

台中市東區花園段四段 1 等 6 筆地號
工程地質鑽探調查報告書

天立探勘顧問有限公司

統一編號：52796227

2020 · 09 · 18

臺中市建造執照（含變更設計）專業工程部分專業技師辦理簽證案件

地基調查報告 自主檢查表

工程名稱(位置)：東區花園段四小段1地號等6筆

簽證技師(建築師)姓名：黃伯舜 技師(建築師)類別：大地工程技師

事務所(公司)名稱：永利工程顧問有限公司 地址：南投縣南投市大同街166號2樓

項次	檢查項目	檢查結果			備註
		應附	免附	頁次	
紀實	基地與建築工程之概述 (應包含建築用途、地上及地下樓層數)	V		第 1.1 節(p1-1)	
	基地是否有土地位於地質敏感區? ☐ 否 ☒ 是(☐ 活動斷層 ☐ 山崩與地滑 ☒ 地下水補注)		V		
	基地是否有土地位於液化潛勢區? ☐ 否 ☒ 是(☒ 低潛勢 ☐ 中潛勢 ☐ 高潛勢)		V		
	鑽探調查點檢核：				
	2.1 調查點數是否符合規定? ☐ 否 ☒ 是(調查點數：總共 9 孔) (基地面積每六百平方公尺或建築物基礎所涵蓋面積每三百平方公尺者，應設一調查點。)	V		第 1.2 節(p1-2)	
	2.2 調查點深度是否符合規定? ☐ 否 ☒ 是 (基礎型式： ☐ 淺基礎 ☒ 筏式基礎 ☐ 樁基礎 ☐ 其它基礎)(可複選) (基礎預定開挖深度：12.00 公尺) (調查點最深深度：21.00 公尺) ..(達可確認之承載地層深度：1.10 公尺)	V		第 1.2 節(p1-2)	基礎型式與預定開挖深度應與申請建築圖說相符。
	2.3 鑽探調查點之位置、高程及柱狀圖	V		位置/高程： 表 1-1(p1-3) 圖 1-1(p1-4) 柱狀圖：附錄(A)	
	3. 基地地下水位調查情形? (位於液化中高潛勢區，應說明短期及長期地下水位)	V		第 3.1 節(p3-7)	
	4. 現地試驗及室內試驗結果 (現地試驗及室內試驗項目及成果應足夠供基礎設計及施工各階段分析、計算所需。)	V		第 3.1 節(p3-1) 柱狀圖：附錄(A)	
	5. 基地地質平面圖及剖面圖 (地質平面圖應包括比例尺、指北、圖例、地表覆蓋層之材料類別及分佈、剖面線位置；地質剖面圖應與鑽探柱狀圖地層紀錄相符合，並應有高程標示。)	V		基地地質圖： 圖 1-1(p1-4) 鑽孔地質剖面圖：圖 3-1(p3-2)	
分析	6. 地層分類及描述 (是否與基地地質平面圖、剖面圖相符)	V		第 3.1 節(p3-1)	
	7. 現場調查照片(鑽探施工照片或地層取樣照片)	V		附錄(B)	
	8. 是否具有潛在地質不利因素並提出因應對策 (基地是否鄰近活動斷層、山坡地、廢土堆、地質結構不良、地層破碎或順向坡有滑動、河岸或向源侵蝕、洪患、斷崖、海埔新生地者情形應詳加說明並提出因應對策)	V		第 8 章第 1~5 點(p8-1)	

9.	簡化之地層剖面及承載層	V		表 3-2(p3-8)	
10.	建議之地層大地工程參數	V		表 3-2(p3-8)	
11.	建議之基礎型式及設計準則 (至少應包括建議之基礎型式與基礎深度、支承力計算成果、對鄰地與建築物之影響。) (基地是否位於軟弱土層？ ☒ 否 ☐ 是 是否檢附建築物最大沉陷量、差異沉陷量，及對建築物之影響 ☐ 否 ☒ 是)	V		第 5.1~5.4 節 (p5-1~5-11)	
12.	基礎開挖、擋土及支撐方式及施工建議 (開挖深度與建照圖說是否差異過大？ ☒ 否 ☐ 是) (屬深開挖者： ☐ 否 ☒ 是 是否檢附開挖擋土穩定性分析？ ☐ 否 ☒ 是 是否說明基礎施工安全監測項目？ ☐ 否 ☒ 是)	V		第 6.1~6.5 節 (p6-1~6-11) 第 7 章 (p7-1~7-9)	
13.	建築物位於砂土層有液化之虞者，應辦理基地地層之液化潛能分析。 (屬中、高潛勢區是否具液化潛能分析？ ☒ 否 ☐ 是) (是否提出因應對策？ ☒ 否 ☐ 是)		V	第 4.4 節(p4-5) (本基地無液化潛能疑慮)	

說明：請於檢查結果欄位勾選檢附情形，本表填寫完成後，併同地基調查報告送審。

工程地質鑽探調查報告書

台中市東區花園段四段 1 等 6 筆地號新建工程

目錄

第 1 章、緒 論.....	1-1
1.1 基地位置.....	1-1
1.2 現地調查綱要.....	1-1
1.3 調查工作內容.....	1-5
第 2 章、基地基本資料.....	2-1
2.1 區域地質說明.....	2-1
2.2 場址活動斷層及地震分析.....	2-3
2.2.1 活動斷層定義.....	2-3
2.2.2 場址活動斷層分布.....	2-4
2.2.3 基地地盤分類.....	2-11
2.2.4 地震概況分析.....	2-13
第 3 章、場址地質調查及試驗.....	2-13
3.1 場址工程地質說明.....	3-1
3.2 現場檢測及觀測工作.....	3-2
3.3 試驗室室內試驗工作.....	3-3
3.4 地下水位概況.....	3-7
3.5 地層參數建議值.....	3-7
第 4 章、液化潛能分析.....	4-1
4.1 相對厚度.....	4-1
4.2 液化潛能指數.....	4-1
4.3 建築物耐震設計規範(100).....	4-3
4.4 本基地液化潛能分析.....	4-5
第 5 章、基礎形式建議及分析.....	5-1
5.1 鑽探調查基礎地層概況.....	5-1
5.2 基礎形式建議.....	5-1
5.3 基礎承载力分析.....	5-3
5.3.1 基礎承载力.....	5-3
5.4 基礎沉陷量及回漲量推估.....	5-7
5.4.1 基礎回漲量.....	5-7
5.4.2 基礎沉陷量.....	5-7
5.5 地盤垂直及反力係數推估.....	5-12
5.5.1 地盤垂直反力係數 K_v	5-12
5.5.2 地盤水平反力係數 K_h	5-15

第 6 章 、 開挖擋土工程分析建議	6-1
6.1 開挖面穩定性檢討.....	6-1
6.2 擋土結構形式建議.....	6-6
6.3 側向土壓力設計.....	6-8
6.4 支撐工法形式建議.....	6-11
6.5 排水計畫建議.....	6-11
第 7 章 、 施工安全建議	7-1
7.1 開挖監測系統示意.....	7-1
7.2 鄰接建築物保護之建議.....	7-6
7.3 開挖時施工管理應注意事項.....	7-8
7.3.1 開挖前.....	7-8
7.3.2 開挖中.....	7-8
7.3.3 開挖後.....	7-9
第 8 章 、 結論及綜合建議	8-1

附錄 (A) 鑽孔柱狀圖及一般物理性質試驗結果表

附錄 (B) 施工照片

第1章、緒論

本案由業主所委託進行台中市東區花園段四段 1 等 6 筆地號(活動中心、地下停車場新建工程)之工程地質鑽探調查工作。本案為興建地上 1 層、地下 3 層之建物，開挖深度約為 GL：- 12.00m。

工程於設計初期，有必要針對基地工程地質狀況進行調查，故業主委託本公司進行地質鑽探工作。本公司於接獲委託後，即派遣專業能力及經驗豐富之工程團隊進場執行鑽探及地質調查，同時，將現場取得之土樣攜回並進行相關室內試驗，最後，再依據現場鑽探、地質調查及試驗室土壤試驗成果，進行基礎工程等評估、建議及分析工作，並提出本報告書，以供設計單位作為本案基礎工程及開挖擋土工法等初步設計分析之參考依據。

1.1 基地位置

本基地位於台中市東區立德街、信義街、大勇街、立德街 67 巷口，地段屬台中市東區花園段四段 1 等 6 筆地號。基地臨立德街、信義街、大勇街、立德街 67 巷，現況為停車場，週邊為空地與鄰屋(地上 1~3 層建物)。本基地預定興建地上 1 層、地下 3 層之建物。

1.2 現地調查綱要

依據建築技術規則建築構造篇第 65 條，地基調查計畫之地下探勘調查點之數量、位置及深度，應依據既有資料之可用性、地層之複雜性、建築物之種類、規模及重要性訂定之。其調查點數應依下列規定：

1. 基地面積每 600m^2 或建築物基礎所涵蓋面積每 300m^2 者，應設一調查點。但基地面積超過 6000m^2 及建築物基礎所涵蓋面積超過 3000m^2 之部分，得視基地地形、地層複雜性及建築物結構設計需求，來決定其調查點數。

2. 同一基地之調查點數不得少於 2 點，當 2 處探查結果明顯差異時，應視需要增設調查點。調查深度至少應達到可據以確認基地之地層狀況，以符合基礎構造設計規範所定有關基礎設計及施工所需要之深度。同一基地調查點，至少應有半數且不得少於二處，其調查深度應符合前項規定。

為求全面掌握基地地質現況，以利基礎工程工法之選定及設計，並依據本工程初步規劃之工程規模及配置，配合基地內預定建築物位置選定鑽孔位置。本基地面積為 5170m^2 ，故本調查工程鑽孔數依規定共鑽取 9 孔(以基地面積為基準 $5170/600=8.6$ ，本基地應鑽取 9 孔)。

另外，依據「建築物基礎構造設計篇」第 3.2.3 節第 3 點：調查深度至少應達到可據以確認基地之地層狀況、基礎設計與施工安全所需要之深度。一般情況下，可採下列原則：

1. 淺基礎基腳之調查深度應達基腳底面以下至少四倍基腳寬度之深度，或達可確認之承載層深度。
2. 樁基礎之調查深度應達樁基礎底面以下至少四倍基樁直徑之深度，或達可確認之承載層深度。
3. 沉箱基礎之調查深度應達沉箱基礎底面以下至少三倍沉箱直徑或寬度之深度，或達可確認之承載層深度。
4. 對於浮筏基礎或其他各類基礎座落於可能發生壓密沉陷之軟弱地層上時，調查深度至少應達因建築物載重所產生之垂直應力增量小於百分之十之地層有效覆土壓力值之深度，或達低壓縮性之堅實地層。
5. 對於深開挖工程，調查深度應視地層性質、軟硬程度及地下水文條件而定，至少應達 1.5~2.5 倍開挖深度範圍，或達可確認之承載層或不透水層深度。

本基地為興建地上 1 層、地下 3 層之建物，開挖深度為 GL：- 12.00m。依據上述規範，因此，鑽孔深度至少應達 $12.00 \times 1.5 = 18.00\text{m}$ 。本基地逾半數鑽孔(法定 9 孔之 5 孔)之鑽孔深度超過上述標準，且已達可確認之承載層(SPT-N>100 之卵礫石層)，故符合法規要求。本案實際鑽孔進尺數請參表 1-1。基地及相關鑽孔

位置如圖 1-1 所示。

表 1-1 工作項目統計

項目	座標及高程			一般土層 鑽探	卵礫石層 鑽探 N>100	總深度	標準貫 入試驗	土壤一 般物理 試驗	地下水位 觀測井埋 設及觀測
	TWD97		EL						
	X	Y							
孔號	m	m	m	m	m	m	組	組	孔
BH-1	218204.367	2669875.479	71.40	2.2	18.8	21.0	14	1	1
BH-2	218226.593	2669885.238	71.41	1.9	13.1	15.0	10	1	1
BH-3	218199.383	2669858.778	71.41	2.2	18.8	21.0	14	1	1
BH-4	218219.766	2669867.228	71.39	1.4	13.6	15.0	10	0	1
BH-5	218244.268	2669878.385	71.40	1.9	19.1	21.0	14	1	1
BH-6	218267.473	2669887.492	71.40	2.2	12.8	15.0	10	1	1
BH-7	218217.165	2669845.884	71.42	1.4	19.6	21.0	14	0	1
BH-8	218239.065	2669854.333	71.41	1.1	13.9	15.0	10	0	1
BH-9	218264.068	2669865.817	71.40	2.6	18.4	21.0	14	1	1
總和	-	-	-	16.9	148.1	165.0	110	6	9

1.3 調查工作內容

本地質鑽探調查案之主要工作內容為辦理工程地質鑽探、現場調查、試驗及試驗室內試驗，並為配合本工程需求，進行相關基礎工程分析及開挖方式建議等，工作內容如下。

1. 現地工程地質鑽探調查

- (1)鑽探、取樣及現地試驗。
- (2)區域地質、斷層帶位置研判。
- (3)地下水位觀測。
- (4)試驗室室內物理試驗。
- (5)活動斷層及法規要求之地震力評估
- (6)土壤液化潛能分析

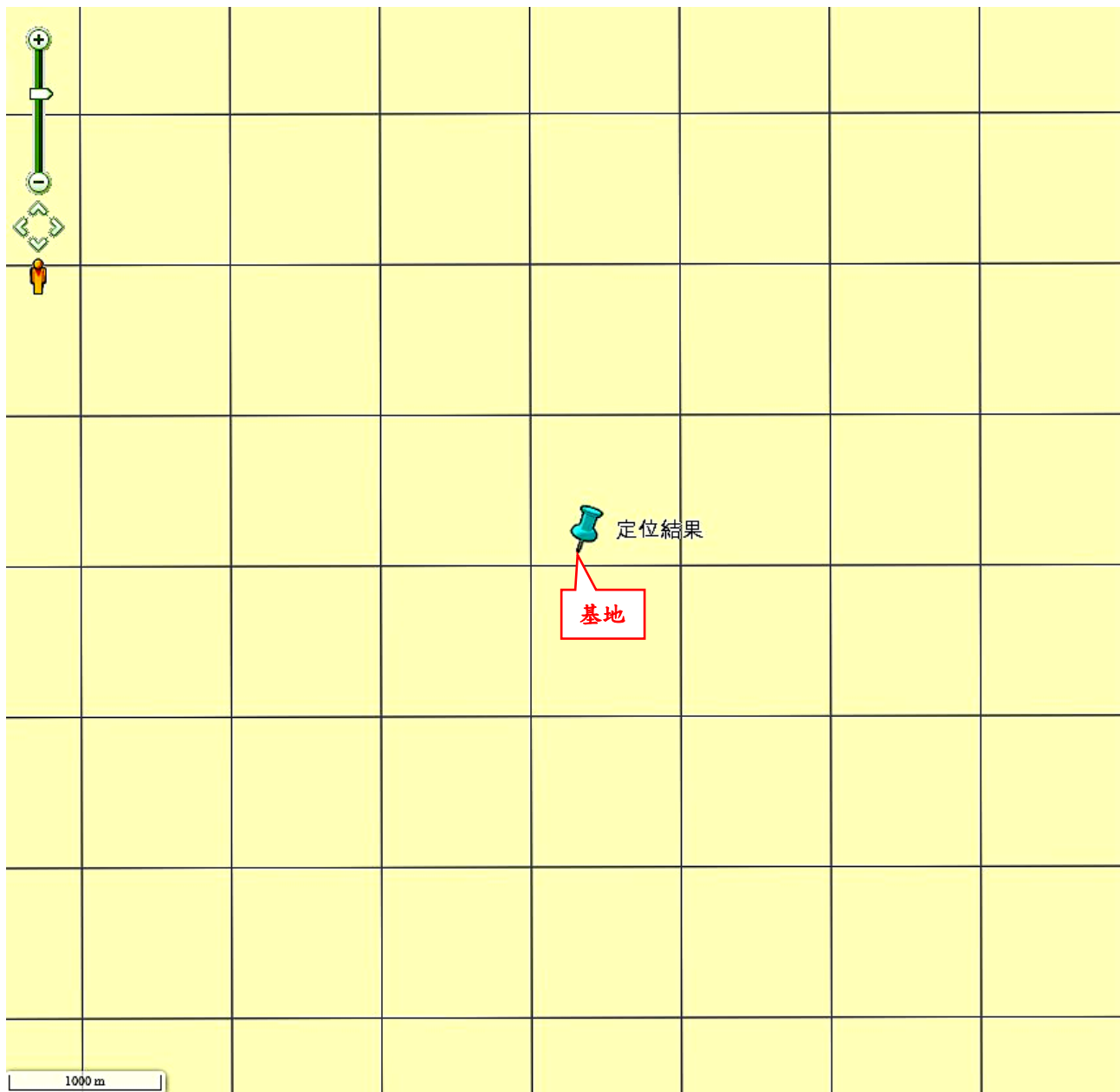
2. 基礎及開挖工法分析及建議

- (1)設計用基礎層及土壤工程性質建議參數
- (2)地盤反力係數推估
- (3)基礎形式選擇建議
- (4)基礎承載力及沈陷
- (5)開挖穩定性分析
- (6)開挖及擋土結構形式建議
- (7)排水計畫建議
- (8)開挖、監測系統及施工安全建議及參考

第2章 、 基地基本資料

2.1 區域地質說明

依據中央地質調查所公告資訊，本基地位屬之區域地質為沖積層。本地層分布在現生河流的河床、臺中盆地、大肚山-八卦山丘陵西側的沖積平原，主要為現代沖積層。根據數口鑽井資料顯示臺中盆地的沈積物以砂礫為主，偶爾夾有厚薄不一的泥層，地表有一層厚 1~3m 的表土，蓋在十公尺至數十公尺厚而普遍分布的砂質礫石層之上。由地形等高線呈現扇狀分布可知，盆地的沈積物實由數個山麓沖積扇所充填；如以現今位於豐原地區的古大甲溪沖積扇為例，其沈積物於臺中盆地內是由北北東往南南西的方向搬運，即順著等高線的地形坡度，因此，靠近扇頂及麓山帶邊緣的地區沈積較厚的礫石層，愈往沖積扇扇緣則礫石層愈薄，如位於主河道附近，則礫石層亦會厚些。本基地之區域地質圖如圖 2-1 所示。



沖積層(6020) 全新世

圖 2-1 區域地質圖(摘自中央地質調查所)

2.2 場址活動斷層及地震分析

2.2.1 活動斷層定義

活動斷層的定義，各國學者或官方機構雖無一致性結論，但至少都包含一個近期錯動的時間基準，並強調未來再現或再活動的可能性。各國或單一學者在討論活動斷層時，常有不同期間的時間基準，從「數百年以來」、「全新世以來」、或「第四紀以來」皆有，大體上皆是依據使用者的運用目的及所規範的對象而定。目前，一般工程上常用之活動斷層定義採用經濟部中央地質調查所之規定如下：

1. 第一類活動斷層

- (1)全新世(距今 10,000 年內)以來曾經發生錯移之斷層。
- (2)錯移(或潛移)現代結構物之斷層。
- (3)與地震相伴發生之斷層(地震斷層)。
- (4)錯移現代沖積層之斷層。
- (5)地形監測證實具潛移活動性之斷層。

2. 第二類活動斷層

- (1)更新世晚期(距今約 100,000 年內)以來曾經發生錯移之斷層。
- (2)錯移階地堆積物或台地堆積層之斷層。

3. 存疑性活動斷層：有可能為活動斷層之斷層，包括對斷層的存在性、活動時代及再活動存疑者。

- (1)將第四紀岩層錯移之斷層。
- (2)將紅土緩起伏面錯移之斷層。
- (3)地形呈現活動斷層特徵，但缺乏地質資料佐證者。

2.2.2 場址活動斷層分布

台灣地區的地震地體構造區分圖及各分區的歷史最大地震，詳如圖 2-2(a)~(b) 所示。

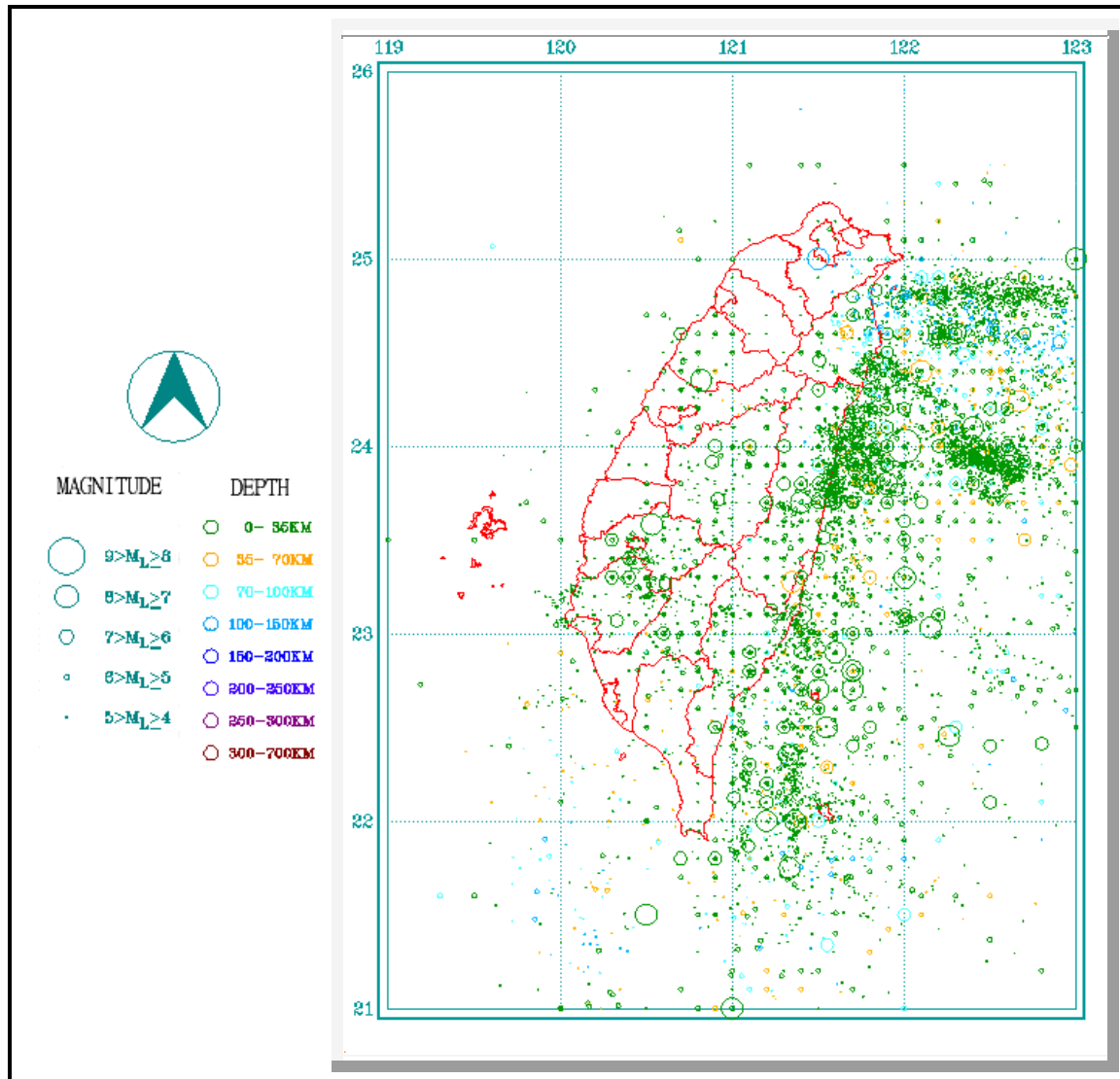


圖 2-2(a) 台灣地區震源分布圖

(資料來源：國立中央大學防災科技研究室)

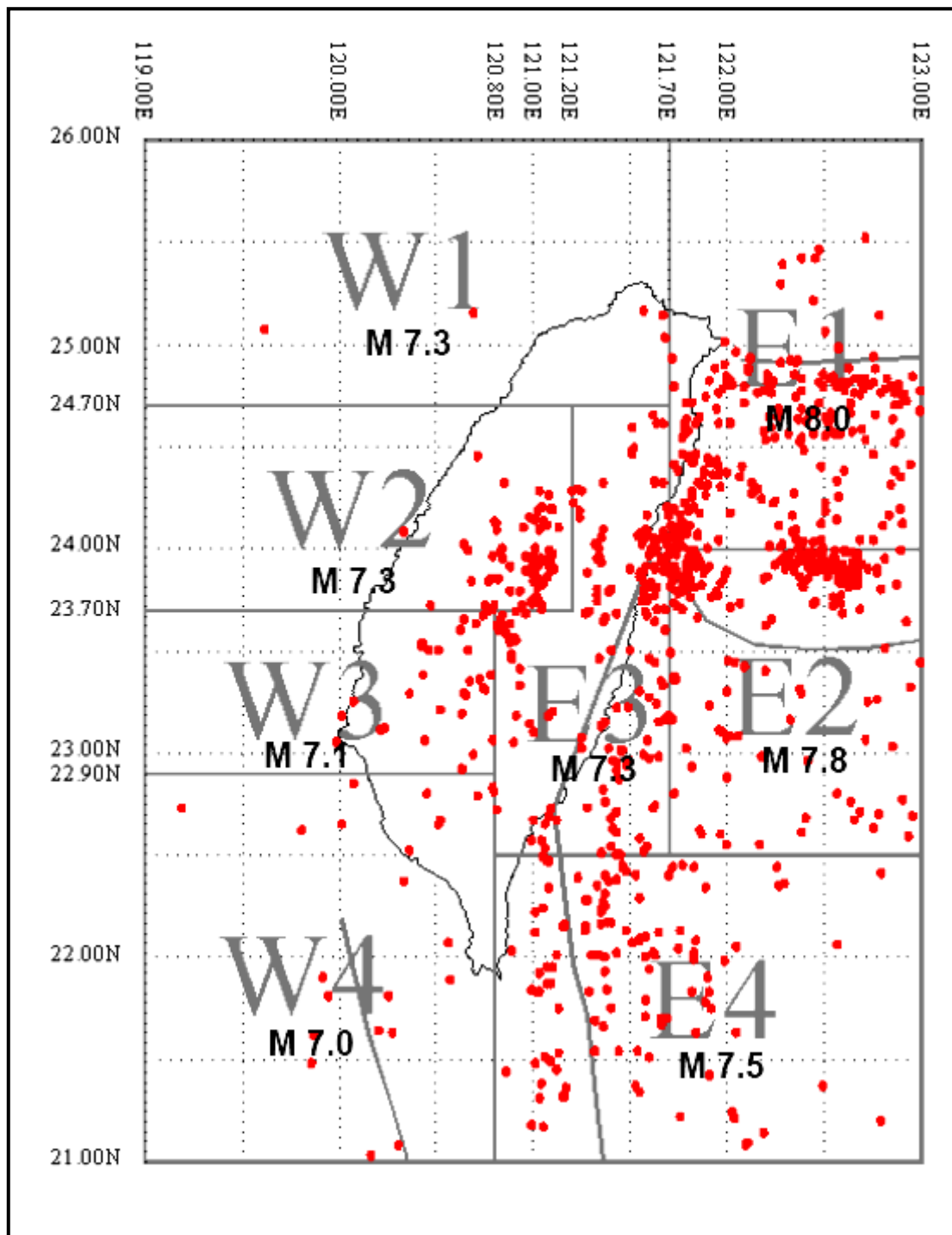


圖 2-2(b) 台灣地區地震地體構造區分圖

根據中央地調所 2012 年版的台灣活斷層分布圖(圖 2-2(c))，台灣全島共有 33 條活動斷層。北部 4 條斷層，中部 8 條斷層，西南部 9 條斷層，南部 4 條斷層，東部 8 條斷層。其中活動斷層屬於第一類的有 20 條，第二類 13 條，另列出存疑性 4 條。

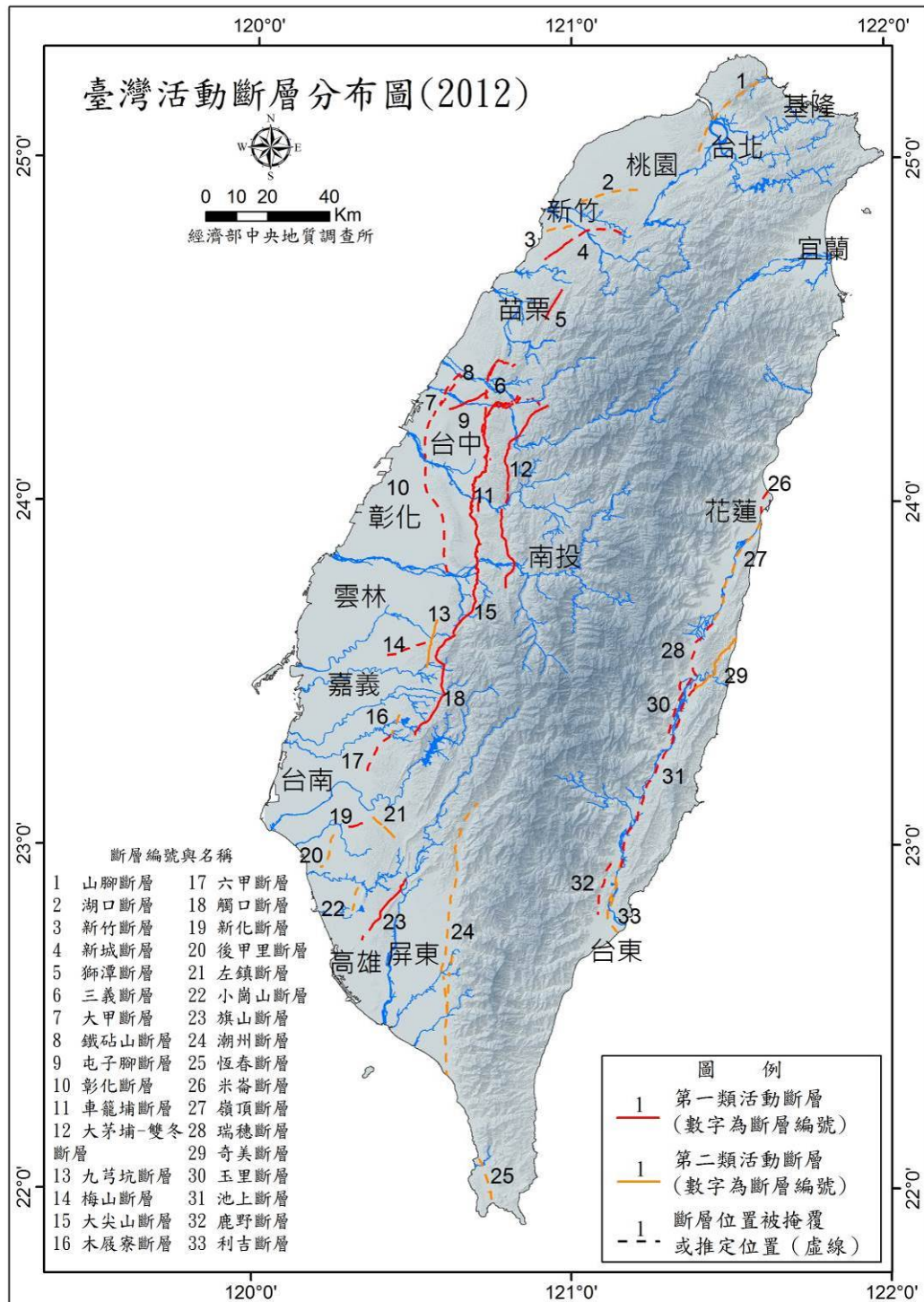


圖 2-2(c) 台灣地區活動斷層分布圖

(摘自中央地質調查所)

依台灣地區活動斷層分布圖，本基地 30km 範圍內之活動斷層及距離如下表 2-1 及圖 2-2(d)所示。各斷層與本基地場址之距離，依法規規定，皆位於限建範圍以外，但仍建議考量本基地能確實依據相關之建築物耐震設計法規，以抵抗可能發生之強震。

表 2-1 距離場址 30 km 圖幅範圍內活斷層一覽表
(資料來源：中央地質調查所)

斷層名稱	距離 km	斷層名稱	距離 km	斷層名稱	距離 km	斷層名稱	距離 km
車籠埔斷層	4.52	三義斷層	6.65	屯子腳斷層	16.32	大甲斷層	14.54
彰化斷層	14.86	鐵砧山斷層	18.68	大茅埔-雙冬斷層	11.27		

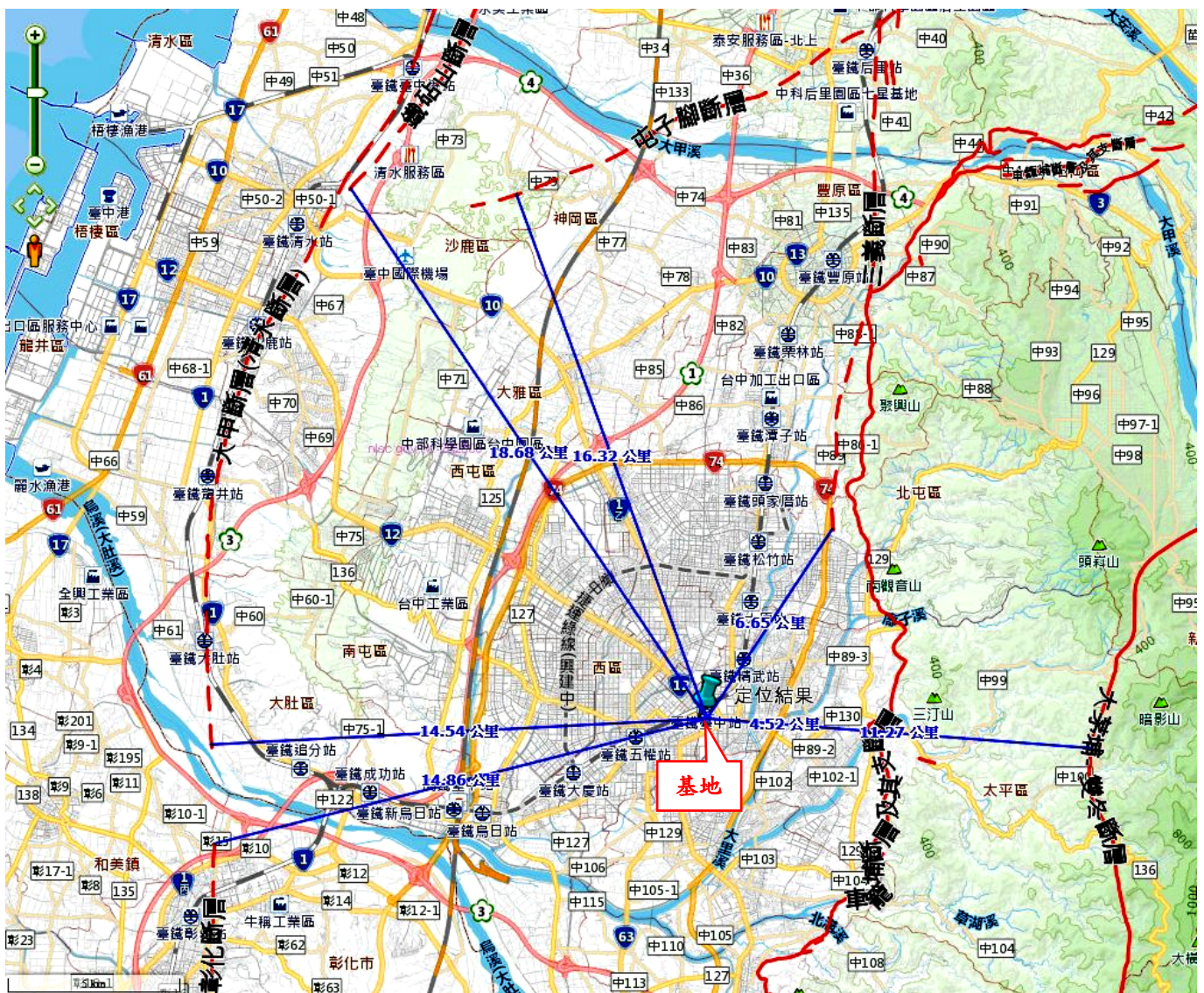


圖 2-2(d) 場址活動斷層分布圖 基地座標(TWD97, X, Y)：218204、2669875

鄰近本區域之斷層簡述如下。

1. 三義斷層

三義斷層為逆移斷層，在此分為 2 段加以說明：北段略呈東西走向，由苗栗縣大湖鄉大窩，向西延伸經雙連潭、重河至三義，長約 8km；南段呈南北走向，由三義向南延伸經鯉魚口、中城至大甲溪(丹桂之助，1936；張麗旭，1951；Meng, 1963)，向南可能延伸至豐原潭子地區，長約 25km。三義斷層北段，三義至大湖之間尚未發現斷層截切更新世晚期地層的證據。三義斷層南段，在三義鄉上湖西南方，三義斷層的斷層破損帶寬度可能超過 400m，上盤並有分支斷層；大甲溪北岸斷層帶寬約 30m，斷層破損帶寬約 500m，上盤出露數條分支斷層；其中分支斷層 SF5 錯移低位河階面及一層灰黑色土壤層，造成約 50cm 的垂直移距。由鑽探結果位於車籠埔斷層下盤的斷層帶，可能是桂竹林層或更老的地層逆衝至頭嵙山層之上，此斷層可能是三義斷層的向南延伸，因此三義斷層有可能向南延伸至豐原潭子地區。由近期中央地質調查所的大地測量結果顯示，跨三義斷層並沒有明顯的高程差變化量。三義斷層，截切低位的河階礫石層與河床上的土壤層，研判斷層在全新世曾經活動，改列第一類活動斷層。

2. 車籠埔斷層

車籠埔斷層為逆移斷層，為了方便敘述，將之以烏溪為界分為 2 部分：北段約呈南北走向，由台中市豐原區北陽里向南延伸至霧峰區長約 38km，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 16km(經濟部中央地質調查所，1999；李元希等，2000)；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 38km(林啟文等，2000b)。在豐原以北，斷層可能連接三義斷層；竹山以南，斷層連接鹿寮斷層與大尖山斷層(林啟文等，2000b)。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。

3. 屯子腳斷層

屯子腳斷層為右移斷層，呈東北東走向，由台中縣后里，向西南延伸經下后里、內埔(屯子腳)至清泉崗，長約 14km(大塚彌之助，1936)。屯子腳斷層，僅在后里台地東北仍殘留一地形崖，而 1935 年地震地表破裂並未保存。由地球物理探勘結果，淺部斷層帶約數百公尺寬，呈現花狀構造；在后里台地最上部的階地堆積層沉積之後，除了 1935 年地震所造成的地震斷層截切紅土臺地堆積外，並未觀察到岩層傾動或撓曲等現象，因此在紅土臺地堆積堆積後斷層可能僅有 1 次活動的紀錄。由近期的大地測量結果，跨過屯子腳的速度場變化量，仍以右移形式為主，並兼具壓縮特性，但變化量並不明顯，精密水準測量結果也顯示，跨屯子腳斷層並沒有明顯的高程變化量。屯子腳斷層，列為第一類活動斷層。

4. 大茅埔—雙冬斷層

大茅埔—雙冬斷層為逆移斷層，以大甲溪為界分為 2 段：北段稱為大茅埔斷層(何春蓀，1959)，呈東北走向，由台中縣和平鄉烏石坑，向西南延伸至東勢鎮慶東里(大茅埔)，長約 14km；南段稱為雙冬斷層(大江二郎，1938)，約呈南北走向，由大甲溪南岸新社鄉向南延伸至南投縣鹿谷鄉，長約 55km。大茅埔—雙

冬斷層截切頭嵙山層礫岩，其形成時代在更新世中晚期以後。在 1999 年集集地震當時，大茅埔一雙冬斷層有地表破裂現象，並未有明顯的大量位移，但沿斷層跡有噴沙或噴泥現象；在地震時斷層上盤也有明顯的抬升現象，顯示斷層仍有再活動趨勢。由地殼變形監測結果，大茅埔一雙冬斷層在 1999 年集集地震前上下盤即有位移速度差；在集集地震時上下盤有明顯的水平速度差，在大地震之後 6 年地殼仍處在調適變形狀態。精密水準測量結果則顯示，大茅埔一雙冬斷層兩側高程差變化並不顯著。

5. 彰化斷層

彰化斷層為逆移斷層，呈北北西轉南北走向，由彰化縣和美鎮向南延伸至田中附近，(林朝榮，1957；中國石油公司，1982；石再添與楊貴三，1985；張徽正等，1998)。斷層向北可能連接大肚台地西緣的大甲斷層，向南可能連接桐樹湖斷層，長約 36km。彰化斷層在八卦台地北段西緣呈現直線狀崖，這些崖狀特徵是否為斷層崖、斷層線崖或差異侵蝕的結果，目前仍不清楚。彰化斷層在地表並未發現斷層露頭，由地球物理探勘結果可能為向東傾斜的逆移斷層。

中央地質調查所由其鑽探資料與岩層比對結果，八卦台地之下的岩層層序似乎有因彰化斷層的逆移作用而重覆出現的現象，該岩層的時代約距今 29,230 年前，因此斷層可能截切晚期更新世的地層。由於該重覆的層序位於井深 25m 以內，因此彰化斷層北段可能逆衝至地表附近，但被現代沖積層或山麓堆積物所掩覆，以致地表尚未發現露頭。至於花壇以南，八卦台地與西側彰化海岸平原之間岩層相當連續，斷層可能尚未延伸至地下淺處，或被山麓堆積物所掩覆。由近期的大地測量結果顯示，跨彰化斷層的水平速度場變化量，在 1999 年集集地震前及地震後均不顯著，且以壓縮形式為主。水準測量結果顯示，除接近員林地區有明顯的高程變化之外，其他地區並不顯著。

由於受沖積層掩覆，彰化斷層是否向北連接大甲斷層，或向南連接桐樹湖斷層，仍待進一步調查。彰化斷層北段可能逆衝至地表附近，但被現代沖積層或山麓堆積物所掩覆，暫列第一類活動斷層。

6. 大甲斷層

大甲斷層為逆移斷層，呈北北東走向，由苗栗縣通霄附近經大甲、甲南、清水、沙鹿至大肚，長約 30km。斷層南段由甲南至大肚的部分，以往稱為清水斷層(張徽正等，1998；林啟文等，2000b)，長約 22km。大甲斷層有明顯的線狀崖，但是野外尚未發現斷層露頭。由野外調查與鑽探岩芯中的岩層比對結果，地表淺處大甲斷層的垂直移距約 50~70m，斷層前緣已截切穿出地表，但斷層跡可能為崩積層或沖積層所覆蓋，因此在地表未發現露頭。大甲斷層南段，野外也未發現斷層露頭，而由鑽探結果顯示斷層的前緣已接近地表，並造成階地崖前緣局部剪切帶。大甲斷層截切更新世晚期的地層，可能在全新世活動過，暫列為第一類活動斷層。

7. 鐵砧山斷層

鐵砧山斷層為逆移斷層，呈北北東走向，由台中市大甲區鐵砧山北緣向南延伸至沙鹿後併入大甲斷層，長約 13km。本斷層又稱大甲東斷層(林朝榮，1957)，位於大甲斷層東側，可能是前者的背衝斷層。鐵砧山斷層，可能是大甲斷層向西逆衝時上盤所形成的背衝斷層，由於截切更新世晚期的地層，可能在全新世活動過，暫列為第一類活動斷層。

2.2.3 基地地盤分類

依據建築物耐震設計規範(100)第 2.4 節規定，地盤之分類除台北盆地區域外，用於決定工址地盤放大係數之地盤分類，除臺北盆地區域外，餘依工址地表面下 30 公尺內之土層平均剪力波速 V_{S30} 決定之。其中， $V_{S30} \geq 270$ m/s 者為第一類地盤(堅實地盤)； $180 \text{ m/s} \leq V_{S30} < 270 \text{ m/s}$ 者，為第二類地盤(普通地盤)； $V_{S30} < 180 \text{ m/s}$ 者，為第三類地盤(軟弱地盤)。

工址地表面下 30 公尺內之土層平均剪力波速 $\bar{V}_S$ 依下列公式計算：

$$\bar{V}_S = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n d_i / V_{si}}$$

其中， d_i 為第 i 層土層之厚度 m ，滿足 $\sum_{i=1}^n d_i = 30m$ 。 V_{si} 為第 i 層土層之平均剪力波速(m/sec)，依實際試驗值或採下列經驗公式計算：

黏性土層之 $2 \leq N_i \leq 25$ 時， $V_{si} = 100N_i^{1/3}$ ，或 $N_i < 2$ 時， $V_{si} = 120q_u^{0.36}$ 。 $(q_u$ 為單壓無圍壓壓縮強度)

砂質土壤之 $V_{si} = 80N_i^{1/3}$ ， $(1 \leq N_i \leq 50)$ 。

本基地之地盤種類，參考國家地震工程研究中心於基地鄰近之中央氣象局之地震測站(TCU082 台中氣象站，臺中市北區精武路295號，距離基地約1382m)執行震測成果(如圖2-3)可知，地表面至地表下30m深度範圍內之地層平均剪力波速約在469.37 m/s ，因此，依建築物耐震設計規範(100)之準則，可判定屬第一類堅實地盤。

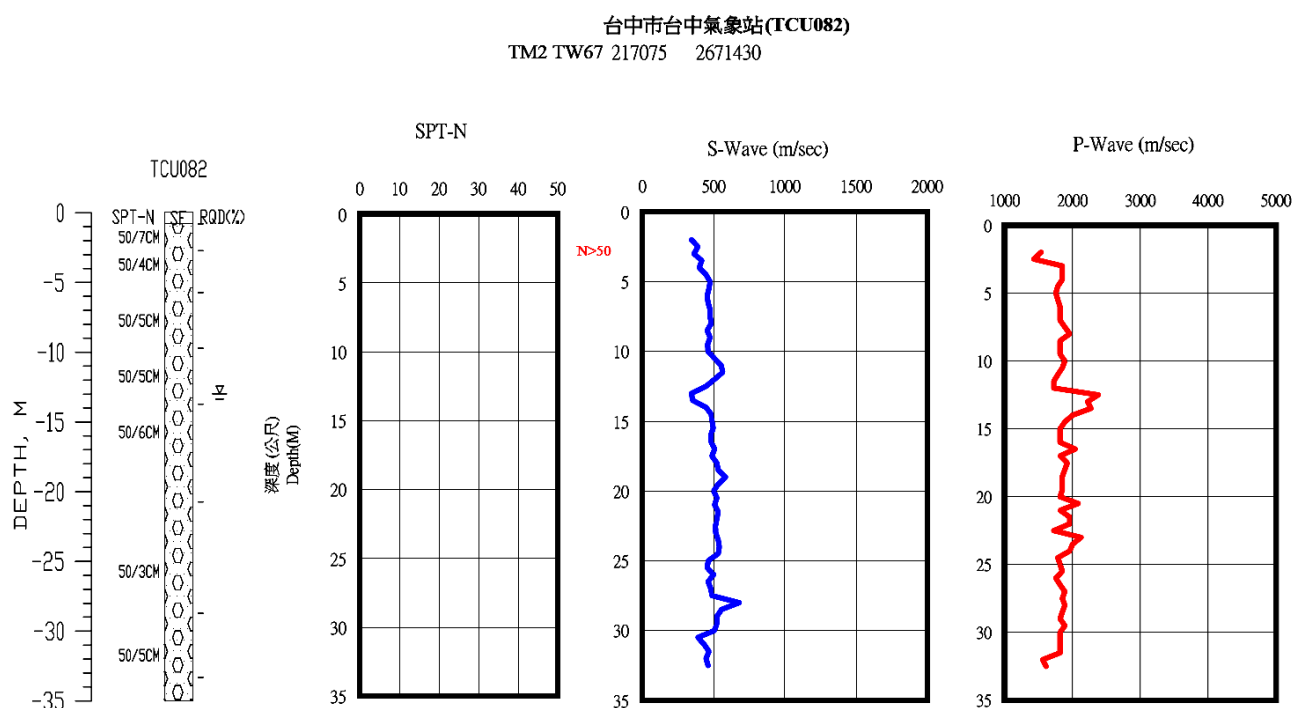


圖 2-3 地震測站 N 值及地層波速資料

2.2.4 地震概況分析

依據建築物耐震設計規範(100)第 2.3 節規定，我國之震區係以鄉、鎮、市等行政區為單位劃分。各微分區內之震區水平加速度係數應考量設計短週期及 1 秒週期之水平譜加速度係數(S_S^D 、 S_1^D)及短週期及 1 秒週期之最大考量水平譜加速度係數(S_S^M 、 S_1^M)。

本基地微分區位於台中市東區，其短週期及 1 秒週期之水平譜加速度係數(S_S^D 、 S_1^D)分別為 0.8 及 0.45，短週期及 1 秒週期之最大考量水平譜加速度係數(S_S^M 、 S_1^M)則分別為 1.0 及 0.5，且為近車籠埔斷層(註)區域，故必須考慮近斷層效應。

註：規範要求，當基地位於曾經引致大規模地震之第一類活動斷層，包含獅潭、神卓山、屯子腳、車籠埔、梅山、大尖山、觸口、新化、米崙、玉里、池上、奇美等斷層鄰近區域時，須考量近斷層效應。

依據建築物耐震設計規範(100)之規定，本基地之地震力設計之相關參數，計算如表 2-2 所示。

表 2-2 本基地水平譜加速度係數地震係數

結構工址放大係數	F_a	F_v	F_a	F_v
	1.00	1.00	1.00	1.00
近斷層調整因數	設計地震調整因子		最大考量地震調整因子	
	N_a	N_v	N_a	N_v
	1.16	1.32	1.20	1.45
本微分區之水平譜加速度係數	S_S^D	S_1^D	S_S^M	S_1^M
	0.80	0.45	1.00	0.55
考量工址放大係數及近斷層效應及下水平譜加速度係數	S_{DS}	S_{D1}	S_{MS}	S_{M1}
	0.928	0.594	1.200	0.798

第3章、場址地質調查及試驗

3.1 場址工程地質說明

根據現地鑽探調查結果，除於地表面至地表下 0.6~1.3m 間為回填雜土雜物層外，本基地地層於最大鑽孔深度(距地表面下 30.0m)內，可分為 2 層主要地層，其主要特性詳如下述。鑽孔地質剖面圖如圖 3-1 所示。其他相關工程地質之地質參數建議值，如表 3-2 所示，詳細鑽探成果請參閱附錄之鑽孔柱狀圖，以及一般物理性質試驗結果表。

1. 棕色細砂質粉土層

本層整體分布於地表下 0.6~2.6m，SPT-N 約在 8~13 左右，統體單位質量約為 $1.93\sim 2.02\text{t/m}^3$ ，屬疏鬆至中等緊密土層。在土壤阿太堡限度方面，其液性限度及塑性指數皆為 NP。本層主要由細粒徑砂、粉土及黏土所構成，。本層於統一土壤分類上，主要屬低塑性粉土(ML)。

2. 卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層

於最大鑽孔深度範圍內，本層整體分布於地表面下 1.1~30.0m 間，SPT-N 皆大於 100，屬堅實地盤，於土壤分類上主要屬不良級配礫石/粉土質礫石(GP/GM)。本層由礫石、砂及卵石構成，層中偶夾有 10cm~30cm 砂土夾層。整體土壤行為主要由礫石特性所控制，透水性良好、基礎承载力高。

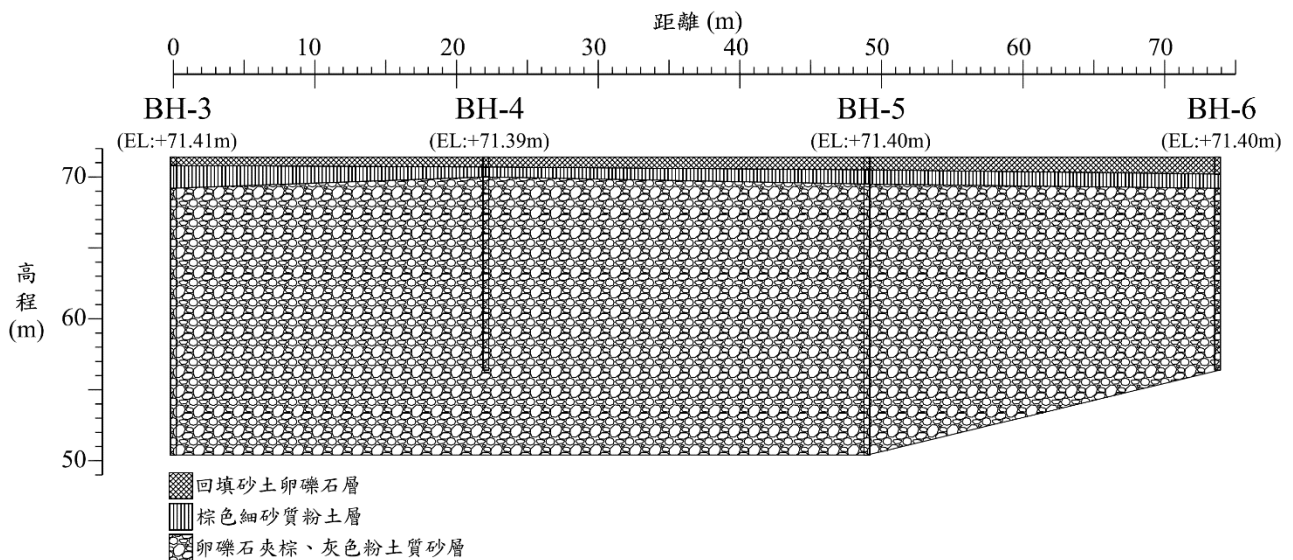


圖 3-1 鑽孔地質剖面圖

3.2 現場檢測及觀測工作

1. 標準貫入試驗

在鑽探過程中，視地層變化及需要每隔 1.5m 或土層變化區進行劈管取樣之同時施作標準貫入試驗，由標準貫入試驗可以得知土層之貫入阻抗，藉以瞭解土層之堅實或緊密程度。

本試驗係依據 ASTM D1586 規定，採用標準分裂式取樣器(Split Spoon Sampler)置於鑽孔底部，並以落距 76 cm(30")之自由落距，將重 64 kg(140 lbs)之夯錘錘擊，使之貫入土層中 45cm(18")，或當錘擊數到達 100 下為止，每貫入 15 cm(6")時，記錄其錘擊數，最後 30cm 打擊次數，即為標準貫入 SPT-N 值。

2. 地下水位觀測

觀測井之材料為內徑至少 25.4mm(1")之塑膠管，管底端以上 1.5 m 之管壁須加鑽透水孔至少 6 排，孔徑至少 3mm，上下孔中心距為 8 cm，管外須包以濾網二層。鑽探完成後於鑽探孔底部份以砂料回填至預定深度後，再以

充填法回填朋脫土及砂料封住底部，其上方再以砂料回填至觀測井放置深度，待觀測井放置妥後以適當透水材料回填至透水孔部位上方 1m 處，其透水材料係粒徑為 2.36 mm(#8 篩)至 4.75 mm(#4 篩)之砂質礫石材料。砂質礫料之上方再以充填回填朋脫土及砂料，上方填以約 15cm 之砂料。所有砂料及朋脫土粒均須加夯實，其餘部份可用水泥漿或砂料澆灌至地面，而後塑膠管口加蓋。

3.3 試驗室室內試驗工作

室內試驗工作，一般係指土壤物理性質、阿太堡性質及土壤力學試驗。相關之試驗方法摘述如下：

1. 土壤物理性質試驗

(1) 土壤含水量試驗

本試驗係依據中國國家標準 CNS 5090 及美國材料學會 ASTM D2216 進行。檢測方法係依照土壤最大粒徑之大小，秤取規範所規定之最小秤量以上之試樣，再將試樣置入烘箱，以 110 ± 5 °C 溫度烘烤至試樣恆重其前後質量差即為含水質量，除以乾燥試樣重即為含水量，以質量百分比表示之。

(2) 土壤比重試驗

本試驗係參考中國國家標準 ASTM D854。大於試驗篩 4.75mm 者，使用阿基米德原理分別秤取試樣於空氣中質量及浸於水中之質量，可求得其比重。小於試驗篩 4.75mm 則依規定使用 50 ml 之比重瓶，分別秤取試樣空氣中質量、比重瓶加滿水及比重瓶加試樣及滿水質量，便可求得試樣比重。

(3)土壤粒徑分析

本試驗係參考美國材料學會 ASTM D422。試驗時，大於試驗篩 2.00mm 以上者，先使用機械篩分析；其餘部份則依據 Stoke's Law 之比重計沈降原理，求得粒徑小於試驗篩 0.075 mm 之粒徑及含量百分比後，再將此粒料以水洗去小於試驗篩 0.075mm 部份，將之烘乾後，以機械篩分析方式求取試驗篩 2.00~ 0.075 mm 之過篩百分比。

(4)土壤阿太堡性質試驗

本試驗係依據美國材料學會 ASTM D4318 將土壤通過試驗篩 0.425mm 之部份，進行土壤阿太堡試驗以求取土壤之液性限度及塑性限度。液性限度為將試樣放入液性限度儀中敲擊，以求取打擊次數為 25 次同時土壤閉合長達 1.3mm 時之含水量及為液性限度；塑性限度則為將試樣置於毛玻璃上以手將土條以每分鐘約 90 次之速度將其搓至約 3mm 直徑之土條後，再聚攏時搓揉土條當無法搓成長條狀時，求其含水量即其為塑性限度。塑性指數(PI)即為液性限度(LL)減去塑性限度(PL)。

(5)土壤分類

本分類法係依據 美國材料學會 ASTM D2487 之工程用統一土壤分類法來進行。分類前，須進行土壤篩分析及土壤阿太堡性質，再根據試驗結果確認其統一土壤分類名稱。

2. 土壤力學試驗

(1)土壤無圍壓縮強度試驗

本試驗係依據美國材料學會 ASTM D2166 標準，使用薄管取得不擾動土樣後，置於抗壓機進行單軸無圍束壓縮強度試驗，以求取土壤單壓

強度 q_u 及凝聚力 C

$$q_u = 2 \times C \times \tan(45 + \phi/2)$$

(2) 土壤直接剪力試驗

本試驗係依據美國材料學會 ASTM D3080 標準，將試樣置入上下分開之方形剪力盒，並使用不同之垂直正應力再加上一橫力直至試樣破壞為止，以求試樣之抗剪力。由不同之垂直正應力 σ 及土壤抗剪力 τ 便可求得試樣之抗剪角 ϕ 及凝聚力 C 。

$$\tau = \sigma \times \tan \phi + C$$

(3) 土壤單向度壓密試驗

本試驗係依據美國材料學會 ASTM D2435 標準，使用薄管取得不擾動土樣後，置於壓密試驗設備中，並依據 Terzaghi 單向度壓密理論，以求取土壤有關壓縮性之常數，如壓密係數 C_v 、體積壓縮係數 m_v 、壓縮指數 C_c 及滲透係數 k 等，以供計算結構物在粘土層上所引起之沉陷量及壓密時間。壓密基本方程式如下：

$$C_v = \frac{k}{\gamma_w m_v} = \frac{k(1+e)}{\gamma_w a_v}$$

(4) 土壤三軸抗壓試驗

本試驗係依據美國材料學會 ASTM D2850 及 D4767 標準，使用薄管取得不擾動土樣後，置於三軸抗壓設備中，將作用力分兩階段加壓，第一階段為圍壓階段 σ_3 ，然後再加上軸壓 $\Delta\sigma (= \sigma_1 - \sigma_3)$ 直到試體破壞。依據加壓速度及排水及壓密狀況可分為不壓密不排水(UU)試驗、壓密排水

(CU)試驗及壓密排水(CD)試驗等。由不同之軸壓及圍壓便可求得試樣之抗剪角 ϕ 及凝聚力 C ，其關係式如下：

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) + 2C \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

土壤濕密度 $\gamma_m = W/V$
 土壤乾密度 $\gamma_d = W_s/V$
 土粒密度 $\gamma_s = W_s/V_s$
 土粒比重 $G_s = W_s/(V_s \cdot \gamma_w)$
 空隙率 $n = V_v/V \times 100\%$
 空隙比 $e = V_v/V_s$
 飽和度 $S = V_w/V_v \times 100\%$
 含水率 $\omega = W_w/W_s \times 100\%$

土壤飽和密度 $\gamma_{sat} = (G_s + e)/(1 + e) \times \gamma_w$

其他公式

1. $\omega = S \times e / G_s$
2. $\gamma_d = \gamma_s / (1 + e) = \gamma_m / (1 + \omega)$
3. $n = e / (1 + e)$

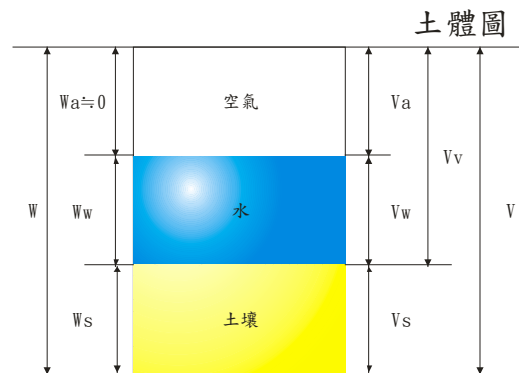


圖 3-2 土體圖及相關應用公式

表 3-1(a) SPT、CPT 與砂質土壤內摩擦角及相對密度關係

緊密程度	相對密度 D_r %	SPT N	CPT kgf/cm^2	ϕ
很疏鬆	<20	<4	<20	<30
疏鬆	20-40	4-10	20-40	30-35
中等緊密	40-60	10-30	40-120	35-40
緊密	60-80	30-50	120-200	40-45
很緊密	80-100	>50	>200	>45

3-1(b) N 值及 q_u 值之關係

堅硬程度	SPT - N	q_u kN/m ²
很軟弱	0-2	0-25
軟弱	2-5	25-50
中等堅硬	5-10	50-100
堅硬	10-20	100-200
很堅硬	20-30	200-400
堅實	>30	>400

3.4 地下水位概況

地下水位之觀測，主要以水位觀測井，來觀測本基地之地下水位之高度。經由現場地下水位觀測，地下水位約位於地表面下 4.6m。因此，在考慮鄰近地區、季節性、降雨特性及地層土壤性質而言，本基地之地下水位主要受降雨、地下水補注、滲流等狀況所控制，因此，隨乾濕季，有一定之水位變化。因此，常水位建議採為 4.0m，高水位則建議為地表下 1.0 m(本地下水位觀測值為配合鑽探作業之短期觀測結果所得，地下水位值亦有可能受鑽探作業擾動影響，故提供建議值僅供參考。建議於設計階段及施工期間，仍宜設置長期地下水位觀測井或查閱基地鄰近之常設自計式地下水位之資訊，以持續監測並掌握地下水位，以確保開挖作業及結構體之安全)。

3.5 地層參數建議值

根據基地鑽探成果，並配合以現場調查與試驗室試驗及相關研究已知資料研判，對於本基地簡化設計土層參數建議如表 3-2 所示，其中部份設計參數之選定除依據現場及試驗室內之試驗結果外，並參考下列經驗公式。

1. 非凝聚性土壤之摩擦角 ϕ

(1)日本道路下部結構委員會建議： $\phi = \sqrt{15N} + 15^\circ$

(2)Peck(1948)經驗公式： $\phi = 27^\circ + 0.3N$

2. 凝聚性土壤之凝聚力 C

(1) 日本道路協會軟弱地盤對策指針： $q_u=(1/8 \sim 1/2)N$ ，(kgf/cm²)

(2) 大崎(1959)經驗公式： $q_u=0.4+N/20$ ，(kgf/cm²)

(3) 凝聚力 $C = q_u/2$

表 3-2 地層簡化參數建議表

層次	統一土壤分類	地表下分布深度範圍 (m)	N	含水量 (%)	統體單位重 r_m (t/m ³)	比重 G_s	孔隙比 e	ϕ (°)	C (t/m ²)
棕色細砂質粉土層	ML	0.0~2.6	9	16.3	1.98	2.68	0.58	29 ⁽³⁾	0
卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層	GP/GM	2.6~21.0	100	-	2.10 ⁽²⁾	2.65 ⁽²⁾	-	45 ⁽¹⁾	0

註⁽¹⁾：參考褚炳麟(1989)所著之【台地礫石堆積層與頭科山礫石層之現地直接剪力試驗研究】層及褚炳麟(1994)所著之【現地堆石材料之完整應力應變曲線及抗剪強度包絡線】中針對台中地區之卵礫石層力學試驗之研究結果得尖峰凝聚力為 $C_p=0.15$ kgf/cm²，尖峰摩擦角 $\phi_p=45\sim50^\circ$ 。故保守取本層之 $\phi=45^\circ$ 。

註⁽²⁾：參考張吉佐等人(1996)所著之【台灣地區中北部卵礫石層工程性質及施工探討】(地工技術，第 55 期，第 35-46 頁)，針對台中分區卵礫石層之研究結果指出，其統體單位體積重量 $\gamma=1.96\sim2.10$ t/m³，比重 $G_s=2.55\sim2.65$ ，故取本層之統體單位體積重量 $\gamma=2.10$ t/m³，比重 $G_s=2.65$ 。

註⁽³⁾：保守參考 Peck 經驗公式： $\phi=27^\circ+0.3N$ 之建議值。

第4章、液化潛能分析

土壤液化(liquefaction)係指飽和砂土受到地震或震動作用，造成趨向緊密化，體積縮小，造成孔隙縮小及排水能力下降，進而激發超額孔隙水量，使有效應力降低。當土壤有效應力降到極低甚至為零時，因而失去剪力強度，導致土壤無承載能力因而發生災害。發生土壤液化現象之地盤，其損害程度隨液化土層之深度、厚度及液化程度而定。

相關之土壤液化潛能之評估方法，包含國際土壤力學與基礎工程學會大地地震工程技術委員會(ISSMFE TC4, 1993)所編訂「地震地質災害微分區手冊」中所建議之兩種損害評估方法及建築物耐震設計規範第十一章之規定。分別說明如下：

4.1 相對厚度

根據 Ishihara(1985)之研究，地表是否產生土壤液化破壞現象決定於液化土層厚度與其上非液化土層厚度之比值，當地表非液化土層之厚度大於其下液化土層之厚度時，地表將不會產生顯著之破壞現象。

4.2 液化潛能指數

Iwasaki et al.(1982)提出以液化潛能指數 P_L 來評估土壤液化之嚴重程度，其定義如下所示：

$$P_L = \int_0^{20} F(z) \times W(z) dz$$

式中，

P_L = 液化潛能指數，介於 0~100 之間

z = 地盤深度(m)，考慮之深度範圍為 0~20m

$F(z)$ = 抗液化係數，($=1-FL \geq 0$ ，當 $FL > 1$ 時， $F(z)=0$)

$W(z) =$ 深度權重係數， $(=10-0.5z)$

Iwasaki et al.(1982)根據日本地震案例之研究，定義地盤液化之損害程度可分為四級，如下所示：

1. 嚴重液化： $P_L > 15$
2. 中度液化： $5 < P_L < 15$
3. 輕微液化： $P_L < 5$
4. 液化風險度極低： $P_L \leq 0$

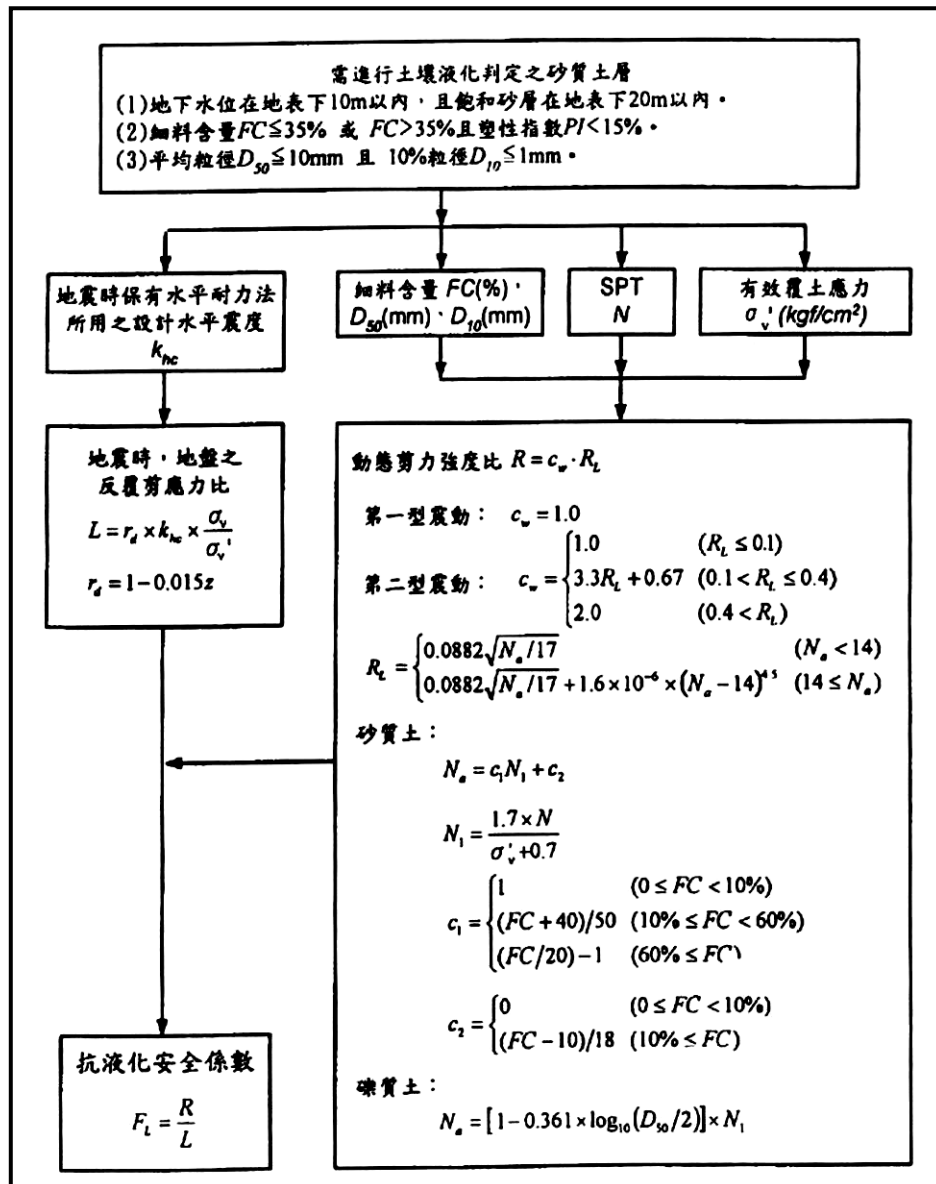


圖 4-1 日本道路橋樑液化評估流程(日本道路協會，1996)

4.3 建築物耐震設計規範(100)

依據建築物耐震設計規範(100)第十一章之規定，符合下列三項條件之沖積層之飽和砂質土壤，須評估其地震時液化潛能，並據以折減其土壤參數值在規範要求上：

1. 凡地表下 20m 以內之飽和砂土層，且地下水位在地表面 10m 以內。
2. 細粒土壤含有率 FC 在 35%以下，或 FC 超過 35%以上，但塑性指數在 15%以下之土壤。
3. 通過率為 50%之粒徑 D_{50} 在 10mm 以下，且 10%粒徑 D_{10} 在 1mm 以下之土層。

液化之評估由液化抵抗值 F_L 決定之。當 F_L 值小於 1.0 時，即判定該土層有液化之可能。

$$F_L = R / L$$

其中 L 為地震產生之尖峰剪應力與有效覆土壓力之比值

$$L = \frac{\tau_{peak}}{\sigma'_0} = \frac{A}{g} \frac{\sigma_0}{\sigma'_0} \gamma_d$$

式中

A =水平地震加速度

g =重力加速度

τ_{peak} =尖峰剪應力

σ_0 =總覆土壓力

σ'_0 =有效覆土應力

r_d =尖峰剪應力比沿深度折減係數= $1-0.0015X$

X =受評估土層距離地表面之深度

R =使土壤發生液化時之反覆三軸剪力強度比。

$$= 0.0882 \sqrt{N_a / 1.7} \quad (N_a < 14)$$

$$=0.0882 \sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \times (N_a - 14)^{4.5} \quad (N_a \geq 14)$$

N_a =考慮土壤粒度修正之 N 值

$$=C_1 N_1 + C_2 \text{ (砂質土)}$$

$$=[1-0.36 \log_{10}(D_{50}/2)] N_1 \text{ (礫質土)}$$

N_1 =以有效覆土壓力 1 kgf/cm^2 等值換算求得之 N 值

$$=1.7 \times N / (\sigma'_0 + 0.7)$$

C_1 =與細粒土壤含有率相關之 N 值修正係數。

$$= \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 40)/50 & (10\% \leq FC < 60\%) \\ FC/20 - 1 & (60\% \leq FC) \end{cases}$$

C_2 =與細粒土壤含有率相關之 N 值修正係數。

$$=R_3 = \begin{cases} 0.0 & (0\% \leq FC \leq 10\%) \\ (FC - 10)/18 & (10\% \leq FC) \end{cases}$$

FC =細料土壤含有率，為粒徑 $75\mu\text{m}$ 以下土粒之重量百分比。

依前面判定為可能液化之土層，應依液化抵抗率 F_L 值折減其耐震設計用土壤參數。

表 4-1 液化抵抗值 F_L 、地層深度及折減係數 D_E 關係

液化抵抗值	距地表面之深度 $X(\text{m})$	折減係數 D_E	
		$R \leq 0.3$	$R > 0.3$
$F_L \leq 1/3$	$0.0 \leq X \leq 10$	0	1/6
	$10 < X \leq 20$	1/3	1/3
$F_L = 1/3 \sim 2/3$	$0.0 \leq X \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < X \leq 20$	2/3	2/3
$F_L = 2/3 \sim 3.6$	$0.0 \leq X \leq 10$	2/3	1
	$10 < X \leq 20$	1	1

4.4 本基地液化潛能分析

本基地之地質，依試驗結果所得之各物理性質及地下水位等資料，依據建築物耐震設計規範(100)規定，水平地表加速度 A 依設計地震之 $0.4S_{DS}g$ 、最大地震考量 $0.4S_{MS}g$ 及中小度地震($\frac{0.4S_{DS}}{4.2}g$)狀態下分別進行土壤液化分析。由於本基地之地下水位以下地層主要屬堅實($SPT-N>100$)之卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層，非屬法規定義之飽和鬆散砂土層，故發生液化可能性相當低。

第5章、基礎形式建議及分析

5.1 鑽探調查基礎地層概況

根據現地鑽探調查結果，本基地建物基礎層座落於卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層為主體，其 SPT- N 值約為 >100 ，基礎層位置承载力約在 150.0t/m^2 以上。

5.2 基礎形式建議

基礎型式之選定及採用須視基礎地盤種類、基礎承载力、基礎沉陷量、埋置深度、地下水位高低、上部結構之特性、鄰房特性、噪音影響、環境公害、施工機具及技術、工程規模、基礎、施工(如打樁、或地下開挖)的可行性，與鄰近結構物的安全性分析，以及工程期限等因素，加以考量其結構安全及經濟等原則。

參考 Henry(1956)於“*The Design and Construction of Engineering Foundation*”一書中對基礎之選定作如表 5-1 所示之建議。此外，包含 Krynine(1957)亦於“*Principle of Engineering Geology and Geotechnics*”對於基礎型式之選定作如圖 5-1(a)~(b)所示之建議。

本基地預定興建地上 1 層、地下 3 層之建物，開挖深度為 GL：- 12.00m。根據工程地質鑽探調查之結果，考慮基礎承載層之穩定性，基礎形式可採用獨立基腳、聯合基礎或連續基礎，亦或為避免因液化或其他狀態造成不均勻沉陷或需要較大承载力之條件下，可採用浮筏式基礎。

表 5-1 基礎形式選定原則(Henry)

上部構造	地 盤			
	均勻硬質地盤	硬質層下有 軟弱層	均勻軟弱地盤	軟弱層下有 硬質層
撓性輕量 構造物	單獨基礎 連續基礎	單獨基礎 連續基礎 筏形基礎	摩擦樁基礎 筏形基礎	端承樁基礎 井柱基礎
剛性鉅重 構造物	單獨基礎 連續基礎	筏形基礎 摩擦樁基礎	筏形基礎 摩擦樁基礎	端承樁基礎 井柱基礎

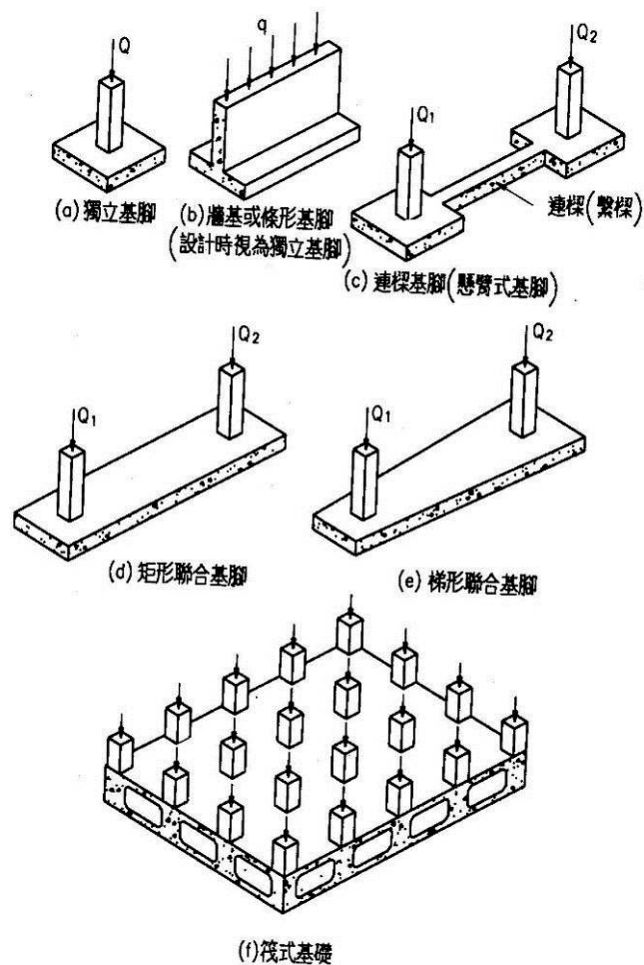


圖 5-1(a) 基礎形式示意

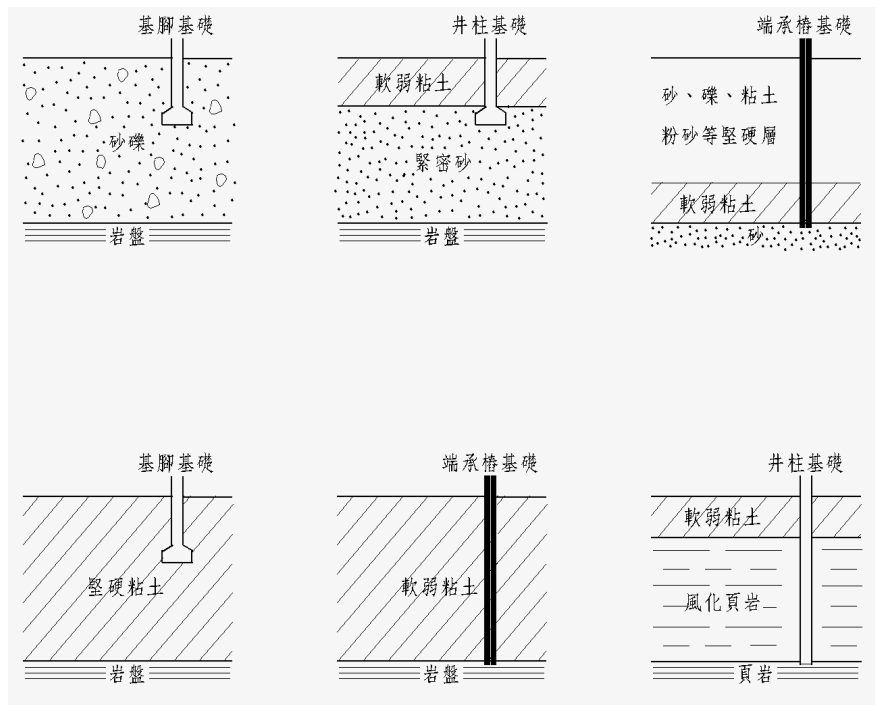


圖 5-1(b) 基礎形式示意(Krynine)

5.3 基礎承載力分析

5.3.1 基礎承載力

依據承載力理論，基礎承載力係視土壤之抗剪強度、基礎形狀、大小、基礎埋設深度及地下水位高低而定。今考量預定之工程規模及基地地層特性等因素決定。一般安全係數可採用下式加以計算。計算成果如表 5-1(c)所示。

$$FS = \frac{q_u - \gamma \times D_f}{q}$$

式中，

FS =安全係數，一般而言永久結構物 ≥ 3 。

q_u =土層極限承載力(tf/m^2)一般建議採用「建築物基礎構造設計規範」第 4.3.1 節之規定：

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + \gamma_2 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma_1 B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

q =基礎承受載重($q=Q(\text{基礎載重})/A(\text{基礎面積})$)(tf/m²)

γ_1 =基礎版底以下 B 深度範圍內之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重(tf/m²)

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(tf/m²)

D_f =基礎開挖深度(m)

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)

c =基礎版底面下土壤凝聚力(tf/m²)

β =載重方向與鉛直線之夾角(°)

N_c 、 N_q 、 N_r =土壤摩擦角函數，稱為支承力因素

F_{cs} 、 F_{qs} 、 F_{rs} =形狀影響因數

F_{cd} 、 F_{qd} 、 F_{rd} =埋置深度影響因數

F_{ci} 、 F_{qi} 、 F_{ri} =為載重傾斜影響因數

表 5-1(a) 各項影響因素之計算式

提供支承力項目 考慮影響項目		凝聚力 (c)	超 載 (q)	土 重 (γ)
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)	$(\beta \geq \phi)$	$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$	$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$	$F_{ri} = 0$
	$(\beta < \phi)$			$F_{ri} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$

表 5-1(b) 支承力因素表

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

表 5-1(c) 基礎承载力分析

基礎&地層基本資料		
基礎開挖深 D_f	m	12.00
基礎寬 B	m	45.50
基礎長 L	m	86.80
載重傾斜角度 β	deg	0.0
地下水位 (地表下深度) D_w	m	-
凝聚力 c	t/m ²	0
摩擦角 ϕ	deg	45
基礎版底以下B深度範圍內之土壤平均單位重 γ_1	t/m ³	2.10
基礎版底以上之土壤平均單位重 γ_2	t/m ³	2.07
承载力因素及其他影響因子		
承载力因素 N_q		81.200
承载力因素 N_c		95.700
承载力因素 N_r		114.000
形狀因素 F_{cs}		1.611
形狀因素 F_{qs}		1.306
形狀因素 F_{rs}		1.306
埋置深度影響因子 F_{cd}		1.127
埋置深度影響因子 F_{qd}		1.064
埋置深度影響因子 F_{rd}		1.064
載重傾斜影響因子 F_{ci}		1.000
載重傾斜影響因子 F_{qi}		1.000
載重傾斜影響因子 F_{ri}		1.000
承载力及基礎安全係數		
土層極限承载力 q_u	t/m ²	10369.4
土層容許承载力 q_a	t/m ²	3473.1
基礎載重 q	t/m ²	5.6
安全係數		1847.2
檢核		≥ 3.0 OK!!

註：本公司承業主委託，僅為執行地質調查作業，因此，所提供之相關分析資訊，僅供參考，不負設計成果之責。完整且進階之設計分析評估，乃由本案設計單位負全責。

依上述分析結果，依據建築物之總單位面積重估計為 5.6t/m^2 情況下，基礎載重之安全係數，應可符合要求，但為求結構物更為穩定之狀況，地下水水位必須持續觀測，如水浮力高於結構物基礎單位面積總重時，便有基礎上浮之疑慮，此時，基礎加重、抗浮地錨或抗拉拔樁等設施有必要列入設計考量。

5.4 基礎沉陷量及回漲量推估

一般建築物在構築過程中，基礎底面之土壤必須經過開挖時的解壓及結構物建造時的加壓作用，以下即就施工過程中解壓所產生之回脹量及加壓過程所產生的沉陷量分別分析如下：

5.4.1 基礎回漲量

一般進行基礎開挖時，開挖面下土層受上方覆土壓力解除或減少之影響，遂產生彈性回脹及吸水性回脹等現象。由於彈性回脹係伴隨基礎開挖致土層解壓而發生，故於基礎開挖期間此彈性回脹係逐漸發生，且隨基礎開挖之同時一併除，對日後之結構體並無影響。吸水回脹則為黏性土層經解壓而導致土體顆粒孔隙增大，造成體積膨脹的現象，此現象與開挖面暴露的時間長短有關。本基地開挖面以下主要屬非凝聚性土層及堅實($\text{SPT-N} > 100$)之卵礫石層，無顯著之壓縮層，吸水膨脹現象之可能性極低，因此，土壤之回脹可不予考量，惟開挖至預定深度後應避免使開挖面暴露過久，尤其雨季施工時，更需適時排除滯留水避免造成不良影響。

5.4.2 基礎沉陷量

基礎設計除考慮基礎土壤承载力因素，更應進一步考量及分析基礎之總沉陷量及差異沉陷量，並要求其必須在規範要求以內，以避免結構物因過度沉陷或不均勻沉陷造成使用性破壞。

決定結構物之容許沉陷量應包含結構形式(剛性或柔性基礎)、結構物尺寸、

重量、用途、基礎沉陷速率、基礎地質工程性質等皆應考慮在內。

設計基礎時，除考慮地基承載的因素外，還須注意基礎的總沉陷量或差異沉陷不超過一定的容許限度，以避免結構物因過度沉陷或不均勻沉陷而導致毀壞。決定結構物的容許沉陷量的因素很多，包括形式、大小、位置及結構物的用途、沉陷速率等；一般以不均勻沉陷對結構物產生的危害最大，不均勻沉陷亦可以角變形(angular distortion)來描述。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粘土層，其完成壓密之時間則與粘土層厚度及土壤透水性有關，可能長達數年。

1. 基礎之瞬時沉陷計算，可採用 Janbu 建議之公式：

$$S_i = \mu_0 \mu_1 (QB/E_s) \cdot (1 - \mu^2)$$

式中

S_i ：基礎瞬間沉陷量，cm

$\mu_0 \mu_1$ ：影響因素，與基礎形狀，深度及土層厚度有關

Q ：基礎之接觸壓力，t/m²

B ：基礎寬度，cm

E_s ：土層之平均靜態彈性係數，t/m²

μ ：土壤之包生比(Poisson's ratio)

2. 基礎壓密沉陷之估計，係根據 Terzaghi 壓密理論按下列之公式推算：

$$S_c = C_c / (1 + e_o) \cdot H \cdot \log((P_o + \Delta P) / P_o)$$

式中，

S_c ：基礎之壓密沉陷量，cm

C_c ：土壤之壓縮指數

e_o ：土壤之孔隙比

H ：壓縮土層厚度，cm

P_o ：土層之有效覆土重，t/m²

ΔP ：土層增加之淨應力，t/m²

3. 砂性土層基礎沉陷之估計，係可按下列之公式推算：

$$\begin{aligned} S_i &= H \times [(C/5N) P_o \times \log((P_o + \Delta P)/P_o)] \\ &= 2000 \times \frac{0.0256}{5 \times 100} \times 45.89 \times \log \frac{45.89 + 4.12}{45.89} = 0.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

式中，

S_i ：基礎之壓密沉陷量，cm

H ：壓縮土層厚度，cm

N ：標準貫入試驗 N 值

P_o ：土層之有效覆土重，t/m²

ΔP ：土層增加之淨應力，t/m²

C ：土層種類參數，建議值如下：

沉泥、砂質沉泥 $C=0.0767$

細至中砂含少量沉泥質砂 $C=0.0438$

粗砂或含少量礫石 $C=0.0306$

砂質礫石、礫石 $C=0.0256$

4. 筏式基礎之瞬時沉陷計算：

根據筏式基礎設計理論，若挖除土水重等於構築結構物之平均荷重，土

層之承載力及基礎沉陷量微乎其微，此稱為完全補償式筏基。基礎筏基設計時，若能達上述條件，則基礎沉陷量甚微。若基礎為獨立基腳或連續基礎，可能因柱間傳遞荷重較高，而有立即沉陷產生。瞬時沉陷係視土壤為彈性體一般。一般瞬時沉陷量可利用下述公式估計：

$$\Delta H_i = \frac{qBI_s}{E}(1-\nu^2)$$

式中，

ΔH_i = 瞬時沉陷量(m)

I_s = 影響係數，(詳表 5-2(a))

q = 均佈載重(t/m²)

B = 基礎寬度(m)

E = 不排水變形模數應考慮過壓密比之影響(t/m²)

ν = 土壤之柏松比(Poisson's ratio)，粘土 = 0.25~0.35，砂土 = 0.20~0.30，

礫石 = 0.15~0.25

表 5-2(a) 均佈載重下基礎垂直變形之影響因素

載重面積形狀	I_s		
	中央	角隅	平均
正方形	1.12	0.56	0.95
長方形 L/B=2	1.52	0.76	1.30
長方形 L/B=5	2.10	1.05	1.83
圓形	1.00	0.64	0.85

表 5-2(b) 連續基礎 L/B=1.9 寬度與瞬時沉陷關係表

基礎寬度B(m)	瞬時沉陷量 (cm)		
	柔性		剛性
	中央	角隅	
43.00	0.49	0.24	0.39
45.50	0.52	0.26	0.41
47.00	0.53	0.26	0.43
49.00	0.55	0.28	0.43

依建築技術規則依建築物基礎設計規範，建築物因基礎載重引致之總沉陷量，原則上不得超過表 5-3(a)所示之值，惟須注意構造物之實際狀況，有時在較小沉陷量即有可能產生損壞；差異沉陷量，係指結構物相鄰兩柱或相鄰兩支點間，因差異沉陷而產生之角變量，其應不得使結構物之主體結構如樑柱發生有害之裂縫。原則上容許角變量 $\delta \leq 1/250$ ，建議原則上不得超過表 5-3(b)所示之值。

由於本案預定開挖深度約為 GL：- 12.00m，在不考慮基礎的勁度情形下，僅採用彈性理論進行沉陷量分析，推算得知柔性基礎之中央、角隅或剛性基礎最大沉陷量假設在基礎寬度(B=45.5m)分別約為 0.52、0.26 和 0.41cm，亦即本建物估計基礎沉陷量在 1cm 左右，又其差異沉陷量約為 1/18834。惟以上分析結果，乃供基礎設計初步參考，結構設計單位應依其實際配置與載重進行詳細之設計。

表 5-3(a) 建築物基礎構造設計規範之容許沉陷量之規定

構造物種類	混凝土	鋼筋混凝土		
基礎型式	連續基腳	單柱及聯合基腳	連續基腳	筏式基礎
總沈陷量(cm)	4	10	20	30

表 5-3(b) 角變量與建築物損壞程度表(Bjerrum,1963)

角變量	建築物損壞情形
1/600	斜撐之構架有受損之危險
1/500	建築物不容許裂縫產生之安全限度(含安全係數)
1/300	隔間牆開始發生裂縫(不含安全係數)
1/250	剛性之高層建築物開始有明顯傾斜
1/150	隔間牆及磚牆產生相當多的裂縫
1/150	可撓性磚牆之安全限度(含安全係數)
1/150	建築物產生結構性損壞

5.5 地盤垂直及反力係數推估

5.5.1 地盤垂直反力係數 K_v

垂直地盤反力係數為基礎荷重與沉陷量之比值，其影響基礎沉陷量之因數甚多，包括有載重、載重區域大小、基礎勁度、土壤勁度等等，在無進行平板載重或其他相關試驗下，可以下經驗式加以推估：

Vesic's Method

$$K_v = \frac{E_s}{B \times (1 - \mu^2)}$$

1. 黏性土壤

$$E = (250 \sim 500) \times S_u \dots \text{for N.C. clay}$$

$$K_v = (100 \sim 200) \times S_u$$

$$\text{取 } K_v = 150 \times S_u$$

2. 砂性土壤

$$K_v = E / [(1 - \mu^2) \times B] \quad (\text{t/m}^3)$$

$$K_v = 150 \times N \quad (\text{t/m}^3)$$

式中

E = 楊氏模數

μ = 柏松比

K_v = 垂直地盤反力係數， t/m^3

B = 基礎之寬度， m

S_u = 土壤不排水剪力強度， t/m^2

N = 土壤標準貫入試驗 N 值

此比值因應變之增加而減少，呈非線性之變化。因此，對一已知土壤其地盤反力係數並非常數，其值之變化除了與土壤之受力大小有關外，尚受基礎尺寸影響。依據 Terzaghi(1955)所提出之研究：垂直地盤反力係數隨基礎寬度之增大而減少，建議垂直地盤反力係數隨基礎尺寸修正之關係式如下：

$$K_{vs} = K_{vp} \times [(B + 0.3) / (2B)]^2 \text{ (適用於砂質土壤)}$$

$$K_{vs} = K_{vp} \times (0.3 / B) \text{ (適用於黏土質土壤)}$$

矩形基礎垂直地盤反力係數則以下式修正：

$$K_{vr} = K_v \times (1 + B / L) / 1.5$$

其中

K_{vs} = 方形基礎(尺寸： $B \times B$)垂直地盤反力係數， t/m^3

K_{vp} = 平鈹(尺寸： $0.3m \times 0.3m$)載重試驗所得之垂直地盤反力係數， t/m^3

B = 基礎寬度， m

L = 基礎長度， m

垂直地盤反力亦可依謝旭昇、程日晟(1996，地工技術 53 期)之建議，如表 5-4 所示。另外，參考張吉佐等(1996，台灣地區中北部卵礫石層工程性質及施工探討，地工技術)之資料，中部地區卵礫石之 K_v 值可達 25000 至 75000 t/m^3 。

表 5-4 以 N 值推估垂直地盤反力係數對照表(謝旭昇、程日晟)

土壤種類	SPT—N 值	Kv(t/m ³)
粘性土壤		
極軟	0—2	<500
軟弱	2—4	500—1000
中等堅實	4—8	1000—2000
堅實	8—15	2000—4000
極堅實	15—30	4000—8000
堅硬	>30	>8000
砂質土壤		
極疏鬆	0—4	<800
疏鬆	4—10	800—2000
中等密度	10—30	2000—6000
緊密	30—50	6000—8000
極緊密	>50	>8000
承載層	>50	8000—10000
註：本表適用於有束制之狀況。		

故本基地地層之垂直地盤反力係數方面，如表 5-5(a)所示。

表 5-5(a) 地層垂直地盤反力係數建議表

層次	範圍 m	N	垂直地盤反力係數 t/m ³
棕色細砂質粉土層	0.0~2.6	9	1350
卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層	2.6~21.0	100	25000

註：以上僅供初步參考，設計單位仍須依實際基礎形式、位置、工程規模等適當修正之。

5.5.2 地盤水平反力係數 K_h

地盤水平反力係作為擋土結構及基樁設計等參數用，就擋土結構之分析而言，水準地盤反力係數為側向土壓力與擋土結構變形量之比值，但土壤為非線性之材料，因此其值之推估須視擋土結構形式、勁度及其分析模式而定。以下之經驗公式可供分析參考：

1. 日本土質工學會公式

$$K_h = 5.6N \times B^{-0.75} \times Y^{0.5}$$

2. 趙基盛、陳福勝(1983)

$$K_h = K_0 \times B^{-0.25} \times Y^{0.5}$$

式中，

K_0 = 靜止土壓力係數，或依下式以土壤種類及標準貫入值而定

粘土層 $1.13N^{0.93}$

粉土層 $0.9N^{0.83}$

砂土層 $1.05N^{0.76}$

B = 基樁樁徑，擋土壁體、連續壁等採 1.0m

Y = 變位 cm

3. 趙基盛(1983)

$$K_h = (1.089 \times N \times B^{-0.75} + C_1 + C_2) Y^{0.5}$$

式中，

C_1 ：預力樁= 0.44，場鑄樁= 1.149

C_2 ：砂土層= 0.217，粉土層= 0，粘土層= -0.275

地盤水平反力係數尚可依據謝旭昇(1996)之建議，砂性土壤取 $100N \sim 150N(t/m^3)$ ，黏性土壤取 $150q_u \sim 300q_u(t/m^3)$ 進行設計。由魏水木之「台中地區卵礫石層地盤反力模數之研究」(1995)之研究成果認為，水平地盤反力係數為垂直地盤反力之 0.61 倍。故本基地地層之水平地盤反力係數方面，如表 5-5(b) 所示。

表 5-5(b) 地層水平地盤反力係數建議表

層次	範圍 m	N	水平地盤反力係數 t/m^3
棕色細砂質粉土層	0.0~2.6	9	1125
卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層	2.6~21.0	100	15000

註：以上僅供初步參考，設計單位仍須依實際基礎形式、位置、工程規模等適當修正之。

第6章、開挖擋土工程分析建議

6.1 開挖面穩定性檢討

本基地開挖作業，建議可採用支撐明塹開挖工法進行。開挖時，為避免對鄰近建物之影響，應於基礎開挖前，應確實調查鄰近建物之現況，並確認建築基地界線。必要時，於開挖前應打設鋼軌樁或其他適當之鄰屋保護支撐及配置設施，以避免造成鄰屋毀損，造成工程糾紛或危安事件。

開挖面穩定性應包括貫入深度、砂湧、塑性隆起及上舉等現象加以探討開挖安全性。因此，以下僅針對各狀況之開挖穩定性進行分析。

1. 擋土設施貫入深度之檢討

依「建築物基礎構造設計規範」第 8.8.1 條之說明，擋土設施應有足夠之貫入深度，使其於內外兩側之側向壓力作用下，具足夠之穩定性。貫入深度之安全性可由下式計算：

$$FS = \frac{P_p L_p + M_s}{P_a L_a} \geq 1.5$$

式中：

P_a = 最下階支撐以下之外側作用側壓力之合力(t/m)

L_a = P_a 作用點距最下階支撐之距離(m)

M_s = 擋土設施結構之允許彎矩值(t-m/m)

P_p = 開挖底面以下之內側作用側壓力之合力(t/m)

L_p = P_p 作用點距最下階支撐之距離(m)

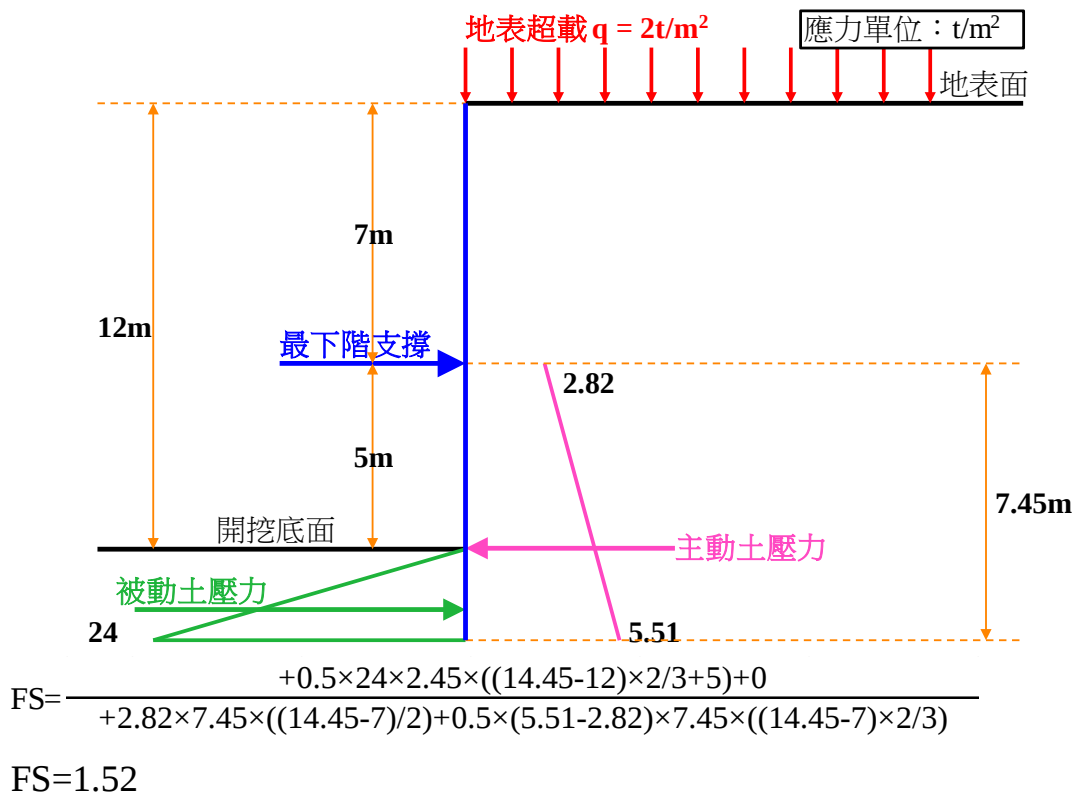


圖 6-1(a) 貫入深度分析示意

本基地預定開挖深度約為 GL：- 12.00m，當具有擋土支承(最下階支撐距開挖底面上 5.0m)，且地下水位降至開挖底面 1~2m 以下，且擋土結構貫入至開挖底面 2.45m 以下時，其安全係數可達法規 1.50 以上之要求(因地質非均質均向之天然材料，存有相當之不確定因數，且亦受工程規模、施工工法、程序及天災等不可抗力之情形控制，因此，本計算成果僅供參考，設計、監造及營造單位仍宜依現場作業情形適度調整並自行檢核作業安全性)。

2. 開挖底面隆起之檢討

依「建築物基礎構造設計規範」第 8.8.2 條之說明，隆起(Heaving)是指軟弱粘土地盤(如地盤改良時)，由於開挖背面土塊重量大於開挖底面下地盤承载力，地盤內土壤產生滑動，而在開挖底面上形成鼓起之現象，隆起之安全性可由下列公式計算：

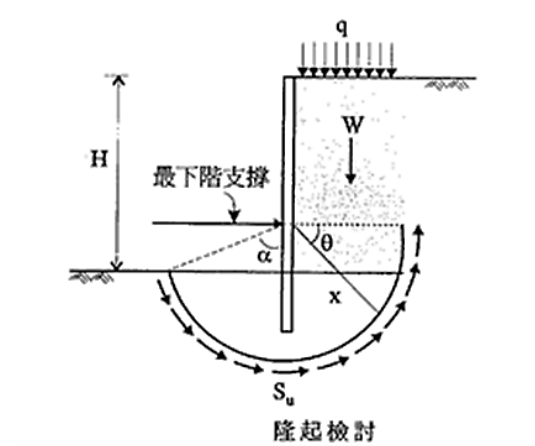


圖 6-1(b) 隆起分析示意

$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2} + \alpha} S_u(X'd\theta)}{W \frac{X'}{2}} \geq 1.2$$

$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{2\pi S_u}{\gamma H + q} \geq 1.2$$

式中，

M_r = 抵抗力矩(t-m/m)

M_d =傾覆力矩(t-m/m)

S_u = 粘土之不排水剪力強度(t/m²)

X' = 半徑(m)

W = 開挖底面以上，於擋土設施外側之 X' 半徑寬度內，土壤與地表上方載重(q)之重量和(t/m)

$\alpha < \pi/2$

本基地由於開挖範圍及其底面以下之地層，非屬軟弱黏土，故無隆起破壞之情形。惟工程中，仍須隨時注意開挖作業面之任何變動，且若有需要，應採分區開挖施工或移除部份周圍地盤，以減輕滑動面破壞力矩，並減緩隆起之影響性。

3. 水壓上舉力及水浮力分析

依「建築物基礎構造設計規範」第 8.8.4 條之說明，開挖底面下方土層中，如具有不透水層(如假設 CL 層為不透水層時)，且於此不透水層下方之透水層，其水頭較開挖面內之水頭為高時，該不透水層底面將承受上舉水壓力，此時應檢核其抵抗上舉破壞之安全性，並可依下列公式計算其安全性。

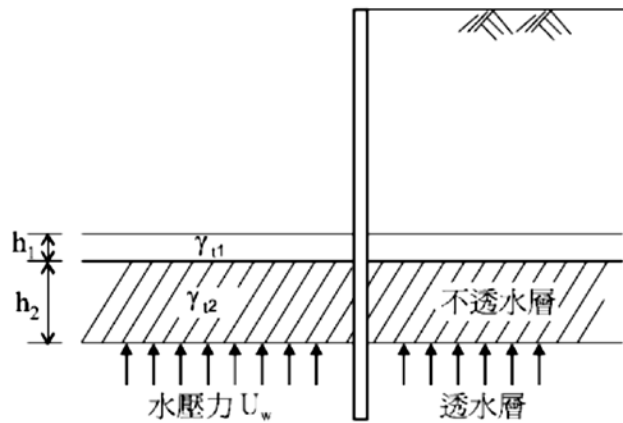


圖 6-1(c) 上舉分析示意

$$FS = \frac{\sum_i^n r_{ti} \cdot h_i}{U_w} \geq 1.2$$

式中：

γ_{ti} = 不透水層底面以上之各土層土壤總單位重(t/m^3)

h_i = 不透水層底面以上之各土層厚度(m)

U_w = 透水層頂部之水壓力(tf/m)

本基地執行開挖作業時，擋土壁體未由不透水層穿過透水層之情況，故無水壓上舉問題。

水浮力部份，若在高地下水位狀態(地表下 1.0m)，基礎層及地下室最大會受到 $11.0t/m^2$ 之浮力(常時地下水位之浮力為 $8.0t/m^2$)，故必須於開挖及基礎工程階段確實降低地下水位，以降低開挖面及地下水位面間水頭差造成對地下室及基礎之上浮力影響。若有必要或無法有效降低地下水位時，抗浮地

錨或抗拉拔樁等設施有必要列入設計考量。

4. 砂湧

依「建築物基礎構造設計規範」第 8.8.3 條之說明，如擋土壁下方為透水性佳之砂質土壤，且擋土壁未貫入不透水層時，即應檢討其抵抗砂湧之安全性。分析方法可用滲流解析公式臨界水力坡降解析方式、或以下兩公式分別計算，則其中貫入深度最大者為設計依據。

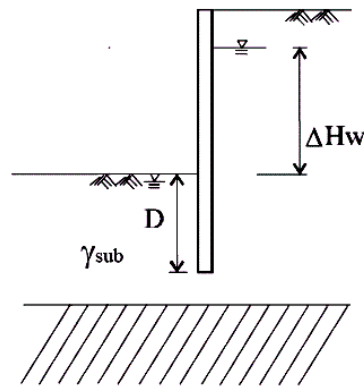


圖 6-1(d) 砂湧分析示意

$$FS = \frac{2\gamma_{sub}(D)}{\gamma_w(\Delta H_w)} \geq 1.5 \quad (1)$$

$$FS = \frac{\gamma_{sub}(\Delta H_w + 2D)}{\gamma_w(\Delta H_w)} \geq 2.0 \quad (2)$$

式中

γ_{sub} =砂質土壤之有效單位重(tf/m²)

D=擋土設施於開挖面下之貫入深度(m)

γ_w =地下水之單位重(tf/m²)

ΔH_w =擋土設施內外兩側地下水之水頭差(m)

在砂湧危害評估方面，依據建築技術規則規定，計算其安全係數如下：

$$FS = \frac{2\gamma_{sub}(D)}{\gamma_w(\Delta H_w)} = \frac{2 \times 1.1 \times 2.45}{1 \times 3.5} = 1.54 > 1.5$$

$$FS = \frac{\gamma_{sub}(\Delta H_w + 2 \times D)}{\gamma_w(\Delta H_w)} = \frac{1.1 \times (3.5 + 2 \times 2.45)}{1 \times 3.5} = 2.64 > 2.0$$

本基地執行開挖作業時，當擋土壁體之貫入深達開挖底面 2.45m 以下時，且基地開挖區域內外側水位差控制在 3.5m 以內時，砂湧危害發生機率可有效降低。但工程中仍須注意不預期之地下伏流水導致開挖穩定之可能性，且務必注意不具水密性之擋土壁體縫隙間之滲水及側壁砂湧(管湧)之情形。

6.2 擋土結構形式建議

設計擋土結構之側向壓力，應包含地表超載力、土壓力及水壓力，又可分施工時臨時擋土結構物之視土壓力及完工後之永久性結構物之側向靜止土壓力。開挖擋土措施主要包括擋土壁體及支撐系統。一般工程選擇應加以考量基地地質、開挖穩定性分析結果、工期工程成本、鄰屋狀況及對周邊之影響。常用之擋土壁體包括主樁橫板條、預壘樁、SMPW、擋土柱及連續壁等等。本基地在考慮地層特性及施工安全性，擋土設施工法可採用擋土柱，施工時需注意勞工安全及對基地周圍之影響(如噪音及振動等問題)。

表 6-1 各種擋土工法之比較

擋土方法	施工方法	適用地層	優點	缺點
主樁橫板條工法 (鋼軌 H 型鋼)	打撃式 震動式 油壓貫入 預鑽孔	堅實粘土層 開挖深度<8m	1. 施工簡單，安裝迅速 2. 成本較低 3. 鋼樁可拔起可重覆使用 4. 位置調整容易 5. 允許排水，減少側壓力 6. 隔板可配合開挖，逐步安裝	1. 施工中易於產生噪音及震動 2. 開挖面下方被動土壓小 3. 隔板不能完全防止細粒土壤漏失。 4. 排水後，地下水位降低造成鄰近地表沉陷。 5. 隔板必須迅速安裝，若工程進度不能配合，易使大量土方漏失。 6. 鋼樁拔除後，遺留空隙易造成鄰近地表沉陷。 7. 須要配合降水作業 8. 垂直精度差 9. 拔除後常留下空洞
鋼板樁	震動式 打撃式 油壓貫入	軟弱土層 開挖深度<8m	1. 如施工良好，可達阻水效果 2. 適用多種土壤情況，施工容易 3. 可重覆使用 4. 強度高，可具相當擋土能力。 5. 具柔性，可減低側向土壓力 6. 品質控制容易	1. 施工易有噪音及震動 2. 變形量大 3. 深度變大時，防水效果常無法達成 4. 礫質土層中無法應用 5. 拔樁時，遺留空隙大，必須迅速回填，且易造成鄰近地表沉陷
預疊排樁	空幹螺旋鑽	軟弱土層 開挖深度<10m	1. 施工簡單 2. 成本較低 3. 快捷	1. 水密性不良 2. 垂直精度差 3. 不宜超過 15m 長度 4. 深度增加時，排樁容易參差不齊，偏差變大。 5. 樁間之孔隙常導致土壤漏失 6. 對較深之開挖，排樁勁度不足，將產生較大之變位。
鑽掘排樁	衝擊式 鑽掘-無套管 鑽掘-有套管	各類土層 卵礫塊石地層 較不宜 開挖深度<15m	1. 剛性良好 2. 施工技術性要求不高。 3. 具相當之被動土壓力。 4. 堅硬之地層亦可裝設。	1. 水密性不良 2. 垂直度差 3. 昂貴 4. 用地較多
人工手掘樁 (擋土柱)	人工挖掘	卵礫塊石地層	1. 噪音、震動、污染等問題較小 2. 造價較省 3. 施工簡單可依工期需要增設工作面，可多組人員同時在多處位置同時施工	1. 安全性差 2. 工作條件差 3. 須要降水配合 4. 止水性差 5. 工期較長 6. 不適用於軟弱土層
連續壁	抓斗式 反循環式	各類土層 卵礫塊石地層 較不宜 開挖深度不限	1. 噪音量低、無震動 2. 施工良好時，防水及擋土效果極佳。 3. 剛性良好勁度高、變形小，可減少外側土壤移動。 4. 可用作永久性結構牆 5. 利用不同施工法，可適用於多種地層情況。	1. 成本高。 2. 需高度精密施工技術及管理。 3. 用地較多

6.3 側向土壓力設計

擋土牆結構設計所需之側向壓力分布可分設計施工時擋土結構所採用之臨時性側向壓力及設計永久性結構所採用之永久性側向壓力。

臨時擋土結構，一般在地表面呈水平，牆背面為垂直面，且可不考慮牆面摩擦時，該主動與被動土壓力之和可按下列公式計算：

$$\text{單位面積主動土壓力 } \sigma_a = k_a \gamma H$$

$$\text{單位面積被動土壓力 } \sigma_p = k_p \gamma H$$

$$\text{主動土壓力合 } p_a = \frac{1}{2} k_a \gamma H^2$$

$$\text{被動土壓力合 } p_p = \frac{1}{2} k_p \gamma H^2$$

其中：

$$\text{主動土壓力係數 } k_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$\text{被動土壓力係數 } k_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

γ = 土壤單位重，位於地下水位以下者，以浸水重計。

H = 牆之垂直高度

ϕ = 牆背土壤之內摩擦角

其中，基地地表下各地層之 k_a 及 k_p 如表 6-2(a)所示。

表 6-2(a) 本基地各地層之主動土壓力及被動土壓力係數

層次	範圍 (m)	ϕ (°)	k_a	k_p
棕色細砂質粉土層	0.0~2.6	29	0.347	2.88
卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層	2.6~21.0	45	0.172	5.83

地下室外牆長期側向土壓力部份，因地下室係構築於土壤中之結構體，其外牆周圍之土壤與外牆之互制作用，不同於一般地表上之擋土牆。其於平常時，牆體不會發生任何位移，所受之土壓力乃靜止土壓力。對於擋土牆牆背垂直且牆背地表面為水平之狀況，非凝聚性土壤之靜止土壓力係數之公式如下：

$$k_0 = 1 - \sin \phi$$

依基地之地表下各地層之 k_0 如表 6-2(b) 所示。

表 6-2(a) 本基地各地層之靜止土壓力係數

層次	範圍 (m)	ϕ (°)	k_0
棕色細砂質粉土層	0.0~2.6	29	0.515
卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層	2.6~21.0	45	0.500

註：依建築基礎構造設計規範，設計所採之 k_0 值不得低於 0.5，故採 $k_0 = 0.5$

另外，永久性結構物尚需考慮地震時期之動態土壓力，可依「鐵路明挖覆蓋隧道設計規範」第 4.5.2 節第(2)點公式(如下所示)計算：

$$\text{動態土壓力增量 } \Delta P = 0.375 \left(\frac{A_{max}}{g} \right) \times \gamma_s h$$

式中

ΔP = 動態土壓力增量(tf/m²)，平均作用於結構物深度範圍內

A_{max} = 工址最大水平地表加速度(cm/s²) = $0.4 \times F_a \times S_S^D \times N_A \times g$

γ_s = 結構物深度範圍內土壤平均單位重(t/m³)

h = 結構物之深度(m)，此深度係由設計地表面量起至結構物之底部止。

因此，於地震時，結構物深度達 12.0m，其增加之地震力(動態土壓力增量) ΔP 如下計算所示：

$$\Delta P = 0.375 \left(\frac{A_{max}}{g} \right) \times \gamma_s h$$

$$= 0.375 \left(\frac{0.4 \times 1.0 \times 0.8 \times 1.16 \times g}{g} \right) \times 2.074 \times 12.0 = 3.46 \text{ t/m}^2$$

對永久結構物之地下室而言，尚須考慮當擋土牆背後上層中有 H_w 高度之水位時，擋土牆背除承受側向土壓力之外，亦應計算牆背水位造成之水壓力，其合力作用點位於基礎底面以上水位高度(H_w)之三分之一處。因此，地下室外牆之短、長期側向土壓力如圖 6-2(a)~(b)所示。

$$F_w = \frac{1}{2} \gamma_w H_w^2$$

式中：

H_w = 牆背水位高度

γ_w = 水單位重

F_w = 牆背之水壓力合力

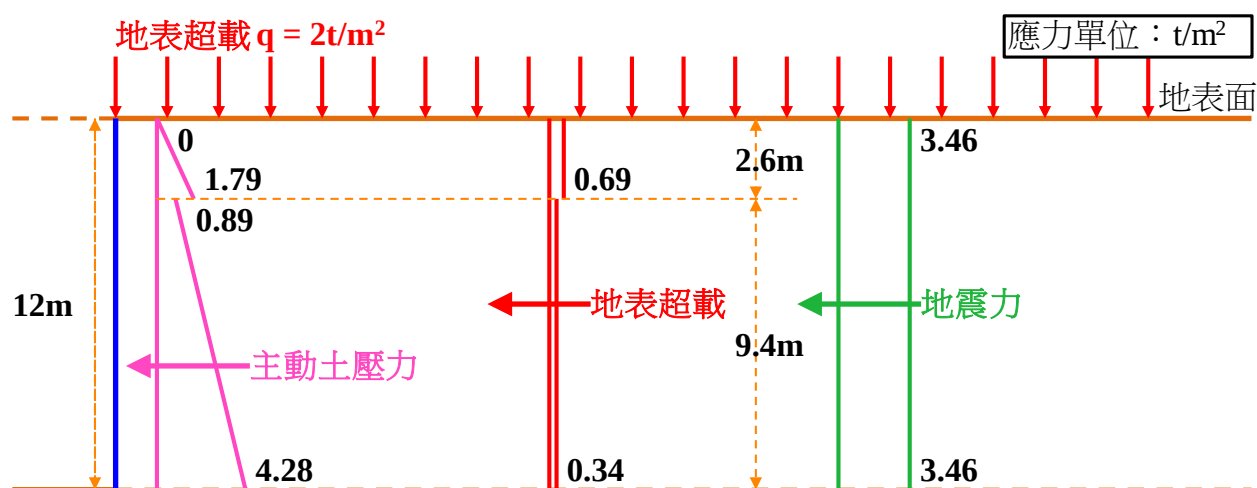


圖 6-2(a) 短期側向土壓力示意

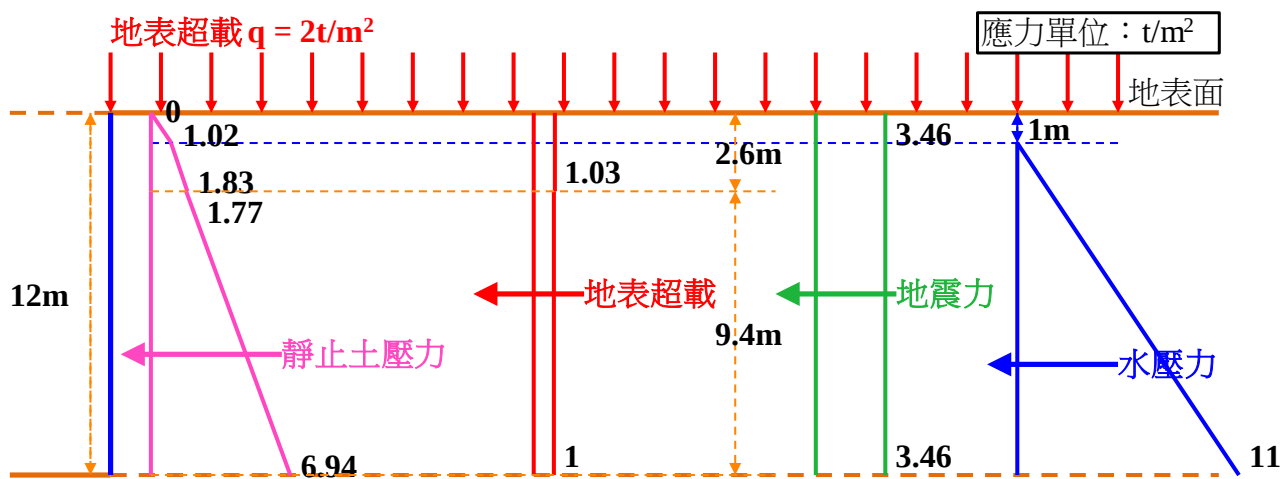


圖 6-2(b) 長期側向土壓力示意

6.4 支撐工法形式建議

一般支撐工法大致可分為內支撐、外支撐等工法。本工程如無特殊需求，建議採用水平型鋼支撐工法進行。

6.5 排水計畫建議

施工時，必須確實避免因地下水之滲流造成工程之危害，故必須擬定有效之排水計畫，並確實施行，以確保開挖作業之安全。一般排水計畫須依據地下水位、地層組成、水量、區域環境條件、土壤性質及地下水狀況來加以評估。排水工法則依據重力或強制型分類如下：

1. 重力型排水

- (1) 集水坑排水法
- (2) 明渠排水法
- (3) 暗渠排水法
- (4) 深井排水法
- (5) 西姆氏排水法

2. 強制型排水

- (1) 點井排水
- (2) 真空深井排水法
- (3) 真空吸引排水法
- (4) 電氣滲透排水法

本基地進行基礎開挖時，應會受到地下水位影響，故為保持開挖穩定及降低液化之可能，建議施工期間應繼續觀測地下水之狀況，且應確實將地下水位降低至開挖底面 1~2m 以下為宜。若有需要，本工程排水工法，在考量工程規模、經費及影響區域等因素下，建議可採用重力型排水工法。

第7章、施工安全建議

7.1 開挖監測系統示意

為瞭解基礎深開挖工程，對擋土結構、支撐系統、開挖面底部土壤之穩定及鄰近建築物之影響等，建議設置監測系統，根據監測系統之觀測資料，配合適當之監測頻率，作為開挖工程進行施工之依據，以確保開挖施工及鄰近建物之安全。茲就本工程進行時，可能使用之監測系統設置與觀測頻率說明如下：

1. 地下水位與水壓監測

深開挖中，地下水壓之升高往往造成開挖面之砂湧，因此為瞭解開挖期間基地內外地下水壓之變化情形，建議於相關弱面處(可能之主要滲水位置)埋設水壓計以觀測之。水位與水壓計之監測於不抽水狀況下，每週監測一至二次即可，但基地抽水時，應每天進行監測。

2. 建築物傾斜監測

通常設計擋土設施所應考慮者主要為側壓力之大小，而側壓力大小又受土壤性質、地下水位、支撐類別、擋土結構之剛性及土壤與結構變形量所控制，裝設傾斜變位計以明瞭基礎施工期間，擋土結構受基地開挖影響而產生側向位移與傾斜度大小，再由擋土結構之變形度，以確定施工期間擋土設施之安全度，進而控制施工之安全。於開挖前應先行量測建立初始值，自開挖工作進行起，至結構物完工止，約每兩天監測乙次，必要時可隨時進行監測。

3. 地錨荷重計

於地錨系統架設後，安裝在承壓板與錨頭之間，以觀測並分析地錨於開挖施工期間之應力變化情形，防止地錨因應力太大而遭致破壞。於地錨施加

預力前應先讀取初始值，平時每天監測乙次，必要時可隨時進行監測。

4. 地層水平移動監測

有關地層水平移動穩定性監測之儀器為傾度儀，該儀器係裝設於擋土壁內或擋土壁外土層內之傾度管。利用本儀器量測地層於開挖過程中之水平側向移動量、速率、方向、最大位移位置等以作為地層穩定性之評估。一般於工程開挖前即應先行量測並建立初始值，而後於開挖工作開始至地下結構物完成期間，各開挖階段之前後均應量測且水平支撐施加預力前後與拆除前後或每次澆置混凝土前後均須各監測乙次，平時則每週監測乙次，必要時可隨時進行監測。

5. 地表沉陷監測

為瞭解開挖施工期間鄰近建物或地面下陷情況，以作必要之改善或補強措施，並確保鄰近建物或公共設施之安全，茲於現場適當位置埋設沉陷觀測點，並作定期之觀測。一般於工程開挖前即應先行量測並建立初始值，開挖工作進行時，則每週至少監測乙次。

6. 土壓力、岩壓力監測

由於主客觀因素之影響，於分析設計階段之土壓力分析結果與擋土壁實際承受之主、被動土壓力常有出入，為瞭解實際土壓力分布狀況而分析開挖中擋土結構之安全性，本項監測有其必要性(平均設置，但於主要可能滑動面附近應增加設置點)。土壓計於擋土結構構築前即應先行量測以建立初始值，於開挖工作開始至地下結構物完成期間，每週約觀測兩次，必要時可隨時進行監測。

7. 地層垂直隆起監測

開挖面以下地層為粘土或粉土時，由於開挖解壓造成開挖面之隆起，有導致支撐系統瓦解，進而造成鄰近地層滑動或沉陷之虞，故應針對開挖面之隆起進行監測。於擋土結構構築前即應先行量測以建立初始值，於開挖工作開始至開挖結束 PC 澆置完成期間，每逢基地開挖前後均須監測乙次，平時約兩天觀測乙次，必要時可隨時監測之。

8. 擋土壁結構應力監測

本項監測之目的，在於利用鋼筋計量測擋土結構主鋼筋受力情況，以研判其承受應力是否超出其容許值、極限值等，以瞭解其安全性。於開挖工程進行前即應先行量測以建立初始值，於開挖工作開始至地下結構物完成期間，約每兩天監測乙次，必要時可隨時監測之。

9. 支撐系統受力監測

本項監測之目地在於利用荷重計或應變計量測支撐系統之受力安全性。水平支撐施加預壓前應先行量測初始值，爾後平時每天監測乙次，必要時可隨時監測之。

10. 監測管理值

監測項目、儀器、監測頻率、以及相關監測管理值，如管理值、警戒值及行動值建議值，可參考表 7-1(a)~(c)。相關監測設備如圖 7-1。

表 7-1(a) 開挖安全監測管理值之涵義與處理對策
(內政部建築研究所「建築物基礎施工大地監測計畫之作業準則」)

管理基準值	第一管理值 (注意值)	第二管理值 (警戒值)	第三管理值 (行動值)
安全性	安全	安全但需 加以注意	危險
概括之涵義	1. 監測值低於設計值或容許值某百分比(通常定 80%)。 2. 工地變化在預期範圍內。 3. 監測變化量正常。	1. 監測值低於設計值或容許值，但超過設定之百分比。 2. 工地變化在預期範圍內。 3. 監測變化量正常。	1. 監測值已超過設計值或容許值。 2. 設計規範所設定之安全係數或安全因素已開始降低。 3. 工地變化可能超過設計預期範圍。 4. 監測變化量可能出現異常現象。
應採取之處理對策	正常施工及監測。	正常施工及監測，但需注意監測值的變化趨勢。	1. 謹慎施工。 2. 加強監測，並注意監測值之變化趨勢是否正常。 3. 找出監測值變化異常原因，研判安全性，並開始擬定應變措施。 4. 暫停影響安全的施工項目。 5. 找出變化異常之原因，並立即採取應變及補救措施。 6. 密集監測，至監測值穩定正常為止。 7. 工程危機解除後再恢復正常施工。

表 7-1(b) 監測項目、設備及頻率建議

監測項目	儀器名稱	配置	監測頻率
擋土結構體變形及傾斜	傾度管	東西南北側各 1 支均佈四周	平時每週一次，每逢基地挖土前後觀測，支撐施加預力及拆除前後觀測，開挖階段每週至少二次，必要時隨時觀測
地下水位變化	水位觀測井	同上	平時每週二次，必要時每日二次
支撐應力及應變	應變計	每層 4 處 8 組，每組 2 隻	每日一次
鄰近建築物傾斜變位	建物傾度盤	裝設鄰房柱位	平時每週一次，必要時隨時觀測
道路及建築物沉陷量	沉陷觀測釘	個	平時每週一次，必要時隨時觀測
筏式基礎沉陷量	沉陷觀測釘	個	平時每十天一次，每層澆注混凝土前後

表 7-1(c) 擋土壁、支撐系統、地下水位及水壓力之建議管理值
(內政部建築研究所「建築物基礎施工大地監測計畫之作業準則」)

監測管理項目		注意值	警戒值	行動值
傾度管	擋土壁側位移	0.8 倍設計值	設計值	由鄰房容許沉陷量決定
	R.C.擋土壁撓曲度(臨時結構)	1/450	1/360	1/240
	R.C.擋土壁撓曲度(永久結構)	1/600	1/450	1/360
鋼筋計	擋土壁鋼筋應力(臨時結構)	0.8 倍容許應力	容許應力	1.25 倍容許應力
	擋土壁鋼筋應力(永久結構)	0.64 倍容許應力	容許應力	1.25 倍容許應力
支撐應變計	支撐軸力	0.8 倍容許軸力	容許軸力	1.25 倍容許軸力
	地錨拉力	設計拉力	1.1 倍設計拉力	1.2 倍設計拉力
	橫擋應力	0.8 倍容許應力	容許應力	1.25 倍容許應力
水位與水壓計	砂性土層之地下水位及水壓(砂湧安全係數)	FS=2.0 對應之水位及水壓	FS=1.5 對應之水位及水壓	FS=1.2 對應之水位及水壓
	砂性土層之地下水位及水壓(上舉安全係數)	FS=1.5 對應之水位及水壓	FS=1.2 對應之水位及水壓	FS=1.1 對應之水位及水壓

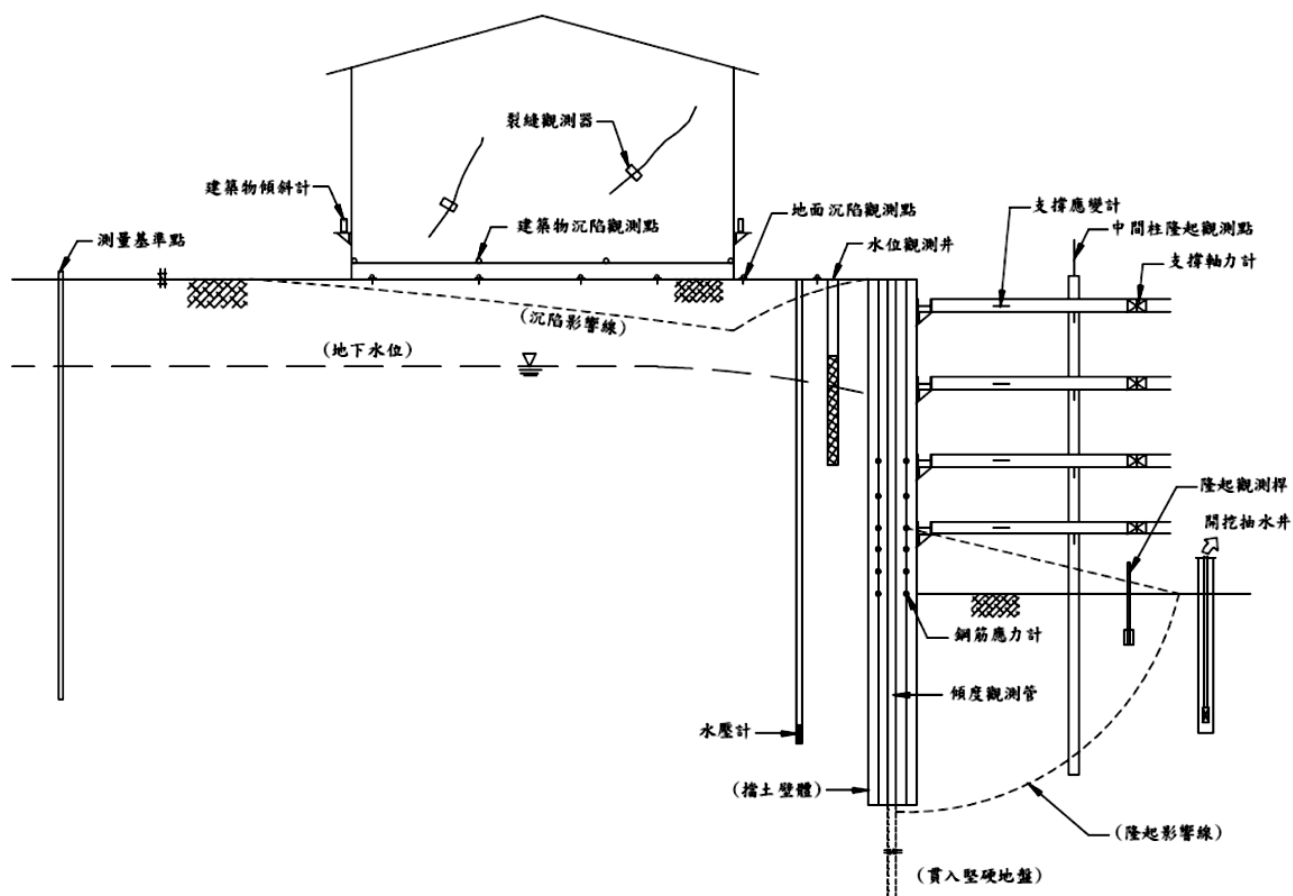


圖 7-1 開挖安全監測系統配置示意圖

(台北市土木技師公會，實用開挖擋土支撐工程設計手冊，2002)

7.2 鄰接建築物保護之建議

在基礎開挖作業上，為了防止鄰接建築物傾斜、龜裂、倒塌，應於開挖前實施保護工作。一般常見之保護方法如下，並請參見圖 7-2 所示。

1. 鄰屋之基礎下插入橫架材等，以版樁、主樁頭支撐(請參見①)。
2. 鄰屋柱(壁)下挖掘井狀孔，構築現鑄混凝土樁(請參見②)。
3. 鄰屋柱(壁)實施托底作業，壓入 H、I 等型鋼樁及附有接頭之混凝土樁(請參見③)。
4. 鄰屋柱(壁)外側打設承載樁，澆置接擊基礎混凝土以支撐(請參見④)。
5. 延著鄰屋之柱(壁)打入 H、I 型鋼(請參見⑤)。
6. 砂質地盤使用點井排水使鄰屋基礎整體水位下降，防止不等沉陷(請參見⑥)。
7. 鄰屋基礎下實施灌注砂漿、藥液、電氣固結等方法(請參見⑦)。
8. 與鄰屋之間距離相當大時，於擋土版樁外側打設二重版樁(請參見⑧)。
9. 壕溝式工法(請參見⑨)。
10. 版樁長度不夠長時，在版樁下再插入輔助樁(請參見⑩)。
11. 由版樁頂部或支撐上向鄰屋壁面架設撐材以支撐(請參見⑪)。

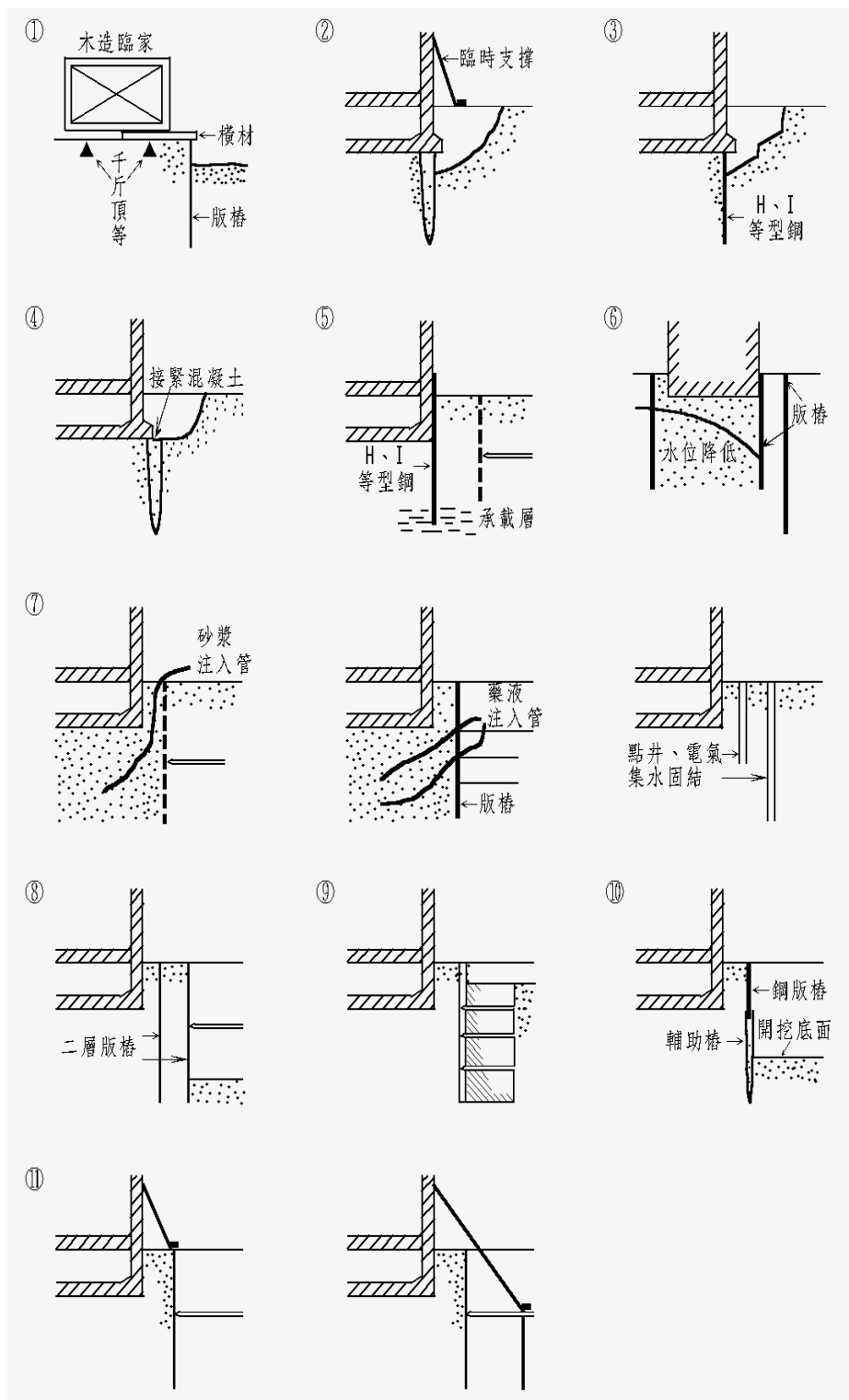


圖 7-2 鄰房保護工法示意

7.3 開挖時施工管理應注意事項

7.3.1 開挖前

1. 確實除去障礙物。
2. 確實實施鄰接建物之養護工作。
3. 遷移埋設物。
4. 設置開挖中各種測定作業所須之基準墨線。
5. 研判土壤性質，調查湧水量。
6. 預先拍取鄰接構造物現狀照片。
7. 確實處理基地內殘存舊水管、下水道等。

7.3.2 開挖中

1. 檢討開挖順序：在不妨礙開挖過程動線之條件下，應從卡車架台設置處先行開挖，而後再從距離棄土搬出口最遠處開始挖掘。
2. 自開挖完成處開始架設橫擋及支撐設施。
3. 維持邊坡之穩定：坡肩之寬度依地盤之性質而異，但最少在 2m 以上，所須斜坡面角度亦因地質而不同，一般是在 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之範圍內，有必要時應準備塑膠布遮蓋。
4. 周圍開挖之深度：以架設各段支撐前擋土壁不會發生變形為限，一般是在 2m~4m，注意不可超挖，特別應注意的是架設第一段支撐前，擋土壁之變形對周遭構造物影響甚巨。
5. 中央部份之開挖深度亦應根據邊坡穩定計算而作充分之檢討。
6. 集水坑處之開挖，須經常保持低於其他底面，俾收排水良好，易於挖掘之效。
7. 擋土壁之主樁間隔過寬，致使橫板跨徑過大時，即須採取橫擋。
8. 凡有滲水部份之橫板條背後應經常加以檢查。
9. 應事先備妥麻袋、舊棉被等，以防備意外之水流出。
10. 如湧水係出自上部 4m~5m 附近之橫板條時，則須由水質檢查，以確定

究係屬於自來水，抑或來自地下水道；一查明原因即應謀求對策。

11. 定期實施周圍沉陷之檢測。
12. 定期實施擋土壁變形之檢測。
13. 為避免挖鬆承載地盤，最後開挖之底面須留 30cm~50cm 之土層，以人力挖掘、整修。
14. 卡車架台之設置應配合開挖之進行。

7.3.3 開挖後

1. 湧水量多時須詳細檢討封閉抽水井之適當時間。
2. 若使用砂質土回填時，則須大量的水作充分灑水壓實；建議採用級配碎石料來回填。

第8章、結論及綜合建議

1. 本基地依據中央地質調查所公告資訊，本基地位屬之區域地質屬沖積層。本地層於地表有一層厚 1~3m 的表土，蓋在十公尺至數十公尺厚而普遍分布的砂質礫石層之上。
2. 根據現地地質鑽探調查、試驗及分析結果可確認，基地地層屬第一類堅實地盤。本基地建物基礎層座落於卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層為主體，其 SPT-N 值約為 >100，基礎層位置承载力約在 150.0t/m² 以上。
3. 根據經濟部中央地質調查所公佈之活動斷層資料中顯示，本基地距離最近之斷層為車籠埔斷層約為 4.5km、三義斷層約為 6.7km、大茅埔-雙冬斷層約為 11.3km、大甲斷層約為 14.5km。因此，本基地附近無足以構成法規認定為不可開發之虞的地質構造存在，惟須注意車籠埔斷層之近斷層效應。
4. 藉由現地地質調查成果可知，本基地地質係由回填雜土雜物層、棕色細砂質粉土層，以及卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層構成，相關地質參數建議值請參表 3-2。
5. 依據建築物耐震設計規範(100)規定，本基地地下水位以下之地層主要屬堅實(SPT-N>100)之卵礫石夾棕/灰色粉土質砂層，非屬法規定義之飽和鬆散砂土層，且地下水位相對較低，故發生液化之可能性相當低。另外，本基地位處平原區，除須注意車籠埔斷層之近斷層效應外，並無顯著之地質不利因素。
6. 本基地預定興建地上 1 層、地下 3 層之建物，開挖深度預定為 GL:-12.00m。根據工程地質鑽探調查之結果，考慮基礎承載層之穩定性，基礎形式可採用獨立基礎、聯合基礎或連續基礎，亦或為避免因液化或其他狀態造成不均勻沉陷或需要較大承载力之條件下，可採用浮筏式基礎。

7. 本基地開挖作業，建議可採用支撐明塹開挖工法進行。另外，本基地預定開挖深度約為 GL：- 12.00m，當具有擋土支承(最下階支撐距開挖底面上 5.0m)，且地下水位降至開挖底面 1~2m 以下，且擋土結構貫入至開挖底面 2.45m 以下時，其安全係數可達法規 1.50 以上之要求。
8. 本基地進行基礎開挖深度約為 GL：- 12.00m，因此，基礎開挖時應會受到地下水位影響，故為保持開挖穩定及降低液化現象之可能，建議於施工期間除應持續觀測地下水之狀況，並確實將地下水位降低至開挖底面 1~2m 以下為宜。

附 錄 (A)

鑽孔柱狀圖及一般物理性質試驗結果表

土壤一般物理試驗成果表

施工地點： 台中市東區花園段四段1等6筆地號

試驗日期： 2020-09-15

孔號	樣號	取樣深度 M	分類	顆粒分析			含水量 %	液性限 度 %	塑性限 度 %	塑性指 數 %	當地密 度 T/M3	比重 G	空隙比 e
				礫石 %	砂 %	泥黏土 %							
BH-1	S-1	1.20-1.50	ML	0	33	67	17	--	--	NP	1.96	2.68	0.60
BH-2	S-1	1.20-1.50	ML	0	44	56	15	--	--	NP	1.99	2.68	0.55
BH-3	S-1	1.20-1.50	ML	0	28	72	18	--	--	NP	1.98	2.68	0.60
BH-5	S-1	1.20-1.50	ML	0	39	61	18	--	--	NP	1.93	2.68	0.64
BH-6	S-1	1.20-1.50	ML	0	41	59	15	--	--	NP	2.02	2.68	0.53
BH-9	S-1	1.20-1.50	ML	0	30	70	15	--	--	NP	1.97	2.68	0.56

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-1 孔口高程：+ 71.40 m

鑽探日期：2020 / 09 / 16 地下水位：- 4.80 m

深度 M	柱狀 圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性 限度 %	塑性 限度 %	塑性 指數 %	當地 密度 T/M ³	比重 G	空隙 比 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
1		0.70M	回填雜土雜物														
2		2.20M	棕色細砂質粉土	9	S-1	ML	0	33	67	17	--	--	NP	1.96	2.68	0.60	
3			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0	卵石粒徑大於取樣管內徑 1 3/8 " ϕ											
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15				>100	S-0												

接次頁

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-1 孔口高程：+ 71.40 m

鑽探日期：2020 / 09 / 16 地下水位：- 4.80 m

深度 M	柱狀 圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性 限度 %	塑性 限度 %	塑性 指數 %	當地 密度 T/M ³	比重 G	空隙 比 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
16			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
17																	
18				>100	S-0	卵石粒徑大於取樣管內徑 1 3/8 " ϕ											
19																	
20				>100	S-0												
21	21.00M		鑽探終止	>100	S-0												
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-2 孔口高程：+ 71.41 m

鑽探日期：2020 / 09 / 15 地下水位：- 4.80 m

深度 M	柱狀圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性限度 %	塑性限度 %	塑性指數 %	當地密度 T/M ³	比重 G	空隙率 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土粘土 %								
1		1.30M	回填雜土雜物														
2		1.90M	棕色細砂質粉土	11	S-1	ML	0	44	56	15	--	--	NP	1.99	2.68	0.55	
3			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15		15.00M	鑽探終止	>100	S-0												

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-3 孔口高程：+ 71.41 m

鑽探日期：2020 / 09 / 16 地下水位：- 4.60 m

深度 M	柱狀圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性限度 %	塑性限度 %	塑性指數 %	當地密度 T/M ³	比重 G	空隙率 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土粘土 %								
1		0.60M	回填雜土雜物														
2		2.20M	棕色細砂質粉土	10	S-1	ML	0	28	72	18	--	--	NP	1.98	2.68	0.60	
3			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15				>100	S-0												

接次頁

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-3 孔口高程：+ 71.41 m

鑽探日期：2020 / 09 / 16 地下水位：- 4.60 m

深度 M	柱狀 圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性 限度 %	塑性 限度 %	塑性 指數 %	當地 密度 T/M ³	比重 G	空隙 比 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
16			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
17																	
18				>100	S-0	卵石粒徑大於取樣管內徑 1 3/8 " ϕ											
19																	
20				>100	S-0												
21	21.00M		鑽探終止	>100	S-0												
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-4 孔口高程：+ 71.39 m

鑽探日期：2020 / 09 / 14 地下水位：- 4.70 m

深度 M	柱狀圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性限度 %	塑性限度 %	塑性指數 %	當地密度 T/M ³	比重 G	空隙率 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土粘土 %								
1		0.70M	回填雜土雜物														
2		1.40M	棕色細砂質粉土	>100	S-0												
3			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15		15.00M	鑽探終止	>100	S-0												

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-5 孔口高程：+ 71.40 m

鑽探日期：2020 / 09 / 15 地下水位：- 4.90 m

深度 M	柱狀圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性限度 %	塑性限度 %	塑性指數 %	當地密度 T/M ³	比重 G	空隙率 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土粘土 %								
1		0.90M	回填雜土雜物														
2		1.90M	棕色細砂質粉土	8	S-1	ML	0	39	61	18	--	--	NP	1.93	2.68	0.64	
3			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15				>100	S-0												

接次頁

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-5 孔口高程：+ 71.40 m

鑽探日期：2020 / 09 / 15 地下水位：- 4.90 m

深度 M	柱狀 圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性 限度 %	塑性 限度 %	塑性 指數 %	當地 密度 T/M ³	比重 G	空隙 比 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
16			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
17																	
18				>100	S-0	卵石粒徑大於取樣管內徑 1 3/8 " ϕ											
19																	
20				>100	S-0												
21	21.00M		鑽探終止	>100	S-0												
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-6 孔口高程：+ 71.40 m

鑽探日期：2020 / 09 / 15 地下水位：- 4.90 m

深度 M	柱狀 圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性 限度 %	塑性 限度 %	塑性 指數 %	當地 密度 T/M ³	比重 G	空隙 比 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
1		1.20M	回填雜土雜物														
2		2.20M	棕色細砂質粉土	13	S-1	ML	0	41	59	15	--	--	NP	2.02	2.68	0.53	
3			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15		15.00M	鑽探終止	>100	S-0												

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-7 孔口高程：+ 71.42 m

鑽探日期：2020 / 09 / 16 地下水位：- 4.70 m

深度 M	柱狀圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性限度 %	塑性限度 %	塑性指數 %	當地密度 T/M ³	比重 G	空隙率 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
1		0.70M	回填雜土雜物														
1		1.40M	棕色細砂質粉土	>100	S-0												
2			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
3				>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15				>100	S-0												

接次頁

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-7 孔口高程：+ 71.42 m

鑽探日期：2020 / 09 / 16 地下水位：- 4.70 m

深度 M	柱狀 圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性 限度 %	塑性 限度 %	塑性 指數 %	當地 密度 T/M ³	比重 G	空隙 比 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
16			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
17																	
18				>100	S-0	卵石粒徑大於取樣管內徑 1 3/8 " ϕ											
19																	
20				>100	S-0												
21	21.00M		鑽探終止	>100	S-0												
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-8 孔口高程：+ 71.41 m

鑽探日期：2020 / 09 / 14 地下水位：- 4.70 m

深度 M	柱狀圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性限度 %	塑性限度 %	塑性指數 %	當地密度 T/M ³	比重 G	空隙率 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
		0.60M	回填雜土雜物														
1		1.10M	棕色細砂質粉土														
2			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
3				>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15		15.00M		>100	S-0												
			鑽探終止														

鑽探及試驗報告表

工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-9 孔口高程：+ 71.40 m

鑽探日期：2020 / 09 / 14 地下水位：- 4.90 m

深度 M	柱狀圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性限度 %	塑性限度 %	塑性指數 %	當地密度 T/M ³	比重 G	空隙率 e	備註
							礫 石 %	砂 %	粉土粘土 %								
		0.60M	回填雜土雜物														
1			棕色細砂質粉土	10	S-1	ML	0	30	70	15	--	--	NP	1.97	2.68	0.56	
2		2.60M															
3			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
4				>100	S-0												
5				>100	S-0												
6				>100	S-0												
7				>100	S-0												
8				>100	S-0												
9				>100	S-0												
10				>100	S-0												
11				>100	S-0												
12				>100	S-0												
13				>100	S-0												
14				>100	S-0												
15				>100	S-0												

接次頁

鑽探及試驗報告表

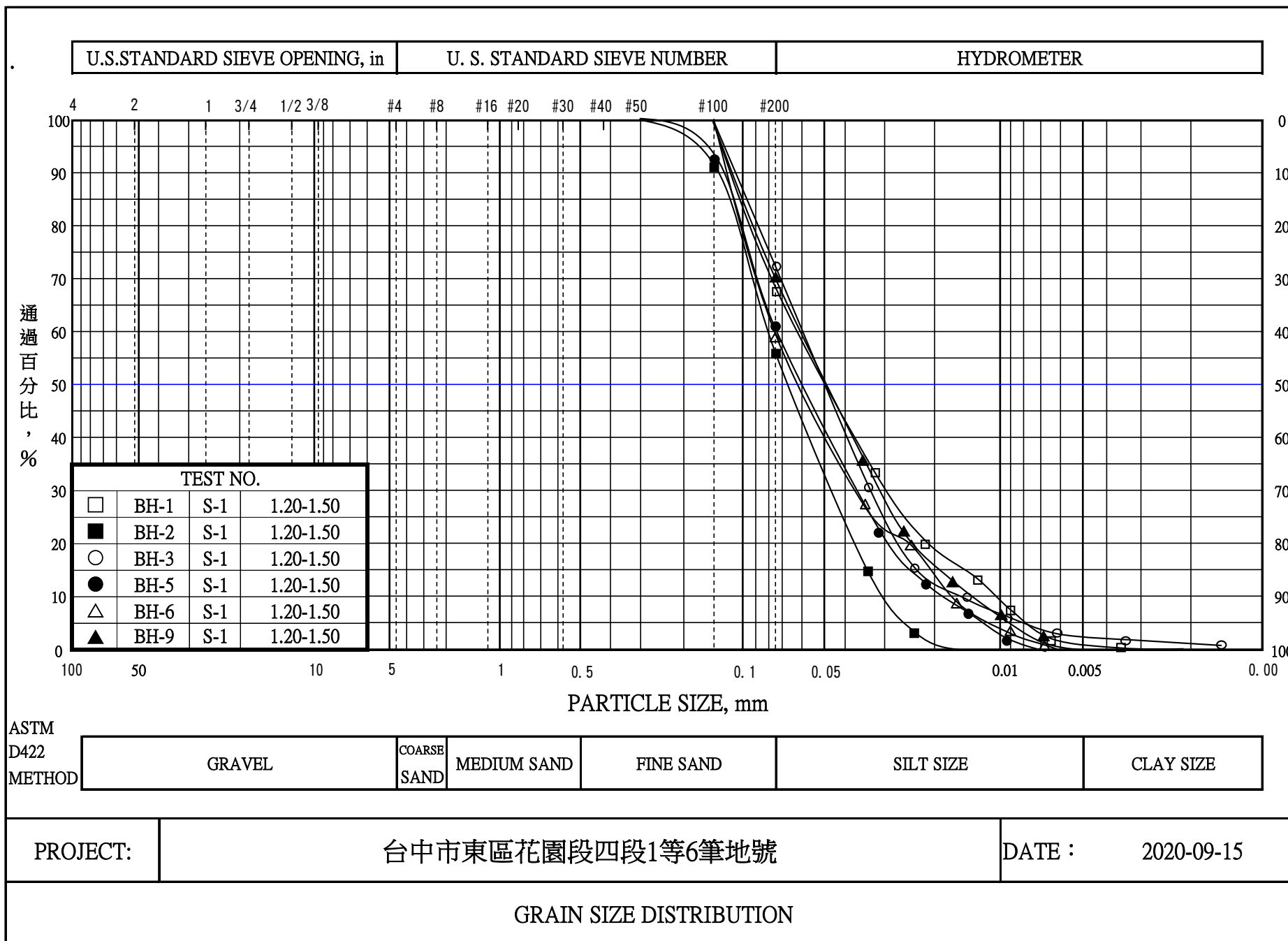
工程名稱：_____

工程地點：台中市東區花園段四段1等6筆地號

鑽孔編號：BH-9 孔口高程：+ 71.40 m

鑽探日期：2020 / 09 / 14 地下水位：- 4.90 m

深度 M	柱狀 圖 Log	標高 M	地質說明	擊數 N or	樣號 No	分類	顆粒分析			自然含水量 %	液性 限度 %	塑性 限度 %	塑性 指數 %	當地 密度 T/M ³	比 重 G	空 隙 比 e	備 註
							礫 石 %	砂 %	粉土 粘土 %								
16			卵礫石夾 棕/灰色粉土質砂 間偶夾有 10cm~30cm砂土	>100	S-0												
17																	
18				>100	S-0	卵石粒徑大於取樣管內徑 1 3/8 " ϕ											
19																	
20				>100	S-0												
21	21.00M		鑽探終止	>100	S-0												
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	
28																	
29																	
30																	



附 錄 (B)

施 工 彩 照



