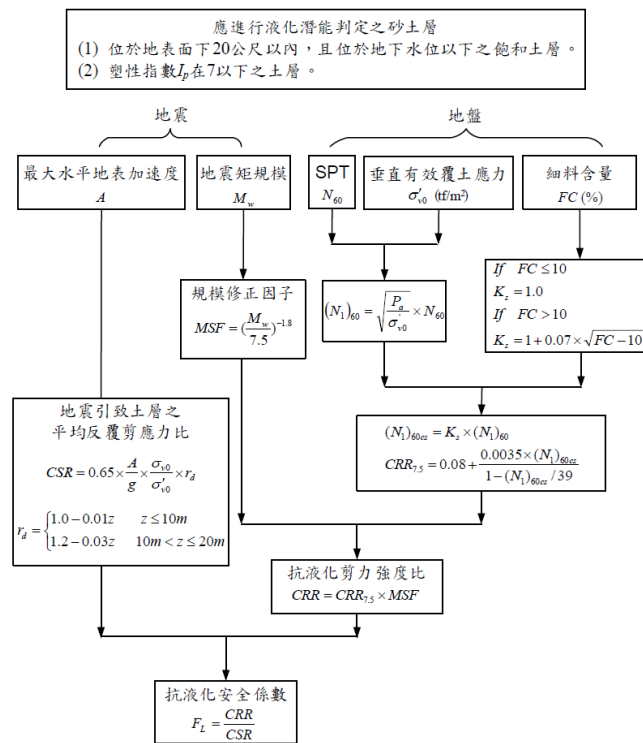


圖 6-2 雙曲線函數(HBF)液化評估法之計算流程

依據建築物耐震設計規範(113年)，建築物工址位於下列二種土層時，應進行地震時之地盤穩定性評估，並據以折減其耐震設計用土壤參數值：

1. 極軟弱土層，在地震時可能導致其土壤強度大幅降低者。
2. 飽和砂土層，在地震時可能產生土壤液化或流動化者。

經現場鑽探結果顯示，深度20m以內均為SPT-N值大於100之卵礫石層組成，研判無液化潛勢。

6-3 基礎支承力及沉陷量分析

淺基礎之設計條件應考慮最小深度、最大容許支承力、最大沉陷量及土工技術。即淺基礎應置於合適之承載層上，以提供足夠之支承力，並使基礎不致發生過大之沉陷、滑動與轉動，且避免受溫度及地層體積變化之影響。

1. 淺基礎支承力分析

一般情況下，基礎承载力之大小與地層分布、土壤抗剪強度、基礎埋置深度、基礎形狀及尺寸、地下水位深度等有關。依據建築技術規則基礎構造設計規範(2023)，建議以下述公式計算基礎承载力：

$$q_{ult} = c \cdot N_c \cdot F_{CS} \cdot F_{Cd} \cdot F_{Ci} + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q \cdot F_{qS} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + 0.5 \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_r \cdot F_{rs} \cdot F_{rd} \cdot F_{ri}$$

$$q_{all} = (q_{ult} - \gamma_2 \cdot D_f) / F.S. + \gamma_2 \cdot D_f$$

上式中：

q_{ult} = 土壤之極限承载力(t/m^2)

q_{all} = 土壤之安全承载力(t/m^2)

c = 基礎版底下之土壤凝聚力(t/m^2)

ϕ = 土壤之內摩擦角(deg.)

γ_1 = 基礎版底以下B深度範圍內土壤平均單位重在地下水位以下，應為其有效單位(t/m^3)

γ_2 = 基礎版底以上之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重(t/m^3)

B = 矩形基腳之短邊長度，如屬圓形基腳則指其直徑(m)

L = 矩形基腳之長邊長度(m)

D_f = 基礎附近之最低地面至基礎版底面之深度，如鄰近有開挖，須考慮其可能之影響(m)

F.S. = 安全係數，建築基礎支承長期載重不得小於3.0；考慮短期性載重如地震、風力及積雪等，容許承载力得予提高百分之五十。

N_c, N_q, N_r = 承载力因素與土壤摩擦角(ϕ)之關係，如表6-1所示。

F_{CS}, F_{qS}, F_{rs} = 形狀影響因素

F_{Cd}, F_{qd}, F_{rd} = 埋設深度影響因素

F_{Ci}, F_{qi}, F_{ri} = 載重傾斜影響因素

表 6-1 支承力因數

ϕ (度)	N_c	N_q	N_γ	N_γ^*
0	5.3	1.0	0.0	0.0
1	5.3	1.1	0.0	0.0
2	5.3	1.1	0.0	0.0
3	5.3	1.2	0.0	0.0
4	5.3	1.3	0.0	0.0
5	5.3	1.4	0.0	0.0
6	5.3	1.5	0.0	0.0
7	5.3	1.6	0.0	0.0
8	5.3	1.7	0.0	0.0
9	5.3	1.8	0.0	0.0
10	5.3	1.9	0.0	0.0
11	5.5	2.1	0.0	0.0
12	5.8	2.2	0.0	0.0
13	6.0	2.4	0.0	0.0
14	6.2	2.5	1.1	0.9
15	6.5	2.7	1.2	1.1
16	6.7	2.9	1.3	1.4
17	7.0	3.1	1.5	1.7
18	7.3	3.4	1.6	2.0
19	7.6	3.6	1.8	2.4
20	7.9	3.9	2.0	2.9
21	8.2	4.2	2.2	3.4
22	8.6	4.5	2.4	4.1
23	9.0	4.8	2.7	4.8
24	9.4	5.2	3.0	5.7
25	9.9	5.6	3.3	6.8
26	10.4	6.0	3.6	8.0
27	10.9	6.5	4.0	9.6
28	11.4	7.1	4.4	11.2
29	13.2	8.3	5.4	13.5
30	15.3	9.8	6.6	15.7
31	17.9	11.7	8.4	18.9
32	20.9	14.1	10.6	22.0
33	24.7	17.0	13.7	25.6
34	29.3	20.8	17.8	31.1
35	35.1	25.5	23.2	37.8
36	42.2	31.6	30.5	44.4
37	51.2	39.6	41.4	54.2
38	62.5	49.8	57.6	64.0
39	77.0	63.4	80.0	78.8
40以上	95.7	81.2	114.0	93.6

註： N_γ^* 為偏心載重基礎使用

表 6-2 各項影響因素之計算式

提供支承力項目		凝聚力(c)	超 載(q)	土重(Y)
考慮影響項目	形狀影響因素(s)			
	$\phi = 0$ 法	$F_{cs} = 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \leq 1.2$	$F_{qs} = 1.0$	$F_{rs} = 1.0$
	$(\phi \geq 10^\circ)$	$F_{cs} = 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$	$F_{qs} = 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$	$F_{rs} = 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$
埋置深度影響因素(d)	$\phi = 0$ 法	$F_{cd} = 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \leq 1.5$	$F_{qd} = 1.0$	$F_{rd} = 1.0$
	$(\phi \geq 10^\circ)$	$F_{cd} = 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$	$F_{qd} = 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$	$F_{rd} = 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$
載重傾斜影響因素(i)	$(\beta \geq \phi)$	$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$	$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$	$F_{ri} = 0$
	$(\beta < \phi)$			$F_{ri} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$

註：當 $\phi < 10^\circ$ 時使用 $\phi = 0$ 法，此時形狀與埋置深度影響因素均有上限值。

(Modified from Meyerhof, 1963)

基礎土壤所承受之荷重主要來自回填覆土、上部結構載重及交通活載重等，建議於各鑽孔地層分布情況、地下水位深度、基礎尺寸與基礎埋設深度等條件，採用上述分析公式推估淺基礎之容許支承力。

2. 淺基礎沉陷量分析

建築物基礎之沉陷現象係因基礎以下之地層受建築物載重、地下水位變化、地下空穴或環境變化等影響所致。一般狀況下，基礎承受建築物載重所致之沉陷量，得依本節規定計算之，至於其他因素所造成之沉陷，應依基地條件適度考量之。基礎下方之土壤受到環境因素改變時，可能產生壓縮或顆粒移動現象而使基礎產生沉陷，沉陷量過大者將影響建築物之使用機能與美觀，甚至產生結構損壞，於基礎設計時應特別考量沉陷之問題，尤其對位於軟弱地盤上之基礎。

基礎載重所引致之沉陷量包含瞬時沉陷、壓密沉陷及次壓縮沉陷，以及塑性流潛移等造成之沉陷。砂性土壤以瞬時沉陷為主，黏性土壤則以壓密沉陷及次壓縮沉陷量為主，特殊軟弱土壤如極軟弱黏土、腐植土及有機土等應另

加考慮塑性流及潛移導致之沉陷。

通常討論基礎沉陷時都考慮土層的彈性變形及壓密現象所造成的總壓縮量，亦即考慮瞬時沉陷及壓密沉陷之總沉陷量。瞬時沉陷於各種土層都可能發生，其發生之延時極為短暫，可能於施工完成前，即已達到其全部沉陷量；而壓密沉陷係僅發生於黏土層，其完成壓密之時間則與黏土層厚度及土壤透水性有關，可能長達數年。

基礎之瞬時沉陷計算，可採用 JANBU 建議之公式：

$$S_i = u_o \times u_1 \times q \times H / E_s$$

式中 S_i = 基礎瞬時沉陷量，cm

q = 基礎之接觸壓力， t/m^2

u_o, u_1 = 影響因素，與基礎形式，深度及土層厚度有關

H = 基礎寬度，cm

E_s = 土層之平均靜態彈性係數， t/m^2

另砂土層之瞬時沉陷計算，可採用 MEYERHOF 建議之公式：

$$S_i = 1.9 \times q / N \dots \dots \dots \text{for } B < 1.25m$$

$$S_i = 2.84 \times (q / N) \times [B / (B + 0.33)]^2 \dots \dots \text{for } B > 1.25m$$

$$S_i = 2.84 \times q / N \dots \dots \dots \text{for large rafts}$$

式中 S_i = 基礎瞬時沉陷量，cm

q = 基礎之接觸壓力， t/m^2

B = 基礎寬度，cm

N = 基礎底下地層之平均標準貫入試驗 N 值

基礎壓密沉陷估計，係根據 TERZAGHI 壓密理論按下列公式推算：

若 $P'_o + \Delta P < P_c$

$$S_c = [C_r / (1 + e_o)] \times H \times \text{Log}[(P'_o + \Delta P) / P'_o]$$

若 $P'_o + \Delta P \geq P_c$

$$S_c = [C_r / (1 + e_o)] \times H \times \text{Log}(P_c / P'_o) + [C_c / (1 + e_o)] \times H \times \text{Log}[(P'_o + \Delta P) / P_c]$$

式中 S_c, S_c' = 基礎之壓密沉陷量，cm

C_r = 土壤之再壓縮指數

C_c = 土壤之壓縮指數

e_0, e_0' = 土壤於各壓密階段之最初孔隙比

H = 壓縮土層厚度，cm

P'_0 = 土層之有效覆土重， t/m^2

ΔP = 土層增加之淨應力， t/m^2

P_c = 土層之預壓密壓力， t/m^2

由現場鑽探成果顯示，本基地下方主要為堆積緊密之卵礫石層，無高壓縮性黏性或軟弱土層，沉陷量應以彈性(瞬時)沉陷為主，可忽略次壓縮或壓密沉陷之影響。

6-4 深基礎承载力分析及建議

基礎型式之選擇因素諸如：

- 1.地層狀況與地下水位。
- 2.設計載重需求。
- 3.施工工法及機具能力。
- 4.現地地有效施工空間。
- 5.對周邊環境的衝擊影響。
- 6.原有結構之銜接及影響。
- 7.河川水文變化均應併入考慮。

考慮地層狀況，本基地地層主要為卵礫石層，原則上基礎可選擇置於卵礫石層。若有需求，建議可採用深基礎將荷重傳到地下深層。

6-5 開挖與擋土措施建議

結構體之基礎開挖，需選擇適當的擋土措施及妥善的基礎開挖方式，以防止因開挖造成鄰近結構物損壞。一般基礎開挖與擋土措施選擇考慮下

列因素：

- 1.土層及地下水位分布狀況。
- 2.建物的配置及開挖規模(開挖深度與開挖面積)。
- 3.擋土結構之材料性質及其水密性。
- 4.擋土結構施工之可行性、安全性與經濟性。
- 5.擋土結構施工對基地周圍幻境之影響。
- 6.開挖作業時擋土設施側位移對周圍幻境與建築物可能造成之沉陷破壞問題。

本基地範圍以卵礫石層為主，建築構造物臨時開挖擋土措施，地下水位以上建議採用主樁橫板條輔以內支撐系統為主，若深度達地下水位以下須配合抽水作業；另外，若周圍腹地允許，亦可採用斜坡明挖工法。

6-6 邊坡穩定分析及護坡穩定措施建議

基地範圍地勢平坦，地層主要由卵礫石層所組成，依據地形顯示本區並未有邊坡滑動之災害。

第七章 結論及建議

一、地層及工程性質

- 1.地層：本基地位在沖積層範圍中。
- 2.斷層構造：本基地鄰近地區之地質構造為車籠埔斷層。
- 3.基地地層：

地表至最大鑽孔深度(20m)間為卵礫石層。

單位:m

孔號	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4
鑽探深度	10.0	10.0	10.0	20.0
卵礫石層	0.0~10.0	0.0~10.0	0.0~10.0	0.0~20.0

4.地下水位：

鑽孔完成後埋設水位觀測井，於114年6月20日量測結果顯示，BH1~BH-3於10m(鑽堡施作)內之未達地下水；BH-4為傳統鑽機施作，鑽探過程為保護孔壁而做灌漿處理，地下水位較不準確，因此於鑽探過後2星期(7月4日)再行觀測，地下水位為地表下9.2m。在考量季節及暴雨因素，建議常時地下水位採地表下8.0m，暴雨時之高水位為地表下5.0m。惟地下水位常因極端氣候及周圍環境因素影響，建議施工前於基地附近埋設自記式水位井，長期觀測近期地下水位變化，並根據觀測結果，修正設計地下水位深度。

5.簡化地層力學參數建議表：

分類	平均深度 (m)	保守平均 N 值	γ_t (t/m ³)	C (t/m ²)	ϕ (度)
卵礫石層	0.0~20.0	>100	2.10	0.0	35

二、工程地質評估與分析

1.活動斷層

參考地質調查及礦業管理中心「台灣動斷層分布圖(2021)」，本基地鄰近地區活動斷層為車籠埔斷層，已明列於地調所於2021年公告36條台灣活動斷層之列，距離基地約0.9公里，應遵循最新建築物耐震設計規範之規定。

2.液化潛能

本基地位在沖積層範圍中，經查詢地質調查及礦業管理中心-初級土壤液化潛勢查詢系統(2021)，基地範圍屬於土壤液化低潛勢區；由基地內鑽探結果顯示，地表以下20m為緊密堆積之卵礫石層，因此無土壤液化之虞。

附錄A 地質鑽探柱狀圖



鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：南投縣垃圾處理再生能源中心地質鑽探

地點：南投縣名間鄉

日期：1140620~1140620

鑽孔編號：BH-1

鑽孔標高：144.50 M 地下水位：

專業技師：朱英茂

輸入人員：朱英茂

深度：10.16 M

坐標系統：TW97

坐標 N：2634216.00 坐標 E：218728.00

鑽探公司：棣品工程有限公司

深度 (m)	鑽孔方法	取樣記錄	鑽孔水位	標準貫入	地質圖元	岩石或土壤性質描述	RQD			RQD(%)	顏色
							25	50	75		
0	衝擊法					卵礫石夾棕灰色砂及粉土， 0.0~0.9m礫石含量較少。					棕灰
				30+100/14							
2				100/11							
4				100/9							
6				100/9							
8				100/12							
10				36+100/11							
				100/11				10.16 M			
12											
14											
16											
18											
20											



鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：南投縣垃圾處理再生能源中心地質鑽探

地點：南投縣名間鄉

日期：1140620~1140620

鑽孔編號：BH-2

鑽孔標高：147.00 M 地下水位：

專業技師：朱英茂

輸入人員：朱英茂

深度：10.18 M

坐標系統：TW97

坐標 N：2634182.00 坐標 E：218966.00

鑽探公司：棣品工程有限公司

深度 (m)	鑽孔方法	取樣記錄	鑽孔水位	標準貫入	地質圖元	岩石或土壤性質描述	RQD			RQD(%)	顏色
							25	50	75		
0	衝擊法					卵礫石夾棕灰色砂及粉土， 0.0~0.8m礫石含量較少。					棕灰
				33+100/13							
2				100/13							
4				100/10							
6				100/11							
8				100/9							
10				36+100/12							
				100/13				10.18 M			
12											
14											
16											
18											
20											



鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：南投縣垃圾處理再生能源中心地質鑽探

地點：南投縣名間鄉

日期：1140620~1140620

鑽孔編號：BH-3

鑽孔標高：147.50 M 地下水位：

專業技師：朱英茂

輸入人員：朱英茂

深度：10.19 M

坐標系統：TW97

坐標 N：2634074.00 坐標 E：219103.00

鑽探公司：棣品工程有限公司

深度 (m)	鑽孔方法	取樣記錄	鑽孔水位	標準貫入	地質圖元	岩石或土壤性質描述	RQD			RQD(%)	顏色				
							25	50	75						
0	衝擊法					卵礫石夾棕灰色砂及粉土， 0.0~2.0m礫石含量較少。					棕灰				
1.4		14+29+100/14													
2.8		31+100/13													
4.2		100/11													
5.6		100/11													
7.0		100/12													
8.4		100/13													
9.8		100/14													
10.19									10.19 M						
12															
14															
16															
18															
20															



鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：南投縣垃圾處理再生能源中心地質鑽探

地點：南投縣名間鄉

日期：1140514~1140615

鑽孔編號：BH-4 鑽孔標高：145.50 M 地下水位：9.20 M 專業技師：朱英茂 輸入人員：朱英茂

深度：20.00 M 坐標系統：TW97 坐標 N：2633956.00 坐標 E：218917.00 鑽探公司：棣品工程有限公司

深度 (m)	鑽孔方法	取樣記錄	鑽孔水位	標準貫入	地質圖元	岩石或土壤性質描述	RQD			顏色
							25	50	75	
0	旋轉鑽法					卵礫石夾棕灰色砂及粉土， 0.0~0.6m礫石含量較少。				棕灰
18+100/9										
100/9										
100/8										
100/10										
100/5										
100/11										
▽ 114/07/04										
100/14										
100/13										
100/7										
100/9										
100/7										
100/12										
100/11										
20 M										

附錄B 施工照片



BH-1施工前



BH-2施工前



BH-1施工中



BH-2施工中



BH-1施工後



BH-2施工後



BH-3施工前



BH-4施工前



BH-3施工中



BH-4施工中



BH-3施工後



BH-4施工後