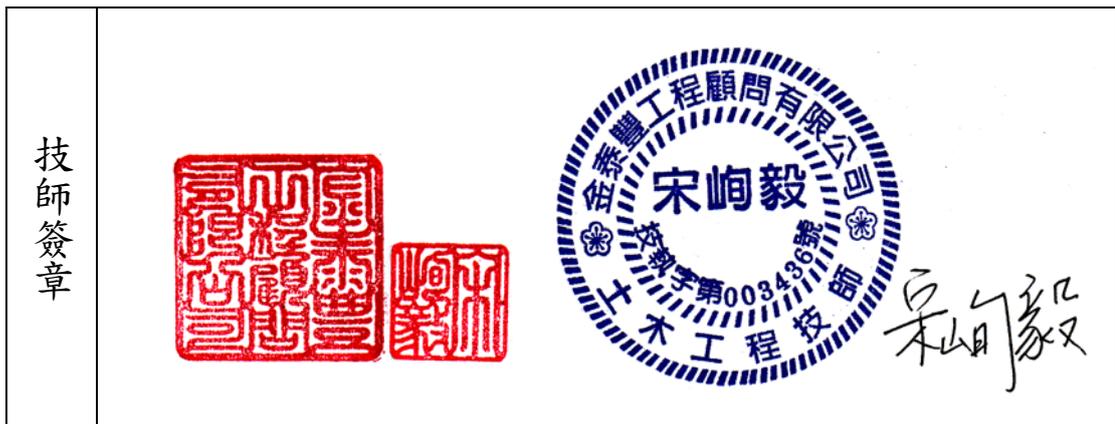


# 臺中市太平區永億段社會住宅興辦 計劃基地地質鑽探委託技術服務

## 地基調查報告書



承辦單位：固基鑽探有限公司

台中市大雅區永和路5-15號

TEL：(04) 2560-4101

FAX：(04) 2560-3935



中華民國 108 年 1 月

# 修正意見對照表

案名：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

項次	委員意見	意見回覆
<b>壹、</b>	<b>林委員慶昌</b>	
(1)、	報告書內回填層與覆土層土壤性質描述不完全相符，請修正一致。	修正回填層與覆土層土壤性質描述一致。修正 P4-1、表 4-5(P4-8)、P7-2。
(2)、	本案之近斷層之水平譜加速度係數建議參考即將修訂的新草案的數值修正相關係數，以確保後續結構耐震設計的安全性。	補充參考即將修訂的新草案之近斷層之水平譜加速度係數，修正 P3-8。
(3)、	本鑽探報告應補附取樣試體相關照片佐證。	補附取樣試體相關照片佐證，修正附錄 C。
(4)、	部分計算或數值未有詳細的計算式或說明，例如 P6-7 彈性沉陷計算及差異沉陷的說明，P6-2&6-3 承载力計算的 $\gamma_1$ ， $\gamma_2$ 的估算及建物總承載數值等。	補充計算式或說明，修正 P6-7，P6-2&6-3。
<b>貳、</b>	<b>紀委員富仁</b>	<b>紀委員富仁</b>
(1)、	報告內容應有合約委託項目及內容。	補充合約委託項目及內容，修正 P2-8。
(2)、	報告書內容之 GL 與建物設計圖之 GL 是否相符，應量化高程說明。	各鑽孔 G.L. 之高程可參考附錄 A 鑽孔標高，以下未聲明之 G.L. 高程統一採用 71.3m，量化高程說明於 P4-1。
(3)、	P2-1、P2-2 節之第 5 行，應為 2 孔非 4 孔。	修改為 2 孔，修正 P2-1、P2-2 節之第 5 行。
(4)、	P3-1 本基地位於全新世沖積層，其它地層構造放於報告書之目的。	刪除其它地層構造，修正 P3-1。
(5)、	P2-4、P2-6 節第 1 行，應為“鑽孔”，非“針孔”。	修正 P2-6、P2-6 節第 1 行
(6)、	P5-4、P5-3 節第 2 行及第 3 行，“ $S_{ds}$ ”、“ $S_{ms}$ ”應為“乘”非“次方”，下方算式亦同。	修正 P5-4、P5-3 節。
(7)、	P1-1、P6-2 建物為“地上 12 層”或“7 層或 8 層”請再確認。	經確認北基地為地上 8 層，南基地為地上 7 層，修正 P1-1、P6-2。
(8)、	P6-2 基礎座落於“第 3 層”，請確認文字說明是否適當。	修正基礎座落於卵礫石層，修正 P6-2。
(9)、	P6-3 第 2 行，建築物總載重 $q < q_{all}$ ，承载力足夠，請說明結果之依據。	經計算建築物總載重 $q < q_{all}$ ，修正 P6-3。

(10)、	P6-7 建築物平均單位總載重是 $10.8\text{t/m}^2$ 或 $16.5\text{t/m}^2$ ，請確認。	經確認建築物平均單位總載重是 $16.5\text{t/m}^2$ ，修正 P6-7。
(11)、	P6-7 第 6 行，“彈性沉陷”文字是否正確？另使用之公式與 P6-5 所介紹不同，建議要一致。	修正文字為瞬時沉陷，將 P6-5 公式保守假設以簡化計算，修正 P6-7。
(12)、	P6-12 穩定分析之內容是否依核定之建物檢核？	穩定分析之內容依核定之建物檢核，修正 P6-12。
(13)、	P7-3 抽水計畫是否需要？請問水位以 GL 下的多少公尺為依據。	常水位採用 G.L. -12m，開挖深度 10m，基地開挖面在地下水位以上，尚不須考慮抽水計畫。
(14)、	地質調查報告書應有“技師簽章”欄位。	新增“技師簽章”欄位。
(15)、	2 孔鑽探深度 30m 深之依據為何(BH-3、BH-7)。	依據「建築物耐震設計規範」第 2.4 節規定，依工址地表面下 30 m 內之土層平均剪力波速 $V_{s30}$ 決定之，故南基地及北基地各為 1 孔(BH-3、BH-7)鑽探深度 30m 深。
參、	工程開發科	工程開發科
(1)、	P6-11、P6-12 貫入深入分析是否考量臨房地表加載請再確認，圖 6-3 分析圖太小不清楚。	考量臨房地表加載 $4\text{t/m}$ ，修正放大圖 6-3 分析圖。
(2)、	標準貫入試驗 N 值結果，請再補充。	補充標準貫入試驗 N 值結果，修正附錄 A。

## 目 錄

目 次	頁 次
第一章 前言 .....	1-1
第二章 工作內容 .....	2-1
2-1 基地概況 .....	2-1
2-2 鑽探位置 .....	2-1
2-3 現場地質鑽探 .....	2-4
2-4 土壤試體取樣與岩心整理 .....	2-4
2-5 現場試驗工作 .....	2-5
2-6 地下水位觀測井埋設與觀測 .....	2-6
2-7 室內試驗 .....	2-6
2-8 合約委託項目及內容 .....	2-8
第三章 區域地質資料調查 .....	3-1
3-1 地形概況 .....	3-1
3-2 地層構造 .....	3-1
3-3 區域地質構造 .....	3-2
3-4 地震與活動斷層研判 .....	3-5
3-5 環境地質影響評估 .....	3-5
第四章 基地地質及工程性質 .....	4-1
4-1 地層分佈 .....	4-1
4-2 基地地質 .....	4-1
4-3 地下水位概況 .....	4-5
4-4 地層力學試驗結果 .....	4-5
4-5 工程性質參數建議 .....	4-6
4-6 地盤種類 .....	4-9
第五章 地震液化潛能評估 .....	5-1
5-1 台灣地區地震概況 .....	5-1
5-2 土壤液化的機制 .....	5-3
5-3 水平譜加速度係數 .....	5-4
5-4 液化潛能評估結果 .....	5-4
5-5 地震力分析 .....	5-8
5-6 液化地層土質參數之折減 .....	5-8
5-7 液化危害度分析 .....	5-8
第六章 大地工程分析 .....	6-1
6-1 基礎型式選擇及建議 .....	6-1
6-2 基礎承载力分析 .....	6-1
6-3 沉陷量分析 .....	6-5

6-4 基礎底部上舉力分析 .....	6-8
6-5 側向土壓力分析及開挖底面穩定性之檢討 .....	6-8
6-6 基礎施工應注意事項建議 .....	6-19
6-7 地盤改良之需要性及對改良方式建議 .....	6-19
第七章 結論與建議 .....	7-1
7-1 綜合結論 .....	7-1
7-2 建議事項 .....	7-5
附錄：	
附錄 A 鑽孔地質柱狀圖 .....	A
附錄 B 試驗報告 .....	B
附錄 C 施工照片 .....	C

## 圖 目 錄

圖號說明	頁 次
<b>第二章</b>	
圖 2-1 基地位置圖 .....	2-2
圖 2-2 鑽孔位置圖 .....	2-3
<b>第三章</b>	
圖 3-1 基地區域地質圖 .....	3-6
圖 3-2 基地鄰近斷層圖 .....	3-7
圖 3-3 環境地質圖 .....	3-11
<b>第四章</b>	
圖 4-1 基地地質圖 .....	4-2
圖 4-2a 地層柱狀剖面圖(A-A') .....	4-3
圖 4-2b 地層柱狀剖面圖(B-B') .....	4-4
<b>第五章</b>	
圖 5-1 臺灣地區地震活動七分區邊界圖 .....	5-3
圖 5-2 基地土壤液化潛勢查詢 .....	5-6
圖 5-3 新日本道路橋液化評估法分析流程圖 .....	5-7
<b>第六章</b>	
圖 6-1 壓密沉陷量計算示意圖 .....	6-6
圖 6-2 擋土設施土壓力平衡 .....	6-11
圖 6-3 臨時性開挖底面穩定性分析圖 .....	6-12
圖 6-4 隆起檢討 .....	6-13
圖 6-5 砂湧檢討 .....	6-14
圖 6-6 臨時土壓力及水壓力 .....	6-18
圖 6-7 永久土壓力及水壓力 .....	6-18

## 表 目 錄

表號說明	頁 次
<b>第二章</b>	
表 2-1 鑽探數量統計表 .....	2-10
<b>第三章</b>	
表 3-1 距離場址半徑 20 Km 圖幅範圍內活斷層一覽表 .....	3-8
表 3-2 一般工址短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 $S_s^D$ 與 $S_1^D$ ，以及工址短週期與一秒週期之最大考量水平 譜加速度係數 $S_s^M$ 與 $S_1^M$ .....	3-8
表 3-3(a) 短週期結構之工址放大係數 $F_a$ .....	3-9
表 3-3(b) 長週期結構之工址放大係數 $F_v$ .....	3-9
表 3-4 中央地質調查所調查第一類活動斷層性質表 .....	3-9
表 3-5(a) 一般工址或近斷層區域之工址設計水平譜加速度係 數 $S_{aD}$ .....	3-10
表 3-5(b) 一般工址或近斷層區域之工址最大水平譜加速度係 數 $S_{aM}$ .....	3-10
表 3-6 近車龍埔斷層調整因子 $N_A$ 與 $N_V$ .....	3-10
<b>第四章</b>	
表 4-1 土壤力學試驗總表 .....	4-5
表 4-2 黏性土壤 $N$ 值與無圍壓縮強度之關係 .....	4-6
表 4-3 砂性土壤 $N$ 值與摩擦角之關係 .....	4-6
表 4-4 垂直地盤反力係數 $K_v$ 與 SPT- $N$ 值關係 .....	4-7
表 4-5 各地層簡化設計用建議參數表 .....	4-8
<b>第五章</b>	
表 5-1 液化潛能指數危害度及抗液化措施 .....	5-9
<b>第六章</b>	
表 6-1 支承力因數 .....	6-4
表 6-2 容許沉陷量 .....	6-7
表 6-3 角變量與建築物損壞程度 .....	6-8

## 第一章 前言

建築及工程規劃設計之初，最重要為掌握基地之工程性質，因此先期的地基調查是首要工作。

本案為臺中市太平區永億段社會住宅新建工程，基地地號為臺中市太平區永億段 3 及 20 地號，擬新建建築物為北基地為地上 8 層、地下 2 層之鋼筋混凝土構造，南基地為地上 7 層、地下 2 層之鋼筋混凝土構造計畫基礎深度為 10 公尺。

業主為辦理「臺中市太平區永億段社會住宅興辦計畫基地地質鑽探委託技術服務」地基調查，乃委託固基鑽探有限公司（以下簡稱本公司）辦理地質鑽探及試驗工作，評估工址之地層狀況，以作為日後設計及施工之依據。

依據建築技術規則規定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，應設一處調查點，每一基地至少二處。本案基地面積為 4691.02 平方公尺，經計算如下。

$4691.02/600=7.82$ ，故調查點至少 8 處。

經彙整以上本基地地基調查方式採用地質鑽探 8 孔。

本報告書即針對「臺中市太平區永億段社會住宅興辦計畫基地地質鑽探委託技術服務」地基調查之工作成果彙編成地基調查報告書，包含工作內容、區域地質資料調查、基地地質及工程性質、地震液化潛能評估、大地工程分析等敘述如後，最後綜合上述結果提出結論與建議，以供參考。

## 第二章 工作內容

### 2-1 基地概況

基地座落於臺中市太平區永億段 3 及 20 地號，分別鄰長億路道路北側及南側，出入交通良好，位置詳見圖 2-1，面積為 2958.78 平方公尺及 1732.24 平方公尺，總面積為 4691.02 平方公尺。基地現況為空地，地勢平緩，為良好的建築用地，周邊鄰近建築物為 3~4 層 RC 透天別墅。

### 2-2 鑽探位置

基地總共施作 8 孔，依面積分配，永億段 3 地號土地面積為 2958.78 平方公尺，總計 5 孔，1 孔鑽孔深度為 30M (BH-3)，其他 4 孔鑽孔深度為 15M (BH-1~BH-2 及 BH-4~BH-5)。永億段 20 地號土地面積為 1732.24 平方公尺，總計 3 孔，1 孔鑽孔深度為 30M (BH-7)，其他 2 孔鑽孔深度為 15M (BH-6 及 BH-8)，鑽探孔位詳見圖 2-2。



圖 2-1 基地位置圖

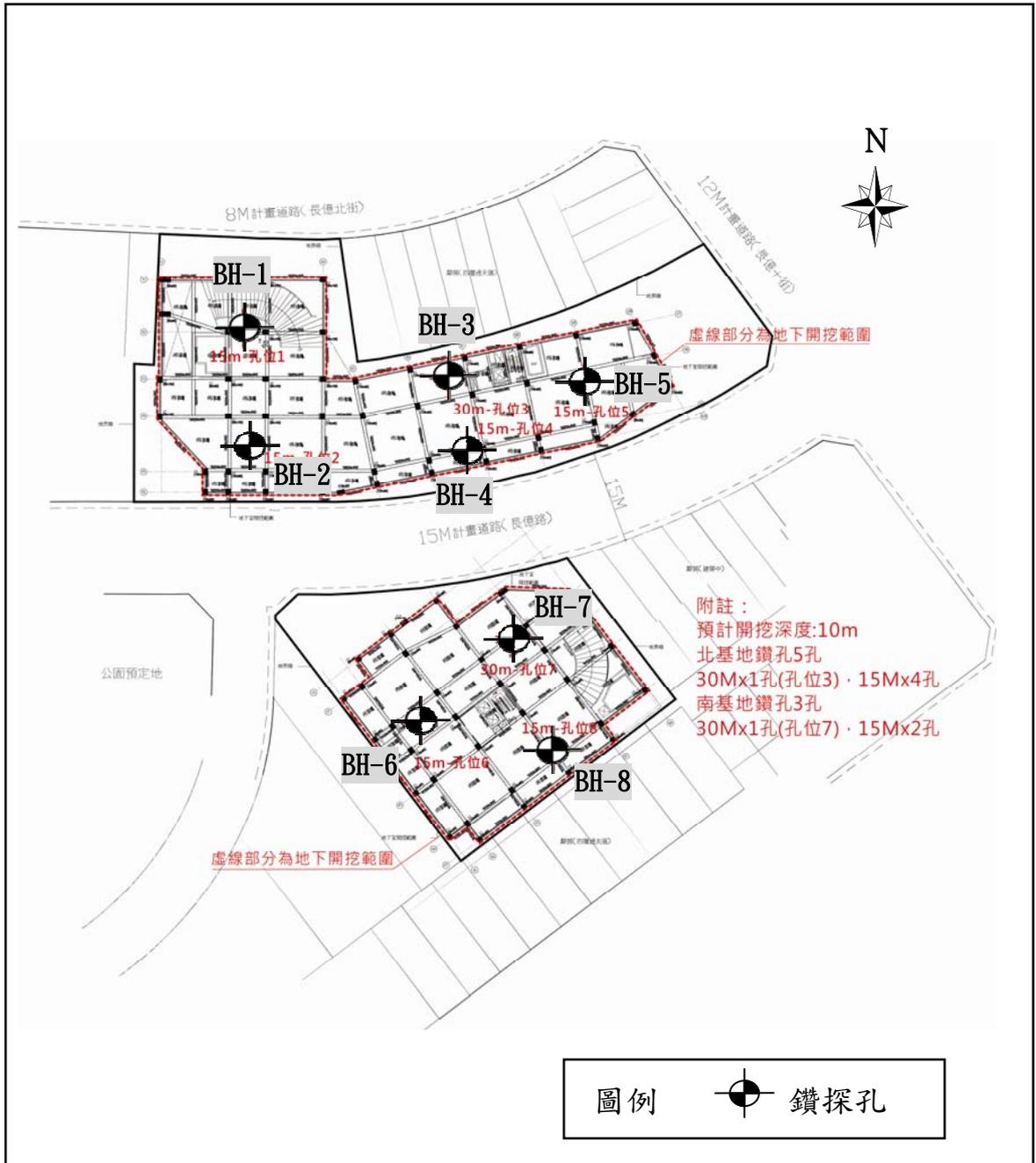


圖 2-2 鑽孔位置圖

## 2-3 現場地質鑽探

現場地質鑽探工作採用衝擊式鑽堡施作，有關施鑽方式說明如下。

1. 鑽探方法於一般土層及卵礫石層係採用衝擊法 ( Percussion Boring ) 進行。如遇岩層則採用旋鑽 HQ wireline 三套岩心管取樣。
2. 遇水或塌孔時以皂土，或施放套管保護孔壁。

鑽探完成後隨即進行鑽孔地質記錄，製作鑽孔地質柱狀剖面圖詳見附錄 A。

## 2-4 土壤試體取樣與岩心整理

### 1. 土壤試體取樣

土壤試驗之試體，係依試驗種類而分為擾動及不擾動取樣，一般擾動取樣係供土壤一般物理性試驗之用，茲將其分別敘述如下：

#### 1.1 擾動取樣

依 ASTM D-1586 之規定，先將套管打入預定取樣位置上六十公分，以側向沖水之魚尾鑽清孔至預定取樣位置，改用標準分裂式取樣器打入土層中，採取原狀土樣，取樣區間通常不超過 2 公尺，且取樣處均在套管底端六十公分以下。每次取得土樣除將代表性部份（通常為中間二個銅圈）立即密封標示送回試驗室，供一般物理指數性質試驗外，其餘部份當場以目視或手指觸覺，檢視土樣之組織、稠度、結構、顏色、深度、數量及其他特徵記錄於工地報表中。

#### 1.2 不擾動取樣

按上述方式清孔至預定取樣位置後，用油壓機將合乎 ASTM 規定採取不擾動土樣，壓入深度不大於薄管長度，經五分鐘後將薄管取樣器扭轉 180 度再緩緩抽出。取樣器拔出後立即將上端鬆軟部份清除，下端則挖取長 25 公釐之土樣供現場目視分類用，然後丈量樣品長度、標示孔號、深度及位置，再於兩端放置不透水墊板封臘及封套後送回試驗室，以提供土壤力學試驗之用。

## 2. 岩心整理

連續取樣鑽得之岩心，均依序逐米放置岩心箱內，放置過程中，遇岩心流失或取作試驗時，均以保麗龍填補並註明原因，並於箱上標明工程名稱、孔號、箱號及深度。

### 2-5 現場試驗工作

#### 1. 標準貫入試驗

鑽探過程中，依規定於土礫石層鑽孔中，每隔 1.5 公尺及土層變化處辦理標準貫入試驗一次。施行標準貫入試驗之前，孔底之鑽屑均需清除乾淨，再將符合 ASTM-1586 之標準分裂式取樣器裝上鑽桿，放至孔底，於鑽桿上端連接附裝鐵墊之滑桿，再將 140 磅重夯錘套入滑桿內，使其自由落下且均勻夯擊鐵墊。

每次夯錘自由落下之高度為 760 公釐，並計算夯擊標準分裂式取樣器貫入土層 305 公釐之錘擊數。夯擊之錘擊數分二次計算，先預打貫入土層 153 公釐後再重新開始計數，每貫入 153 公釐分別記錄一次，直到再貫入總深度 459 公釐為止，後兩次貫入 153 公釐之錘擊數超過 100 次時，則記錄 100 次所貫入之深度。標準貫入試驗結果，請參見附錄 A。

## 2-6 地下水位觀測井埋設與觀測

為瞭解基地內地下水位分佈情形，乃在各鑽孔完成後分別埋設 25.4 公釐之 PVC 管，管底端約 1.5 公尺長之管壁加鑽透水孔六排，孔徑 3 公釐，上下子距約 8 公分且被覆細目尼龍網。觀測井於安置妥當後翌日即觀測並持續觀測約 24 小時並記錄之，地下水位之量測以電子水位計放入孔內，當接觸水時由地面之指示器的指針、燈號、音響感知由電纜線上之標示讀出水面深度。

為瞭解基地之地下水位及水壓分佈情形，在各孔鑽探工作完成後皆埋設觀測井。觀測井觀測結果各個鑽探孔之地下水位於調查期間之結果詳見第四章。

## 2-7 室內試驗

現場鑽探所取得之劈管土樣、薄管土樣，經妥善之裝運後，隨即送回合格試驗室以進行各項試驗，茲將室內一般物理性質試驗詳述於後。

### 1. 一般物理性質試驗：

試驗項目包括含水量測定、單位重測定、孔隙比測定、比重計分析、篩分析、比重測定及阿太堡限度測定等。

#### 1.1 含水量測定：

依照 CNS 5091 及 ASTM D2216 規定步驟進行，選取約一百公克左右土樣，置於烘箱（ $105 \pm 5$  °C）內二十四小時後測定。

#### 1.2 單位重測定：

由精密上皿天平量取試驗土樣之重量除以量得試樣體積得之。

#### 1.3 顆粒粒徑分佈曲線：

顆粒粒徑分佈試驗包括比重計分析與篩分析試驗。試驗步

驟依照 CNS 11776 及 ASTM D421 與 ASTM D422 規定進行。試驗時取烘乾土樣 45 公克置於抗凝劑 ( Sodium Hexametaphosphate ) 溶液中 24 小時後再經電動攪拌後置入 1000 cc 沉澱筒內，並於不同歷時量取比重計讀數。經 24 小時之沉澱後，再將水土混合液倒入 200 號篩網內洗去過篩顆粒，再予烘乾置於篩網系列搖晃 5~10 分鐘進行篩分析試驗。

#### 1.4 比重測定：

土樣之比重為土粒重量與同體積蒸餾過水重量之比值。測定比重之試樣均為烘乾試樣，其重量為 45 公克，試驗步驟依照 CNS 5090 及美國材料試驗學會標準 ( ASTM D854 ) 規定實施。

#### 1.5 阿太堡限度試驗：

本試驗係依照 CNS 5088 及 ASTM D4318 規定進行。取通過 40 號篩之自然土樣放入容器加水拌合，放入液性試驗儀擊打以測定液性限度。而塑性限度則係在毛玻璃上將土樣揉搓成直徑 3mm 之圓柱條狀，並且正好龜裂之含水量。

#### 1.6 孔隙比測定：

孔隙比測定係由單位重、含水量及比重等計算而得，其計算式如下所示：

$$e = \frac{(1+w) \times G_s \times \gamma_w}{\gamma_t} - 1$$

式內

$e$  = 孔隙比

$\gamma_t$  = 土壤之單位重

$w$  = 含水量

$G_s$  = 土粒之比重

$\gamma_w$  = 水之單位重

### 1.7 土壤工程分類：

依照 CNS 12387 及 ASTM D2487 之統一分類法進行。

### 2. 力學性質試驗：

#### 2.1 土壤直接剪力試驗：

試驗前土壤以銅絲修裁出厚度為 2 公分之試體，每一組試驗取三個試體分別施加 1.0 、 2.0 及 3.0 kg/cm<sup>2</sup> 之垂直壓力壓密至之垂直變形量極微或不變時，再視土壤特徵與試驗以 0.04~0.15 cm/min 之剪動速率進行剪力試驗，直至破壞為止。試驗步驟係參照美國材料試驗學會標準 (ASTM D3080) 規定進行。

#### 2.2 土壤無圍壓縮強度試驗：

依據 CNS 12384 及 ASTM D2166。將 3"  $\phi$  薄管所取得之不擾動粘性土壤試體，裁成大小約為 7.00cm  $\phi$  x 14.50cm，以應變控制 (Strain Control) 加壓，試驗時應變之速度約為 2.34mm/min。以壓力環測試體所之荷重，測微錶量度試體之軸向變形，直至試體破壞或軸向變形達 20% 時為止。

## 2-8 合約委託項目及內容

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，現場人員配置至少 2 人，1 人負責機台鑽機，1 人負責接管，進行相關基礎工程分析及開挖方式建議等，合約鑽探數量為北基地鑽孔 5 孔 (30Mx1 孔，15Mx4 孔)，南基地鑽孔 3 孔 (30Mx1 孔，15Mx2 孔)，有關鑽探數量統計彙整如表 2-1。委託項目及內容如下敘明。

### 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) 基礎承载力及沈陷
- (5) 開挖穩定性分析
- (6) 開挖及擋土結構形式建議
- (7) 側向土壓力設計
- (8) 排水計畫建議
- (9) 開挖、監測系統及施工安全建議及參考

## 3. 現場調查、試驗

- (1) 孔口高程測量
- (2) 水位觀測井
- (3) 標準貫入試驗(N 值)

## 4. 試驗室內試驗

- (1) 含水量
- (2) 空隙比
- (3) 比重

表 2-1 鑽探數量統計表

孔號 \ 項目	鑽孔深度(公尺)	
	合約數量	實際數量
BH-1	15	15
BH-2	15	15
BH-3	30	30
BH-4	15	15
BH-5	15	15
BH-6	15	15
BH-7	30	30
BH-8	15	15
總數量	150	150

## 第三章 區域地質資料調查

### 3-1 地形概況

本基地位於台中盆地中央偏東位置，東倚西部麓山帶地形分區，地形主體為台中盆地。

台中盆地係一細長之盆地，為西側大肚山、八卦山與東側麓山帶所環繞而成，南北縱長約 48 公里，於北端豐原附近寬約 9.5 公里，中央約 14 公里，然後往南至濁水溪北岸逐漸縮減。盆地面以西側大肚溪缺口為最低點，呈向西傾斜面。

臺中盆地高度多在 200 公尺以下。盆地外西側有兩個主要沖積平原，分別為清水沖積平原及彰化沖積平原，但兩者以大肚溪為界。

基地地表高程約為 70~72 公尺之間，基地地形平坦，基地內無陡坡或低凹等地形，亦無鄰近斷崖及陡坡，現階段並無地形災害發生潛能。

### 3-2 地層構造

基地位於台中盆地，地表地層依附近調查結果屬全新世沖積層所覆蓋，為未固結沉積物，主要由礫石、砂及泥所組成。（參見圖 3-1 基地區域地質圖）。

茲將本區地層性質說明如下：

#### 全新世沖積層（a）

分布在現生河流的河床、台中盆地、大肚山-八卦山西側的沖積平原，主要為現代沖積層，沉積物以砂礫為主，偶爾夾有厚薄不一的泥層，地表有一層 1-3 公尺的表土，蓋在十公尺之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，盆地的沉積物實由數個山麓沖積扇所充填，靠近扇頂及麓山帶邊緣

的地區沉積較厚的礫石層，越往沖積扇邊緣則越薄，如位於主河道附近，則礫石層亦會厚些。

### 3-3 區域地質構造

本區域主要構造線為車籠埔斷層（參見圖 3-2），約略呈南北走向，車籠埔斷層以東依序出露錦水頁岩、卓蘭層與頭嵙山層，形成單斜的地質構造。其中，錦水頁岩下部未出露地表，其上部岩性以厚層或塊狀泥岩為主，夾薄砂頁岩互層，偶見厚數十公分之風暴層。卓蘭層出露較為完整，岩性以砂頁岩互層為主。頭嵙山層在東南緣僅見複合厚層砂岩間夾砂頁岩薄互層及薄泥層，且厚層砂岩中常見以泥紋層為層理，屬頭嵙山層下部，而大肚山及八卦山所見之頭嵙山層，頂部有明顯紅土化，由厚層砂岩與頁岩互層往上漸變為以礫石為主之岩段，屬頭嵙山層上部。車籠埔斷層以西屬台中盆地，以現代沖積層與零星分布於麓山帶最西緣的階地堆積層所覆蓋。清水斷層與彰化斷層西側則為沉積現代沖積層之沖積平原。

台中盆地位於本省中西部，南北長約 40 公里，東西最寬約 16 公里，總面積 370 平方公里，係本省最大盆地，介於大安溪與濁水溪之間，東側是雪山山脈西側的山麓帶，西側是大肚山、八卦山，北端起於大安溪、大甲溪的氾濫平原，南接后里台地，經豐原、台中、大里、南投，止於民間以南 800 公尺的風峽；東側係一排複合沖積扇，地質上的界限是車籠埔構造，西側為大肚山背斜至八卦山背斜。

盆地本身係一向下凹曲之地塊，四周大小溪流攜帶泥砂進入盆地而構成沖積地層之平原，此等溪流主要有大肚溪、大里溪、筏子溪、頭汴坑溪、貓羅溪及平林溪等。

台中盆地為一構造盆地，係台灣西部晚新生代沉積盆地之一部分，其上部由未固結之粘土、泥砂、卵礫石所構成。台中盆地自中新世經上新世以迄更新世，其間地層沉積由西向東逐漸增厚，尤其自上更新世台灣島發生主要之造山運動以來，由於來自東方之擠壓力增強，使車籠埔逆斷層東側地塊加緊向西推擠及向上逆衝，迫使台中盆地產生向下撓曲現象，因此盆地加速下降，而使盆地中心逐漸西移，再於晚更新世發生上昇運動，逐漸形成今日之台中盆地。

茲將本區地質構造逐一列述如下：

#### 1. 車籠埔斷層

為臺中盆地與豐原、南投兩丘陵的交界線，自豐原至名間，呈南北走向，長約 50 公里。車籠埔斷層兩側地層接觸關係為錦水頁岩逆衝覆蓋在較新的地層之上，且為三義逆掩斷層向南的延伸（Meng, 1963）。林朝榮（1957）觀察到更新世形成的河階面受此斷層的引曳而向西下撓（down-warping），因而推斷此斷層及臺中盆地均形成於更新世晚期。依地表調查與重力測勘推斷車籠埔斷層為低角度逆掩斷層（Lee, 1949; Pan, 1967; Chang, 1971）。張錫齡並認為此斷層的斷層面向東傾斜  $40^{\circ}$  且延伸至地表，並沿著臺中盆地東緣南北延伸。竹子坑西南方約一公里處發現車籠埔斷層的露頭，觀察到錦水頁岩逆衝至近代河階礫石層之上，斷層面相當平整且未觀察到明顯的擦痕，地表傾角向東大約  $25^{\circ}$ ，斷層東側的錦水頁岩呈現剪碎斷裂與褶皺的現象，且斷層西側的礫石層未受明顯的傾動而維持近乎水平而略向西傾的位態（可能是原始沈積面）。距上述露頭北方不遠處草湖溪河床導溝開挖堆置在側的岩塊，由頁岩岩塊變成礫石堆，顯示該處應為車籠埔斷層的行徑位置。調查臺中盆地東側麓山帶西緣數條溪流河岸的岩層出露情形，尚無發現其他的斷

層露頭，但普遍有以下的現象：臺中盆地與麓山帶交界處附近，往西行進常見高於地表 3-6 公尺且近乎水平的河階礫石層，東側則未見相當高度的礫石堆積，而是見到位態不一的岩層出露；其交界處可能為車籠埔斷層通過處。上述調查與觀察的結果，應可作為調查車籠埔斷層延伸分布的基礎。豐原南方 3 公里處至大坑軍功國小附近，出露南北延伸的帶狀紅土礫石堆積，長 6 公里寬不超過 500 公尺，層厚可達二十公尺，且因明顯紅土化現象，應屬較早期的山麓堆積，受近期車籠埔斷層活動而形成階地。本區在地形上向西突出，可能是鑒於礫石層的抗侵蝕性質所致，而非全由車籠埔斷層的轉折造成。推論車籠埔斷層應通過此一紅土礫石堆積偏西緣的位置。某些地區（大坑、竹子坑地區）可能因橫移斷層的錯移而有轉折的現象，目前發現兩處橫移斷層露頭，通過大坑地區者屬左移性質為主，竹子坑地區則屬右移性質。於上述露頭所見，車籠埔斷層切穿地表相當年輕的河階礫石層或現代沖積層而出露地表，其上次活動年代應相當接近現代或斷層現今仍持續活動。

### 3-4 地震與活動斷層研判

根據資料研判(經濟部中央地質調查所台灣活斷層查詢系統網站)，東側約 2.56 公里處有車籠埔斷層，東側約 9.15 公里處有茅埔-雙冬斷層。根據「建築物耐震設計規範」(100. 7.1)，必需考慮車籠埔斷層之近斷層效應的影響。

根據「建築物耐震設計規範」(100. 7.1)，表 3-1，設計水平譜加速度係數  $S_s^D=0.8$ ， $S_1^D=0.45$ ；最大考量水平譜加速度係數  $S_s^M=1.0$ ， $S_1^M=0.55$ 。

根據「建築物耐震設計規範」(100. 7.1)，表 3-6，近車籠埔斷層設計地震之調整因子  $N_A=1.16$ ， $N_V=1.32$ ；最大考量地震之調整因子  $N_A=1.20$ ， $N_V=1.45$ 。

根據建築物耐震設計規範及解說修訂條文草案，近車籠埔斷層設計水平譜加速度係數  $S_s^D=0.95$ ；最大考量水平譜加速度係數  $S_s^M=1.22$ 。

### 3-5 環境地質影響評估

經查詢經濟部中央地質調查所出版地質資料整合網站查詢系統圖(圖 3-3)，及勘察基地現況，本基地並未發現順向坡、惡地、土石流流動區、土石流扇狀地、岩屑崩滑、棄填土區及落石等環境地質災害。



基地位置座標(TWD97): 221000, 2667740 Scale=1/50,000



圖 3-1 基地區域地質圖- 參考中央地質調查所出版五萬分之一台中地質圖(2000)。

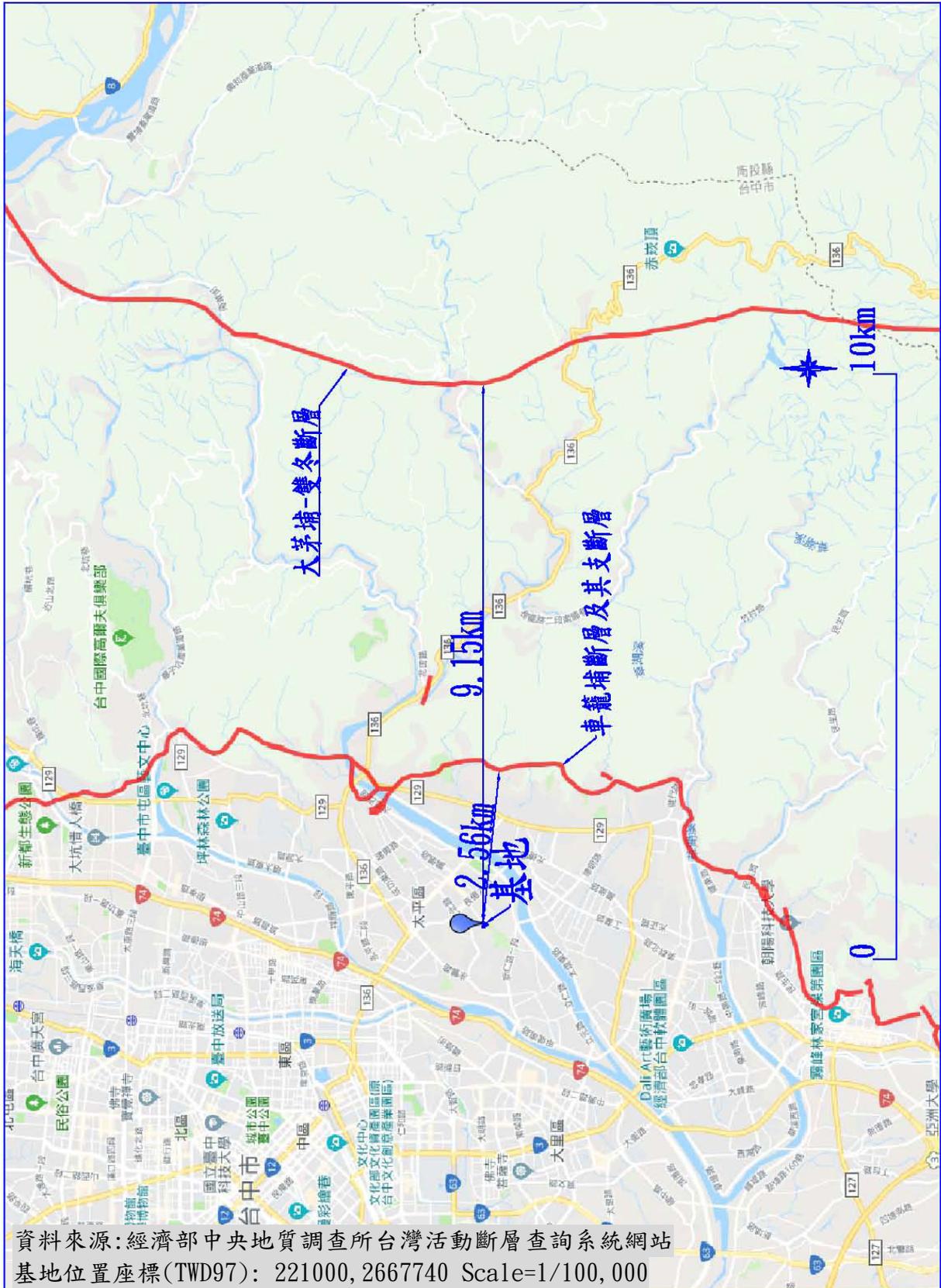


圖 3-2 基地鄰近斷層圖

表 3-1 距離場址半徑 20 Km 圖幅範圍內活斷層一覽表

斷層名稱	距離 Km	斷層名稱	距離 Km
車籠埔斷層及其支斷層	2.56	大茅埔-雙冬斷層	9.15

表 3-2 一般工址短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數  $S_s^D$  與  $S_1^D$ ，以及工址短週期與一秒週期之最大考量水平譜加速度係數  $S_s^M$  與  $S_1^M$

縣市	鄉鎮市區	$S_s^D$	$S_1^D$	$S_s^M$	$S_1^M$	鄰近之斷層
台中市	豐原區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	東勢區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	大甲區	0.7	0.40	0.9	0.50	屯子腳斷層
	清水區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳斷層
	沙鹿區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳斷層
	梧棲區	0.7	0.40	0.9	0.50	屯子腳斷層
	后里區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	神岡區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	潭子區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	大雅區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	新社區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	石岡區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層
	外埔區	0.7	0.40	0.9	0.50	屯子腳、車龍埔斷層
	大安區	0.7	0.40	0.9	0.50	屯子腳、車龍埔斷層
	烏日區	0.7	0.40	0.9	0.50	車龍埔斷層
	大肚區	0.7	0.40	0.9	0.50	
	龍井區	0.7	0.40	0.9	0.50	屯子腳斷層
	霧峰區	0.8	0.45	1.0	0.55	車龍埔斷層
	太平區	0.8	0.45	1.0	0.55	車龍埔斷層
	大里區	0.8	0.45	1.0	0.55	車龍埔斷層
	和平區	0.7	0.40	0.9	0.50	車龍埔斷層
	中區	0.8	0.45	1.0	0.50	車龍埔斷層
	東區	0.8	0.45	1.0	0.55	車龍埔斷層
	南區	0.7	0.45	1.0	0.50	車龍埔斷層
	西區	0.8	0.45	1.0	0.50	車龍埔斷層
	北區	0.8	0.45	1.0	0.50	車龍埔斷層
西屯區	0.7	0.40	0.9	0.50	屯子腳、車龍埔斷層	
南屯區	0.7	0.40	0.9	0.50	車龍埔斷層	
北屯區	0.8	0.45	1.0	0.55	屯子腳、車龍埔斷層	

表 3-3(a) 短週期結構之工址放大係數  $F_a$  (線性內插求值)

地盤分類	震區短週期水平譜加速度係數 $S_s$ ( $S_s^D$ 或 $S_s^M$ )				
	$S_s \leq 0.5$	$S_s = 0.6$	$S_s = 0.7$	$S_s = 0.8$	$S_s \geq 0.9$
第一類地盤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
第二類地盤	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
第三類地盤	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0

表 3-3(b) 長週期結構之工址放大係數  $F_b$  (線性內插求值)

地盤分類	震區一秒週期水平譜加速度係數 $S_1$ ( $S_1^D$ 或 $S_1^M$ )				
	$S_1 \leq 0.30$	$S_1 = 0.35$	$S_1 = 0.40$	$S_1 = 0.45$	$S_1 \geq 0.50$
第一類地盤	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
第二類地盤	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1
第三類地盤	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4

表 3-4 中央地質調查所調查第一類活動斷層性質表

斷層名稱	斷層性質	地表破裂長度	歷史最大地震	備註
1. 獅潭斷層 神卓山斷層	逆斷層	15 公里 5 公里	M7.1 (1935.04.21)	
2. 屯子腳斷層	右移兼逆斷層	7 公里	M7.1 (1935.04.21)	
3. 車龍埔斷層	逆斷層	105 公里	M7.3 (1999.09.21)	
4. 梅山斷層	右移斷層	13 公里	M7.0 (1906.03.17)	
5. 大尖山斷層 觸口斷層	逆斷層	25 公里 67 公里	M7.1 (1941.12.17)	以中埔地震為歷史最大地震
6. 新化斷層	右移逆斷層	6 公里	M6.3 (1946.12.05)	
7. 米崙斷層 玉里斷層 池上斷層 奇美斷層	右移兼逆斷層	>25 公里 37 公里 11 公里 18 公里	M7.3 (1951.11.25)	

表 3-5(a)一般工址或近斷層區域之工址設計水平譜加速度係數  $S_{aD}$

較短週期	短週期	中週期	長週期
$T \leq 0.2T_0^D$	$0.2T_0^D \leq T \leq T_0^D$	$T_0^D < T \leq 2.5T_0^D$	$2.5T_0^D < T$
$S_{aD} = S_{DS}(0.4 + 3T/T_0^D)$	$S_{aD} = S_{DS}$	$S_{aD} = S_{D1}/T$	$S_{aD} = 0.4S_{DS}$

表 3-5(b)一般工址或近斷層區域之工址最大水平譜加速度係數  $S_{aM}$

較短週期	短週期	中週期	長週期
$T \leq 0.2T_0^M$	$0.2T_0^M \leq T \leq T_0^M$	$T_0^M < T \leq 2.5T_0^M$	$2.5T_0^M < T$
$S_{aM} = S_{MS}(0.4 + 3T/T_0^M)$	$S_{aM} = S_{MS}$	$S_{aM} = S_{M1}/T$	$S_{aM} = 0.4S_{MS}$

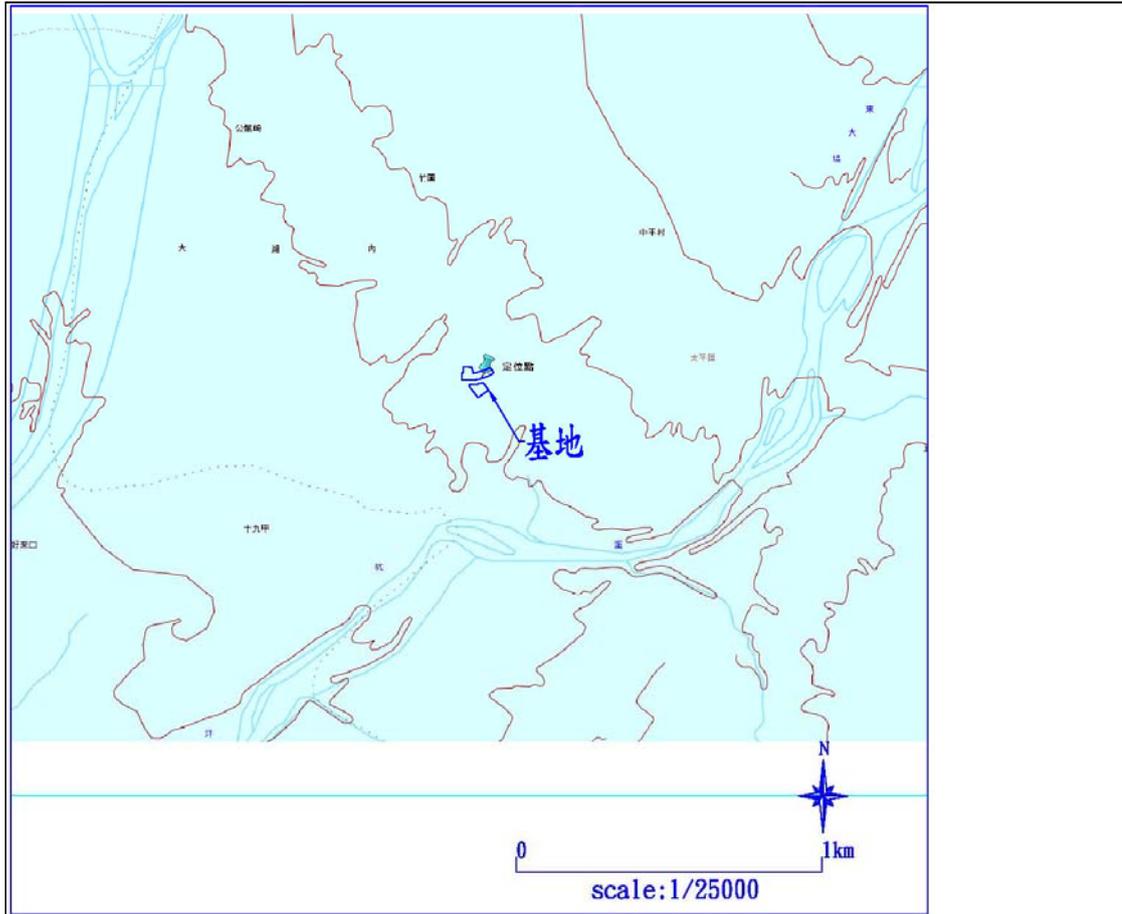
表 3-6 近車龍埔斷層調整因子  $N_A$  與  $N_V$

(a)設計地震之調整因子

$N_A$	$r \leq 2\text{km}$	$2\text{km} < r \leq 5\text{km}$	$5\text{km} < r \leq 8\text{km}$	$8\text{km} < r \leq 12\text{km}$	$R \geq 12\text{km}$
	1.23	1.16	1.07	1.03	1.00
$N_V$	$R \leq 2\text{km}$	$2\text{km} < r \leq 5\text{km}$	$5\text{km} < r \leq 8\text{km}$	$8\text{km} < r \leq 12\text{km}$	$R \geq 12\text{km}$
	1.36	1.32	1.22	1.10	1.00

(b)最大考量地震之調整因子

$N_A$	$r \leq 2\text{km}$	$2\text{km} < r \leq 5\text{km}$	$5\text{km} < r \leq 8\text{km}$	$8\text{km} < r \leq 12\text{km}$	$R \geq 12\text{km}$
	1.25	1.20	1.10	1.03	1.00
$N_V$	$R \leq 2\text{km}$	$2\text{km} < r \leq 5\text{km}$	$5\text{km} < r \leq 8\text{km}$	$8\text{km} < r \leq 12\text{km}$	$R \geq 12\text{km}$
	1.50	1.45	1.30	1.15	1.00



基地位置座標(TWD97): 221000, 2667740 Scale=1/50,000

-  順向坡
-  土石流流動區
-  土石流扇狀地
-  岩屑崩滑
-  棄填土區
-  惡地
-  落石

經查詢經濟部中央地質調查所出版地質資料整合網站查詢系統，本基地並未發現順向坡、惡地、土石流流動區、土石流扇狀地、岩屑崩滑、棄填土區及落石等環境地質災害。

圖 3-3 環境地質圖- 經濟部中央地質調查所出版地質資料整合網站查詢系統。

## 第四章 基地地質及工程性質

### 4-1 地層分佈

由現場 0~30m 鑽探深度（最大鑽探深度為 30m）之地質紀錄來看，將地層區分 3 個層次。地層分佈情形請參考地層剖面圖（圖 4-2）。各鑽孔 G.L. 之高程可參考附錄 A 鑽孔標高，以下未聲明之 G.L. 高程統一採用 71.3m。茲將各層之特性，分別敘述如下：

#### 第 1 層：回填層(SF)：

自地表起算至 G.L. -4.5m 之間主要為回填層，由棕黃色粉土質砂夾卵礫石及少量紅磚，棕黃色黏土質砂夾少量礫石所組成。

#### 第 2 層：覆土層(SM)：

自回填層起算至 G.L. -3.8m 之間主要為由棕色粉土質砂夾礫石所組成。

#### 第 3 層：卵礫石層(GP/GM)：

自回填層下方至 G.L. -30m 之間主要為卵礫石層夾棕黃色粉土質砂、卵礫石層夾棕黃色黏土質砂所組成，偶間夾黏土薄層，現場標準貫入試驗 N 值大於 100。

### 4-2 基地地質

基地內無岩層露頭可供觀測，經鑽探結果地表為回填層及覆土層，下伏為卵礫石層。基地地質情況詳見圖 4-1 基地地質圖。

基地地層剖面圖如圖 4-2。



圖 4-1 基地地質圖

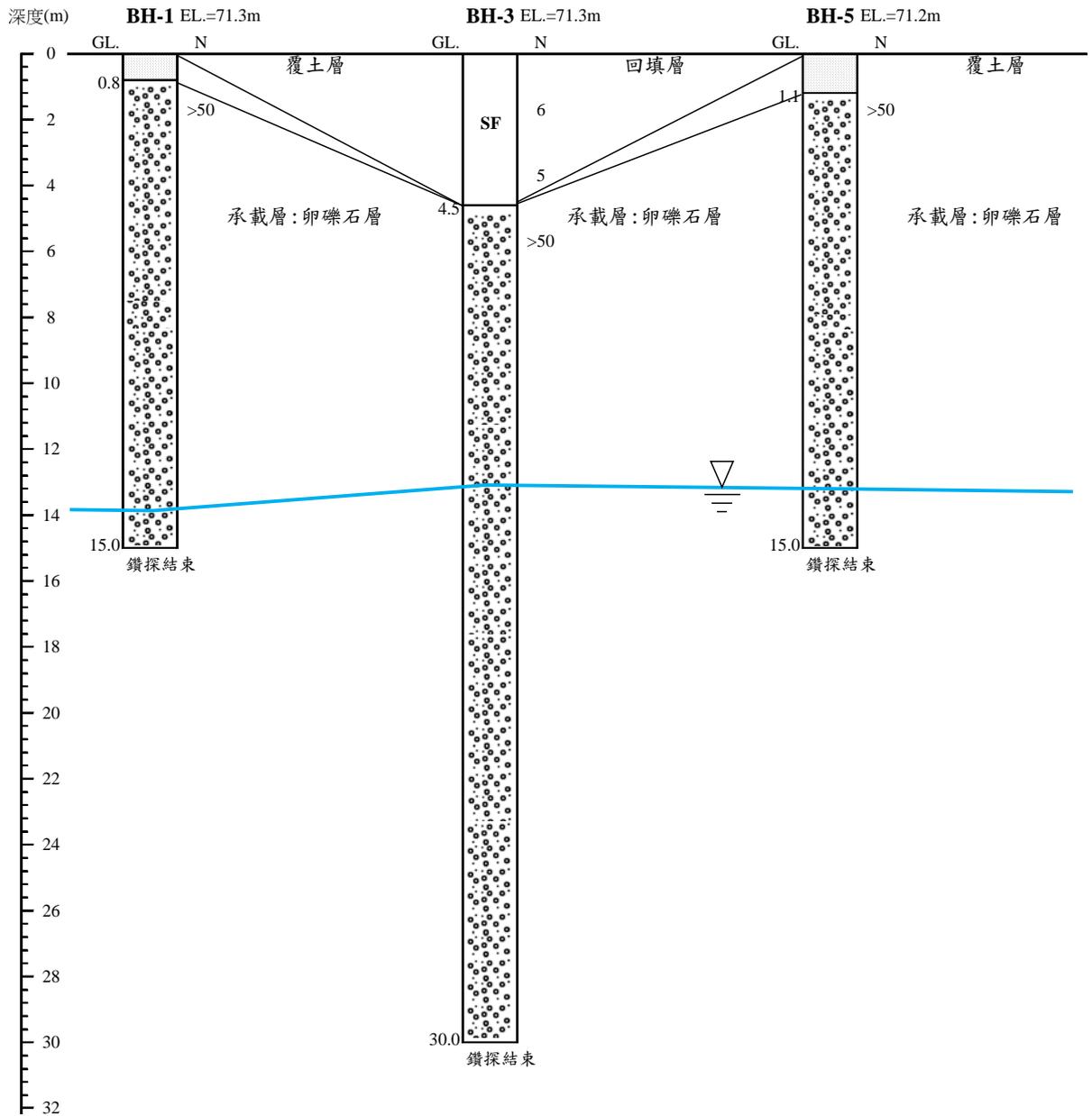


圖 4-2a 地層柱狀剖面圖 (A-A')

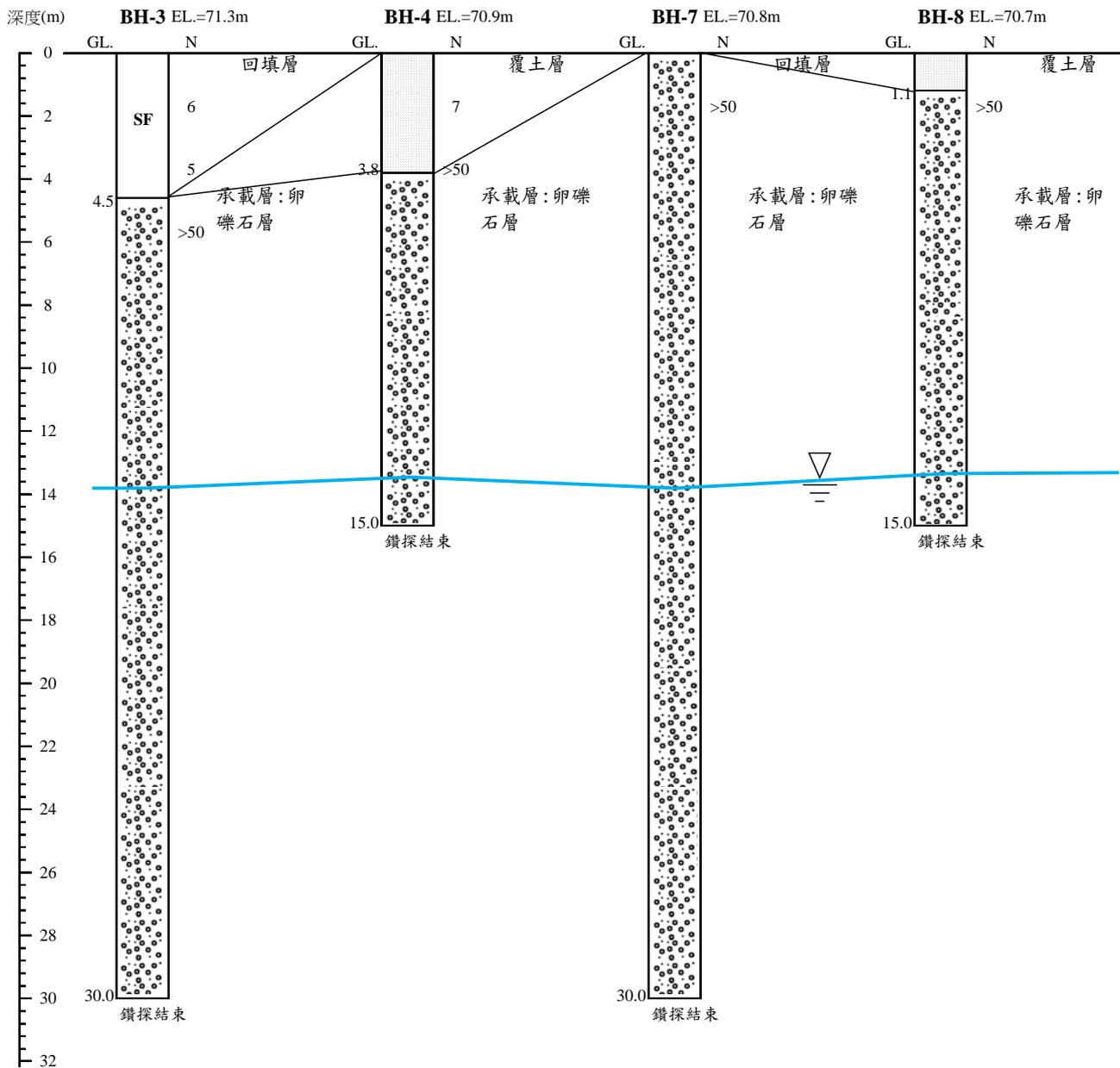


圖 4-2b 地層柱狀剖面圖 (B-B')

### 4-3 地下水位概況

由現場鑽探結束後，經 24 小時觀測，地下水位為 G.L. -13.8~-14.2M，此水位為鑽探當時水位，僅供參考，開挖實際水位須依據長期觀測結果。現場留有水位觀測井，開挖實際水位業主需於開挖前再行確認。

經查詢經濟部台灣水文年報地下水井建平測站(06190111)及建平測站(06200111)，歷年水文資料(1998 年~2014 年)，地下水位為 G.L. -10.62~-25.67M 之間。彙整上述結果，設計高水位建議採用 G.L. -10M。

### 4-4 地層力學試驗結果

茲將本基地各土層所進行之相關試驗結果說明如下：

#### 1. 第2層：覆土層(SM)

由土壤直接剪力試驗結果， $c=0.13\text{kg/cm}^2$ 、 $\phi' = 28.6^\circ$ 。

本基地各地層之工程特性除上述說明外，尚可參閱表 4-1 土壤力學試驗總表。

表4-1 土壤力學試驗總表

孔號	樣號	取樣深度	統一分類	土壤直接剪力試驗	
				c ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\phi$ (度)
BH-4	T-1	1.55~2.05	ML	0.13	28.6

註：試驗報告詳見附錄 B。

#### 4-5 工程性質參數建議

力學性質亦可依貫入試驗 N 值進行推估，依據文獻如下：

1. 粘土  $C_c=0.009(LL-10)$ 、 $C_s=0.05\sim0.10C_c$ ；依 Principles of Foundation Engineering(Chap.2, Braja M. Das, 1990)，粘性土壤之無圍壓縮強度  $q_u$  與標準貫入試驗 N 值之關係如下表：

表 4-2 黏性土壤 N 值與無圍壓縮強度之關係

SPT,N 值	土壤狀態	$q_u$ , (T/M <sup>2</sup> )
0~2	Very soft	0~2.55
2~5	Soft	2.55~5.10
5~10	Medium stiff	5.10~10.2
10~20	Stiff	10.2~20.4
20~30	Very stiff	20.4~40.8
>30	Hard	>40.8

\*可取  $S_u=0.5\sim0.7q_u$ 。  
\*\*於台北盆地區可取  $S_u/\sigma'=0.22$ 。

2. 標準貫入試驗 N 值與砂性土壤摩擦角  $\phi$  之關係詳見表 4-3，Braja M. Das(1990)

表 4-3 砂性土壤 N 值與摩擦角之關係

SPT, N 值	相對密度, $D_r$ (%)	摩擦角, $\phi$
0~5	0~5	26°~30°
5~10	5~30	28°~35°
10~30	30~60	35°~42°
30~50	60~95	38°~46°

\*於地下開挖時，可採擋土結構結構背側之  $\beta=1/3\sim2/3\phi$ 。

3.  $K_v$ 及 $K_h$ 值之建議依據：

(1).  $K_h$ 值之計算依據如以下所述：

a. 砂土之值與其緊密度(SPT-N)成正比，因此 $K_h=150\sim100\times N$  (t/m<sup>3</sup>)。實務上可採 $K_h=100\times N$  (t/m<sup>3</sup>)，所以砂土之 $K_h$ 大概介於400 t/m<sup>3</sup> (N=4, 疏鬆砂土)至5000 t/m<sup>3</sup> (N=50, 卵礫石)。

b. 粘土之 $K_h$ 值與其稠度( $S_u$ )成正比，因此 $K_h=200\sim300\times S_u$  (t/m<sup>3</sup>)。實務上可採 $K_h=200\times S_u$  (t/m<sup>3</sup>)，所以粘土之 $K_h$ 大概

介於250 t/m<sup>3</sup> (N=2, 極軟弱粘土)至1000 t/m<sup>3</sup> (N=8, 中等堅實粘土)。

(2). K<sub>v</sub>值之計算依據如以下所述：

- a. 依謝旭昇等(1996)之建議，遇堅實之承載層時可採用 K<sub>v</sub> = 8000 ~ 10000 T/M<sup>3</sup> 進行基礎設計。
- b. K<sub>v</sub> 值基本上與 SPT-N 值約略有一正比例之關係 (K<sub>v</sub> = 150N ~ 300N)，詳見表4-4所示，謝旭昇等(1996)。

表 4-4 垂直地盤反力係數 K<sub>v</sub> 與 SPT-N 值關係

土壤種類	SPT-N 值	K <sub>v</sub> 值
<u>粘性土壤</u>		
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
<u>砂質土壤</u>		
極疏鬆	0~4	<800
疏鬆	4~10	800~2000
中等緊密	10~30	2000~6000
緊密	30~50	6000~8000
極緊密	>50	>8000
承載層	>50	8000~10000

註：1. 承載層包括礫石層、岩塊層及岩盤等。  
2. 本表適用於有連續壁束制之狀況。

綜合整理所蒐集之地質調查資料，並參考國內、外學者針對相類似土壤或區域性土層之工程參數研究，可初步推估本基地之土壤工程參數，推估之各土壤工程性質參數建議如下表 4-5。

表4-5 各地層簡化設計用建議參數表

層次	分類	層底深度 G. L. (m)	建議SPT-N值	統體單位重 ( $t/m^3$ )	$K_h$ ( $t/m^3$ )	$K_v$ ( $t/m^3$ )	$c$ ( $t/m^2$ )	$\phi$ ( $^\circ$ )
1	SF	-4.5	5~7 (6)	1.80	600	1200	0*	26*
2	SM	-3.8		1.90			0*	28*
3	GP/GM	-30.0	>50 (50)	2.2 註3	5000	8000	$C_p=3-4$ $C_r=0-4$ 註3 (1)	$\phi_p=26-42$ $\phi_r=25-42$ 註3 (40)

依實際開挖結果調整土壤參數。

註1. ( )：內為表示建議值，採用平均值或保守值。

註2. \*：參考如下文獻，擷錄謝旭昇等 2013TORSAL 研討會土壤參數選擇之建議。

註3. 參考地工技術，第55期，台灣地區中北部卵礫石層工程性質及施工探討，第35~46頁。

本報告中所建議之參數主要係根據試驗結果並參考文獻及類似地層之試驗結果及經驗值而研判，卵礫石層因無現地試驗，故僅能參考相關文獻。有關參數使用說明如下：

1. 謝旭昇等之建議回填土之組成鬆散雜亂，分析上可視為疏鬆砂土(即使 SPT-N 值很高)，摩擦角可採  $26^\circ \sim 28^\circ$ 。
2. 謝旭昇等之建議砂土層之摩擦角依其緊密度，介於  $28^\circ \sim 33^\circ$  之間(疏鬆至緊密，SPT-N = 10~30)。摩擦角可以試驗方法求得，但因取樣擾動之影響，必須配合經驗作必要之修正。砂土
3. 由於中部地區礫石常大於 10 公分，受尺寸效應的影響，無法進行室內實驗求取正確的參數，一般均進行大型現地直剪試驗來決定剪力強度參數。黃崇仁、司徒銳文在台中大肚山台地卵礫石層進行現地直接剪力試驗，結果顯示在  $1kg/cm^2$  之正向應力作用下，卵礫石層凝聚力  $C$  約為  $0.4kg/cm^2$ ，內摩擦角  $\phi$  值約為 37 度。任德煜、壽克堅，等人於台中市北屯區進行現地直剪試驗，結果顯示在  $2kg/cm^2$  之正向應力作用下所得之卵礫

石層凝聚力  $C$  約為  $0.15\text{kg/cm}^2$ ，內摩擦角  $\phi$  約為  $48.7$  度。  
顯示台中地區卵礫石層具有低凝聚力及高內摩擦角的特性。

#### 4-6 地盤種類

依據「建築物耐震設計規範」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 m 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）； $180$  m/s  $\leq V_{S30} < 270$  m/s 者，為第二類地盤（普通地盤）； $V_{S30} < 180$  m/s 者，為第三類地盤（軟弱地盤）。

工址地表面下 30m 內之土層平均剪力波速  $V_{S30}$  依下列公式計算：

$$V_{S30} = \left[ \sum_{i=1}^n di \right] / \left[ \sum_{i=1}^n (di / V_{si}) \right] , \text{ 其中}$$

式內

1. 粘性土壤：

$$\begin{aligned} V_{si} &= 120 q_u^{0.36} ; N_i < 2 \\ &= 100 N_i^{1/3} ; 2 \leq N_i \leq 25 \end{aligned}$$

2. 砂質土壤：

$$V_{si} = 80 N_i^{1/3} , 1 \leq N_i \leq 50$$

由 BH-7 鑽探深度 30 公尺資料，依上述公式計算如下表。

地層編號	層次	G. L. (m)	厚度 d(m)	N	$V_{si}$	$di / V_{si}$
1	GP/GM	-30.0	30	50	294.72	0.1018
$\left[ \sum_{i=1}^n (di / V_{si}) \right] =$						0.1018
$V_{S30} = \left[ \sum_{i=1}^n di \right] / \left[ \sum_{i=1}^n (di / V_{si}) \right] =$						294.7225

$V_{S30} > 270\text{m/s}$ ，經研判基地屬第一類地盤（堅實地盤）。

## 第五章 地震液化潛能評估

### 5-1 台灣地區地震概況

臺灣的地震活躍帶大致可分為東北部、東部及西部 3 個地震帶。西部地震帶自臺北南方經臺中、嘉義至臺南，寬度約 80 公里，其特色為震源深度淺（約 10 餘公里）、地震個數較少但餘震較頻繁，影響範圍較廣，造成災情較重。東部地震帶北起宜蘭東北海底向南南西延伸，經過花蓮、成功到臺東，遙指呂宋島，寬度約 130 公里，其特色為地震個數多且震源較西部地震帶為深。東北部地震帶由琉球群島向西南延伸，經花蓮、宜蘭至蘭陽溪上游附近，屬淺層震源活動帶。此三大地震帶的形成機制均與板塊構造息息相關，且各地震帶內的地震活動有其不同的活動特性及發震形態，於本文中將再細分為臺北、臺中、嘉南、高屏、臺東、花蓮及宜蘭等 7 分區（7 分區之邊界參見圖 5-1），針對本基地所在的臺中分區探討相關地震活動特性如下。

#### 1、區域概述

臺中分區於地理位置上隸屬於臺灣西北部與中部，範圍涵蓋桃園、新竹、苗栗、臺中、南投與彰化北邊等地區，地體構造上橫跨濱海、平原、丘陵與麓山帶，為歐亞大陸板塊的一部份。本區受到歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊之碰撞推擠的影響，斷層分布相當密集，且多為逆衝斷層，地震活動以淺源地震為主，因人口分布密集，歷史上曾發生過幾次嚴重的災害地震，如 1916~1917 年的南投地震系列、1935 年的新竹-臺中地震等。

根據中央地質調查所的斷層分類標準，本區共計有 4 條第一類活動斷層，包括獅潭斷層、神桌山斷層、屯子腳斷層與車籠埔斷層；

另有多條第二類活動斷層與存疑性活動斷層，例如新城斷層、三義斷層、大茅埔-雙冬斷層、雙連坡斷層與彰化斷層等。

## 2、時空分布與特性

本區在地震活動的時序統計上，若以 1999 年 9 月 21 日集集地震為界，於大地震發生之前本區每月平均地震個數僅約 85 個，但大地震發生之後至 2008 年止每月平均地震個數則為 221 個，兩者有非常明顯的差別。而從每年及每月個數統計圖，更可明顯發現 1999 年以前每年地震個數約為 1 千個左右，但 1999 年已暴增至 20248 筆地震，至 2008 年尚有 1482 筆地震，顯示因受到集集地震餘震影響，本區整體地震活動度較過去增加許多，而至 2008 年底每月地震個數已有逐漸遞減接近集集地震發生之背景形態。Wu and Chiao (2006) 曾針對集集地震發生前 (1999 年 1 月至 1999 年 9 月) 之全臺灣規模大於 2 之地震個數進行時序統計分析，其結果顯示主震發生前持續數個月每月地震個數都有明顯偏低趨勢。

從長期觀測 (1901~2008 年) 資料分析，顯示本區地震活動有 91% 集中在規模 3 以下，即多數為微小地震；至於在地震深度剖面與統計方面，則有 86% 的地震震源位在淺層 20 公里範圍內。從空間分布的角度而言，本區地震活動密集區主要位於通霄-埔里地震帶，成西北-東南走向之線形分布，地震規模小而且淺，應與板塊碰撞前緣的斷層作用有關。另外，位於彰化-員林一帶之北港高區與桃園西側之觀音高區，在地質條件上因受基盤高區影響，屬於地震活動稀少的區域，可能是因為這些地區地底下地溫梯度較同深度之其他地區高，岩石剛性較弱，變得比較具有塑性，不容易累積地震變形能量於岩石之中，因此就不易引發地震 (王乾盈，1997)。

### 3、災害與特殊地震回顧概述

根據臺灣地區自 1901 年迄今臺中分區規模大於 5.5 之地震時序圖顯示，本區災害性地震發生之頻率並不如嘉南分區高。但由災害性地震發生的位置顯示，本區較大地震多發生在島內陸地且深度都淺，再加上臺中分區為人口稠密區，使得近百年來臺灣本島災情最慘重的兩次地震（1935 新竹-臺中地震、1999 集集地震），都給臺中分區帶來嚴重災情。

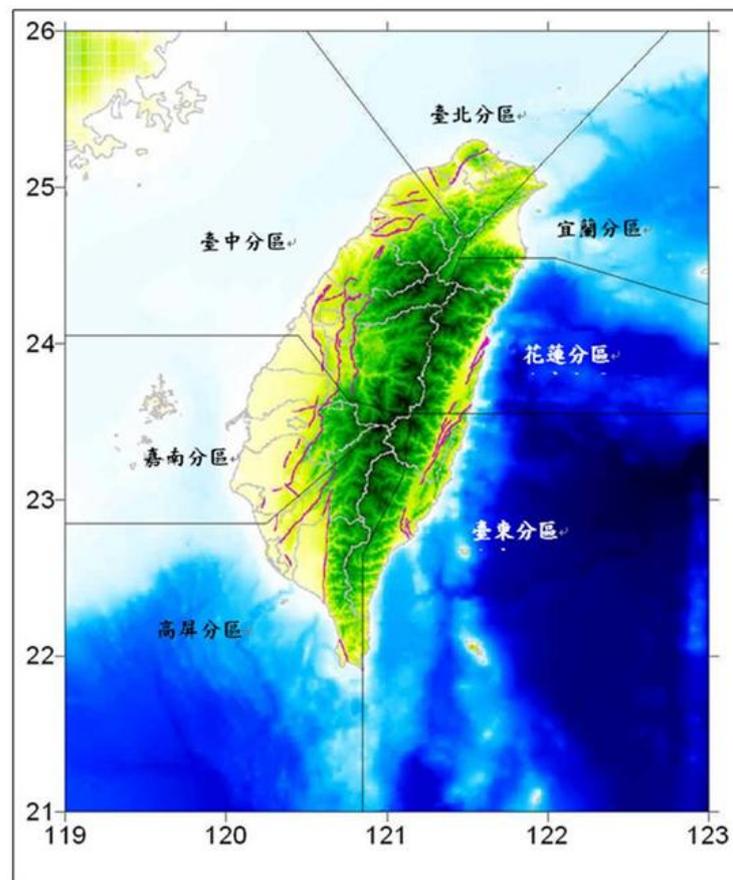


圖 5-1 臺灣地區地震活動七分區邊界圖

### 5-2 土壤液化的機制

飽和土壤產生液化之基本機制為土壤內孔隙水壓因受地盤震動作用而上升，引致土壤剪力強度減小，當孔隙水壓上升至與土壤

之有效應力相等時，即產生土壤液化現象，而造成嚴重之損壞，諸如基礎支承力的喪失，崩瀉、建築物坍塌、地盤側向擴張及下陷等現象，依土壤變形程度常分為液化（Liquefaction）及反覆流動（Cyclic Mobility）兩種情況。

### 5-3 水平譜加速度係數

根據「建築物耐震設計規範」，工址應分別檢核中小度地震（一般工址與近斷層工址之水平地表加速度  $A=0.4S_{DS}I_g/4.2$ 、設計地震（ $A=0.4S_{DS}I_g$ ）及最大考量地震（ $A=0.4S_{MS}I_g$ ）時發生液化的可能性。

本基地位台中市太平區，工址之短週期水平譜加速度係數  $S_{DS}=S_S^D \times Fa \times Na=0.928$ 、 $S_{MS}=S_S^M \times Fa \times Na=1.2$ ；建築物用途係數  $I$  採用 1（第四類建築物），則

$$\begin{aligned} \text{中小度地震時 } A_{MIN} &= 0.4 \times I \times S_{DS}g / 4.2 = 0.4 \times 1 \times 0.928g / 4.2 \\ &= 0.0884g。 \end{aligned}$$

$$\text{設計地震時 } A_{DES} = 0.4 \times I \times S_{DS}g = 0.4 \times 1 \times 0.928g = 0.3712g。$$

$$\text{最大地震時 } A_{MS} = 0.4 \times I \times S_{MS}g = 0.4 \times 1 \times 1.2g = 0.48g。$$

### 5-4 液化潛能評估結果

#### 1. 基地土壤液化潛勢查詢

經查詢經濟部中央地質調查所土壤液化潛勢查詢系統之結果如圖 5-2 所示，本基地為低潛勢土壤液化區域。

#### 2. 新日本道路橋(1996)液化分析法

液化潛能評估方法與分析結果參考「建築物基礎構造設計規範」之建議方法，依新日本道路橋液化評估法（日本道路協會，1996），土壤液化之評估由抗液化安全係數  $FL$  決定之。 $FL=R/L$ ， $R$ ：

土壤抵抗液化剪力強度比， $L$ ：地震時尖峰剪應力與有效覆土應力比； $FL$  值小於 1.0 時，即表示該土層可能液化。有關新日本道路橋液化評估法分析流程如圖 5-3。

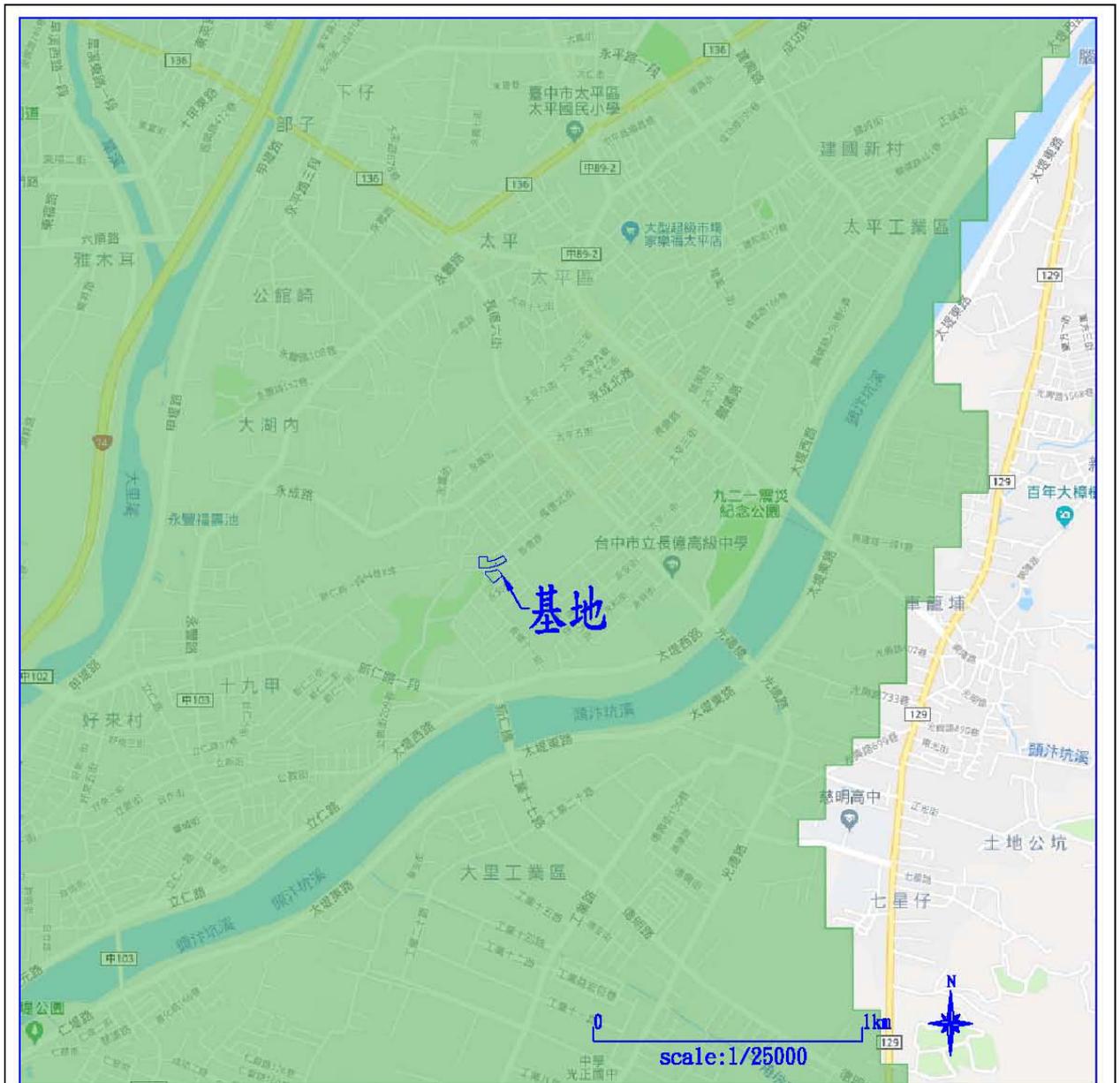
依據「建築物耐震設計規範及解說」，建築物基礎以下土壤，在中小度地震時，工址不得有液化之可能，即液化抵抗率  $FL$  值不得小於 1.0。在設計地震與最大考量地震時，容許發生土壤液化，但建築物應採用適當之基礎形式，並檢核液化後之安全性。

### 3. SPT-based HBF 液化評估分析程式

本土 SPT-based HBF 液化評估分析程式(V03)由國研院國家地震工程研究中心)開發建置，程式提供三種地震條件下之分析計算，並提供土壤液化潛能評估使用之設計地震規模分區，方便分析者查詢台灣各地震分區之設計地震規模。

本版本程式依規範修訂趨勢，更新建議之土壤液化潛能評估使用之設計地震規模分區；另進行土壤液化評估前，除了排除統一土壤分類屬 CH、CL、SC、MH 土壤外，依最新規範修訂趨勢，亦將  $PI$  值超過 7 之 ML 土壤排除。

依據上述分析法針對本案地層進行液化分析，因該地層並非「建築物耐震設計規範及解說」所述之分析法認定應進行液化潛能判定之飽和砂質土層，不符合土壤液化之機制，經研判並無液化發生之潛能。



基地位置座標(TWD97): 221000, 2667740 Scale=1/25, 000



圖 5-2 基地土壤液化潛勢查詢 (擷取經濟部中央地質調查所土壤液化潛勢查詢系統)

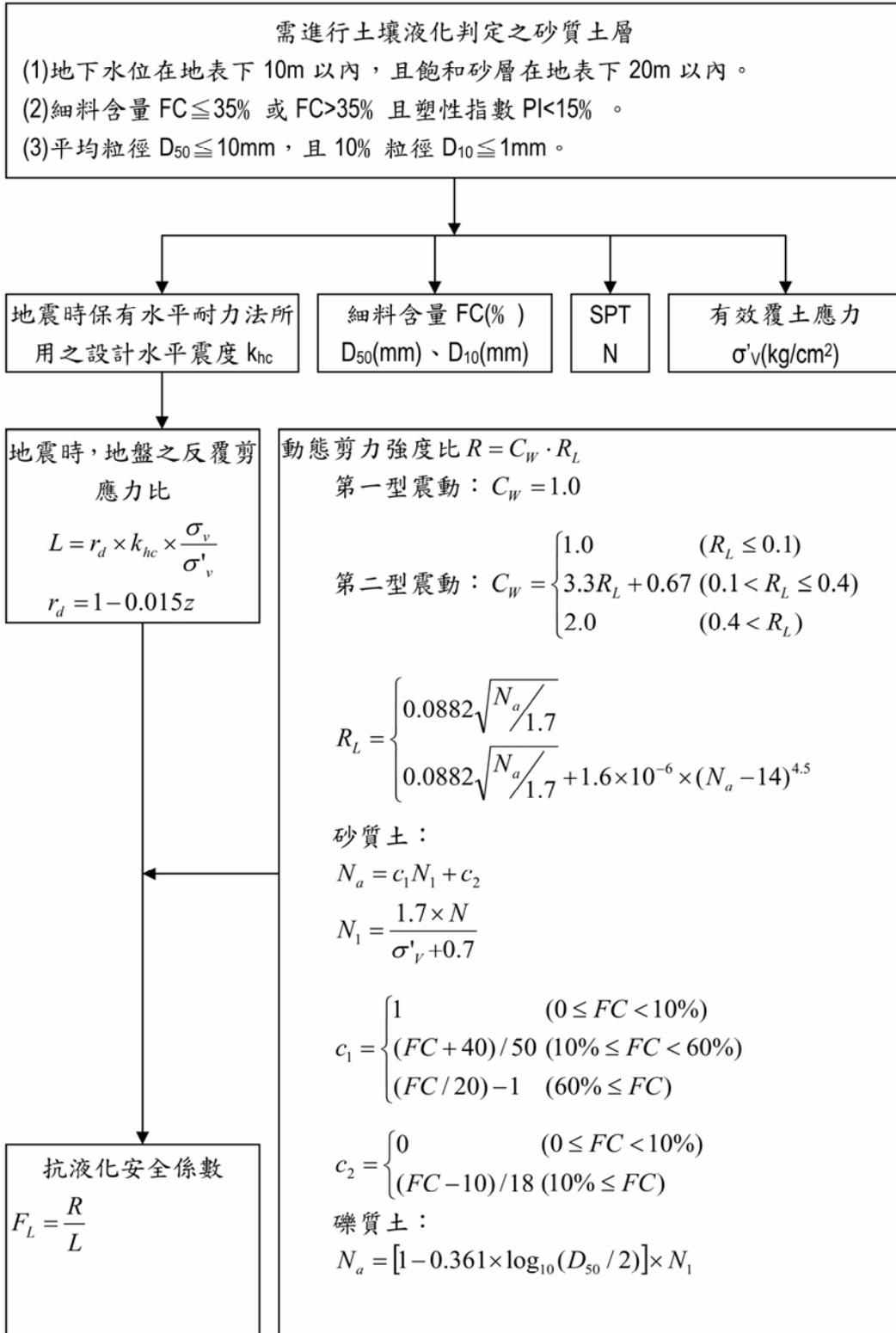


圖 5-3 新日本道路橋液化評估法分析流程圖

## 5-5 地震力分析

依據「建築物耐震設計規範」，建築物地下各層施加之設計水平地震力為該層靜載重乘以該層深度對應之水平震度 K。水平震度 K 依下式計算：

$$K \geq 0.1 \left(1 - \frac{H}{40}\right) S_{DS} I = 0.1 \left(1 - \frac{H}{40}\right) \times 0.928 \times 1.0$$

式內

H 為自地表面往下算之深度。H 大於 20m 時以 20m 計。

## 5-6 液化地層土質參數之折減

本案地層於設計地震及最大地震來襲時，尚無發生地層液化之潛能，於進行基礎及結構耐震設計時尚不需對基礎地層之剪力強度參數進行折減。

## 5-7 液化危害度分析

本案地層於設計地震及最大地震來襲時，尚無發生地層液化之潛能。

一般位於高度及中度液化潛能地區，建築物的設計與施工應注意事項如下：

1. 地下結構較深的開挖，鼓勵採用永久性擋土結構，且擋土結構深度宜深入非液化土層中。
2. 建築物宜先進行地盤改良，否則應以樁基礎或考慮其他處置措施，可降減高度液化潛能對建築物的影響。
3. 地下開挖時，若採用臨時擋土結構，如鋼板樁施工時，開挖完成後不宜拆除，否則也應予以灌漿填實。若擋土結構與建築物間留有空隙，也應以適當材料填實。
4. 筏式基礎若位於地下水位以下或接近地下水位時，應考慮承受

地震時所產生的額外水壓。

表 5-1 液化潛能指數危害度及抗液化措施

液化等級	液化潛能指數 (PL)	噴水冒砂特點	由液化引起的建築物震害	抗液化措施選擇原則		
				重要建築	一般建築	次要建築
I 輕微	<5	無噴水冒砂現象或在局部低窪地、池邊有零星噴水冒砂點。	液化危害性小，一般不致引起明顯的震害。	部份消除液化沉陷，或對基礎和上部結構處理，	基礎和上部結構處理，亦可不採取措施。	可不採取措施。
II 中等	5~15	噴水冒砂的可能性很大，多數屬於中等程序的噴水冒砂。	液化危害性較大，可能造成不均勻沉降或開裂。	全部消除液化沉陷，或部份消除液化沉陷且對基礎和上部結構處理。	基礎和上部結構處理，或更高要求的措施。	可不採取措施。
III 嚴重	>15	噴水冒砂嚴重，地裂縫較多，地表型態發生很大變化。	液化危害性大，一般可使建築物產生 10-30cm 的不均勻沉降，高重心建築物可能嚴重傾斜。	全部消除液化沉陷。	全部消除液化沉陷。或部份消除液化沉陷且對基礎和上部結構處理。	基礎和上部結構處理，或其他經濟的措施。

## 第六章 大地工程分析

### 6-1 基礎型式選擇及建議

一般而言，基礎型式的選擇必須根據基地土壤及地下水狀況、結構物載重與分佈等條件，而為滿足安全與經濟之要求，則需考慮下列因素：

1. 基礎下土層所能提供之容許承载力。
2. 基礎下土層因建築物載重而可能發生的最大沉陷與差異沉陷。
3. 地下水位與水壓狀況。
4. 基地鄰近既有建築物之重要性及其基礎型式與位置。
5. 基礎開挖方式。
6. 建築物之重要性與用途。
7. 基礎本身之構築費用。

建築物具有地下室空間，建議採用筏式基礎。

### 6-2 基礎承载力分析

承载力依「建築物基礎構造設計規範」，以下列公式計算：

$$q_{ult} = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma_2 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5\gamma_1 B N_r F_{rs} F_{rd} F_{ri}$$

$$q_{ult} = \text{極限承载力 (tf/m}^2\text{)}$$

$$c = \text{基礎版底面以下之土壤凝聚力 (tf/m}^2\text{)}$$

$$\gamma_1 = \text{基礎版底以下B深度範圍內之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重 (tf/m}^3\text{)}$$

$$\gamma_2 = \text{基礎版底以上之土壤平均單位重，在地下水位以下者，應為其有效單位重 (tf/m}^3\text{)}$$

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

$B$  = 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)

$\beta$  = 載重方向與鉛直線之夾角 ( $^{\circ}$ )

$N_c$  ,  $N_q$  ,  $N_{\gamma}$  = 支承力因數，與土壤摩擦角( $\varphi$ )之關係

如「建築物基礎構造設計規範」表6-1所示

$F_{cs}$  ,  $F_{qs}$  ,  $F_{rs}$  = 形狀影響因素

$F_{cd}$  ,  $F_{qd}$  ,  $F_{rd}$  = 埋置深度影響因素

$F_{ci}$  ,  $F_{qi}$  ,  $F_{ri}$  = 載重傾斜影響因素

筏式基礎之容許承载力，以下列公式計算：

$$q_{all} = (q_{ult} - \gamma_s D_f) / FS + \gamma_s D_f$$

本案涵蓋南棟及北棟建築物，南基地為地上7層，地下2層；

北基地為地上8層，地下2層，有關承载力分析如下。

基礎座落於卵礫石層 (GP/GM) 中。簡化計算過程，保守假設，

$D_f = 0$  ,  $B/L = 0$  , 承载力計算如下表：

$c =$	0.00	$\gamma_2 =$	2.02	$\gamma_1 =$	1.20
$\phi =$	40.00	$D_f =$	0.00	$B =$	20.00
$N_c =$	95.70	$N_q =$	81.20	$N_r =$	114.00
$F_{cs} =$	1.00	$F_{qs} =$	1.00	$F_{rs} =$	1.00
$F_{cd} =$	1.00	$F_{qd} =$	1.00	$F_{rd} =$	1.00
$F_{ci} =$	1.00	$F_{qi} =$	1.00	$F_{ri} =$	1.00
$q_{ult} =$	1368.00	tf/m <sup>2</sup>			

$$\gamma_1 = 2.2 - 1 = 1.2$$

$$\gamma_2 = (4.5 \times 1.8 + 5.5 \times 2.2) / 10 = 2.02$$

$$q_{ult} = c N_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma_2 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5 \gamma_1 B N_r F_{rs} F_{rd} F_{ri}$$

$$= 1368 \text{ t/m}^2$$

上述承载力公式，採用安全係數 F. S. 為 3。

$$容許承载力值 q_{all} = (q_{ult} - \gamma_1 D_f) / 3 + \gamma_1 D_f = 469.47 \text{tf/m}^2$$

另參考林炳森、魏水木(1995)。由台中地區卵礫石層之現地平  
板載重試驗結果，極限承载力約為  $555 \text{tf/m}^2$ 。

$$挖除土水重：4.5 \times 1.8 + 5.5 \times 2.2 = 20.2 \text{t/m}^2$$

$$總呆載重：2.2 + 1.2 \times 2 + 1 \times 8 = 12.6 \text{t/m}^2$$

$$總載重：12.6 + 0.5 \times 3 + 0.3 \times 8 = 16.5 \text{t/m}^2$$

建築物總載重較挖除土水重為小 ( $16.5 \text{t/m}^2 < 20.2 \text{t/m}^2$ )，屬  
全補償式基礎， $q = 16.5 \text{t/m}^2 < q_{all} = 469.47 \text{t/m}^2$ ，承载力足夠。

考慮設計地震時之基礎承载力，因無液化發生潛能，基礎以下  
之土壤參數尚不需要折減，故基礎承载力如前計算，承载力足夠。

表 6-1 支承力因數-摘錄「建築物基礎構造設計規範」

$\phi$ (度)	$N_c$	$N_q$	$N_\gamma$	$N_r^*$
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： $N_r^*$  為偏心載重基礎使用

### 6-3 沉陷量分析

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要壓縮沉陷量為主，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。

對於承受均佈載重之地層，用於計算瞬時沉陷之彈性理論基本公式為：

$$\Delta H_i = \frac{1-\nu^2}{E} qBI$$

式中  $\Delta H_i$  = 瞬時沉陷量(m)

$q$  = 載重面作用之均佈載重(tf/m<sup>2</sup>)

$B$  = 載重面寬度或直徑(m)

$E$  = 土層之變形模數(tf/m<sup>2</sup>)

$I$  = 影響係數，與載重面形狀、沉陷點位置、基礎剛度及埋置深度、壓縮層厚度等因素有關。

$\nu$  = 柏松比

針對飽和黏土層上之淺基礎，基礎平均之瞬時沉陷量亦得以 Janbu(1956)等所建議之修正彈性理論公式計算之，即

$$\Delta H_i = \frac{4}{3} \mu_0 \mu_1 \frac{qB}{E} (1-\nu^2)$$

式中  $\Delta H_i$  = 瞬時沉陷量(m)

$\mu_0, \mu_1$  = 影響係數

$q$  = 載重 (tf/m<sup>2</sup>)

$B$  = 基礎寬度 (m)

$E$  = 不排水變形模數應考慮過壓密比之影響(tf/m<sup>2</sup>)

黏性土層之單向度壓密沉陷量，原則上可由壓密前後之孔隙比變化，依下式推估之：

$$H_c = \sum_{i=1}^n \frac{e_{oi} - e_{fi}}{1 + e_{oi}} H_i$$

式內

$H_c$  = 壓密沉陷量(cm)

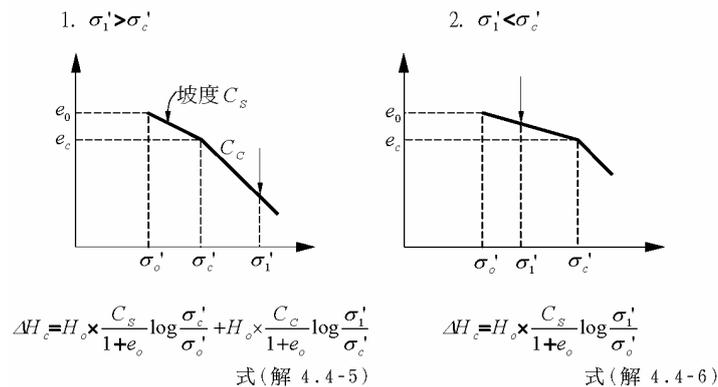
$e_{oi}$  = 第i層土壤初始正向應力為  $\sigma'_{oi}$  時之孔隙比

$e_{fi}$  = 第i層土壤正向應力增加為  $\sigma'_{fi}$  時之孔隙比

$\sigma'_{oi}$  = 第i層中央點之初始正向有效垂直應力(tf/m<sup>2</sup>)

$\sigma'_{fi}$  = 第i層中央點之最終正向有效垂直應力(tf/m<sup>2</sup>)

$H_i$  = 第i層之厚度(cm)



(a) 過壓密土壤 ( $\sigma'_c > \sigma'_o$ )

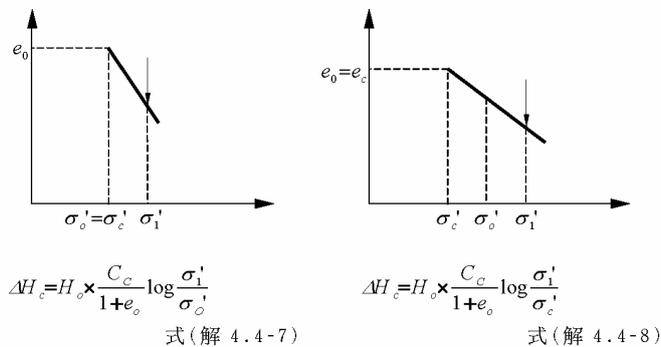


圖 6-1 壓密沉陷量計算示意圖

有關基礎沉陷種類包括瞬時沉陷及壓密沉陷兩部份，各階段沉陷量分述如下：

1. 瞬時沉陷：

建築物平均單位總載重  $16.5\text{t/m}^2$ ，垂直地盤反力係數  $K_v$  值約  $8000\text{ t/m}^3$ ，將上述公式 I 值保守假設為 1，簡化保守計算，瞬時沉陷量為  $16.5/8000 \times 100 = 0.21\text{cm}$

2. 壓密沉陷：

鑽探深度內並未發現厚黏土層，其他更深層可能之黏土層受建築物載重增量微小，可忽略不計。

預估總沉陷約  $0.21\text{cm}$ ，惟對數值之不確定性，建議建物沉陷量以  $4\text{cm}$  以上設計，預估沉陷量小於「建築物基礎設計規範」規定筏式基礎容許沉陷量  $30\text{cm}$ ，見表 6-2，符合要求。

3. 容許角變量：

建築物相鄰兩柱或相鄰兩支點間，因差異沉陷引致之角變量，應不得使建築物發生有害之裂縫，或影響其使用功能。角變量與建築物損壞程度之關係詳見表 6-3，此表僅係一般之原則，對於特定之構造物應視其狀況而定。

為避免差異沉陷量過大，差異沉陷引致之角變量  $< \frac{1}{500}$ ，以符合建築物不容許裂縫產生的安全限度。

本案總沉陷量微小，預估角變量微小。

表 6-2 容許沉陷量 (單位：公分)

構造物種類	混 凝 土	鋼 筋 混 凝 土		
		獨立及聯合基腳	連續基腳	筏式基礎
基礎型式	連續基腳	獨立及聯合基腳	連續基腳	筏式基礎
總沉陷量	4.0	10.0	20.0	30.0

表 6-3 角變量與建築物損壞程度(Bjerrum, 1963)

角變量	建築物損壞程度
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的安全限度(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的傾斜
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

#### 6-4 基礎底部上舉力分析

在地下水壓呈靜水壓狀態之地層，基礎版底所受之上舉水壓力可由地下水位之高程直接估得，惟地下水位常隨季節呈起伏變化，易遭淹水之地區，水位可能達地表面甚或高於地表面，設計者應針對基地實際狀況作保守之估計，最好能根據長期觀測資料以及區域之洪水預測資料作合理保守評估，作為設計之依據。對於含受壓水層之基地，應考慮其滲流壓力。另有某些地區可能因地下水超抽而使得地下水壓降低，甚或低於靜水壓，設計者亦應考慮將來地下水位回升之可能性，作保守之估計。

本案開挖深度在地下水位以上，無基礎底部上舉問題。本案基礎深度在地下水位以上，亦無上浮問題。

#### 6-5 側向土壓力分析及開挖底面穩定性之檢討

##### 6-5-1 基礎開挖工法建議

未來評估本基地基礎開挖方式與擋土設施之選擇需考慮下列因素：

##### 1. 土層分佈狀況。

2. 地下水位分佈狀況。
3. 開挖規模：如開挖深度與開挖面積。
4. 擋土結構之材料性質及其水密性。
5. 擋土結構施工及開挖之可行性、安全性、進度與經濟性。
6. 擋土結構施工對基地周圍環境之影響如污染、噪音與振動等公害問題，尤其是振動可能造成之影響。
7. 配合開挖作業時擋土設施側移對周圍環境與建築物可能造成之沉陷破壞問題。
8. 建築物的配置。

本基地下伏為承載力良好但透水性極高之卵礫石層，未來可能採用之開挖及擋土工法分述如後

#### 1. 人工擋土柱 + 順打工法

台中市之地盤屬卵礫石層，偶而有體積龐大(直徑大於 1.0m)的塊石出現，所以一般的鋼板樁和鋼軌十分難打入，預壘樁又不易施工，所以形成採人工挖掘擋土柱的獨特現象。人工擋土柱為台中地區較普遍採用之擋土結構物，其主要優點為人工挖掘，可挖除較大卵石，且施工機具及人員所需空間不大，不受作業空間限制，且可多組施工人員同時分區進行挖掘擋土柱作業，而不受施工機械之數量及作業空間限制；人工挖掘另一優點為噪音低，振動小，不致於影響鄰近居民之安寧，此外其施工費用較經濟。缺點為施工人員需於地底下作業，環境惡劣，高水位之地區需先降低地下水位，不易控制崩落石塊而可能導致嚴重的意外事件及工作人員的傷亡。

以台中地區之經驗，一般具經驗之施工人員可開挖至地面下 22m，施工期間應特別注重其安全性，例如裝設混凝土保護環或鋼管等來防止崩塌，亦可考慮採用兩階段施工。

此外，位於地表之淺層為回填覆土層，於擋土柱挖掘時易造成土石之崩落，因此為顧及施工安全，若採用此種擋土工法，建議分兩段施工，第一段之擋土結構應採用連續護牆體擋土，俟第一段擋土連續護牆完工後，繼續施工第二層擋土柱至預定深度，為了防止上層土壤在第二次施工時有崩落之顧慮，並須採跳段開挖。另外為避免孔壁崩塌，於人工挖掘過程中，應以薄層混凝土砂漿塗抹孔壁，或適時加入沉箱環。擋土柱於挖掘完成後應立即吊放鋼筋籠、封模及搗灌混凝土。為了鄰接道路之安全，擋土柱應採每 5 柱一單元之跳挖方式或隔 5 柱跳挖施作，每一跳挖單元中間未挖掘部份，須留置土堤以避免連續護壁側向位移或滑動；另上下段擋土結構若採前後交疊施工，交疊深度至少須 1m 以上。

## 2. 機械擋土柱 + 順打工法

機械式擋土柱作業的主要工作為柱坑挖掘及構築柱體，首先以機械(挖土機)開挖取土，將擋土柱依其設計尺寸位置挖掘至預定深度高程，之後進行吊放鋼筋籠以及封模等作業，並以土方背填方式作為模板側向支撐，接著進行擋土柱體灌漿作業，在完成一定數量之擋土柱後，最後進行相鄰擋土柱頂部壓(繫)樑施工等作業即告完成。

如開挖面較深時，機械式擋土柱受限於機具可挖掘深度，無法一次挖掘至設計底部深度，此時需採分層(次)施工，以施作二層機械式擋土柱為例，其施工步驟：(一)第一層柱體開挖完成後，吊入鋼筋籠，鋼筋籠底需預留約 1.5m~2.0m 之鋼筋搭接長度，並以填砂方式填充(鋼筋搭接範圍及空間；與下層擋土柱銜接之分界面)後，第一層擋土柱組模並澆置混凝土。(二)開挖基地面至應支撐處，即設置水平支撐系統或施作背拉地錨，以此維持第一層柱體之穩定

性，繼續降挖，降挖至鋼筋搭接範圍之填砂即自然掉落，露出與第二層柱體搭接之鋼筋。(三)第二層柱體開挖，吊放第二層擋土柱鋼筋籠並與第一層預留鋼筋搭接、組模並澆置混凝土(柱體即施作完成)。

以上基礎開挖擋土方式為一般原則性之建議，未來規劃單位應考量實際情況再做進一步之工法選擇及細部施工方法之調整。倘開挖面四周之施工條件不同，亦可將前述之工法綜合使用。

### 6-5-2 擋土支撐穩定性分析

#### 1. 貫入深度內擠分析

依「建築物基礎構造設計規範」擋土壁應有足夠之貫入深度，使其於兩側之側向壓力作用下，具足夠之穩定性。擋土壁之貫入深度  $D$ ，可依下列公式計算其安全性：

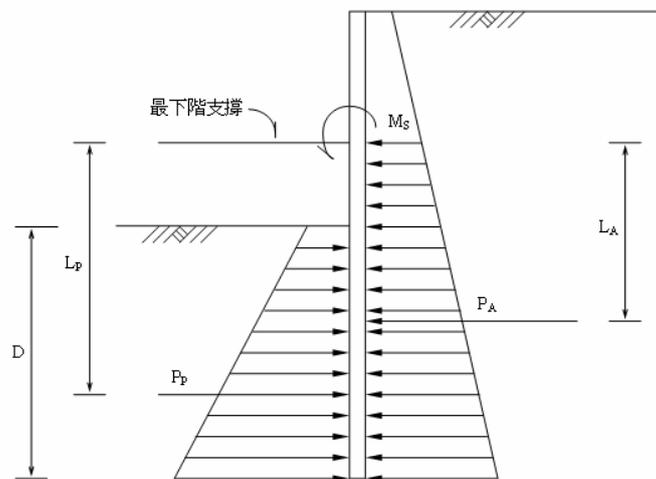


圖6-2 擋土設施土壓力平衡

$$F. S. = \frac{F_P L_P + M_S}{F_A L_A}$$

式內

$F_A$  = 最下階支撐以下之外側作用側壓力（有效土壓力＋水壓力）

之淨值) 之合力 (tf/m)

$L_A = F_A$  作用點距最下階支撐之距離 (m)

$M_S =$  擋土設施結構體之容許彎矩值 (tf-m/m)

$F_P =$  最下階支撐以下之內側作用側土壓力之合力 (tf/m)

$L_P = F_P$  作用點距最下階支撐之距離 (m)

本案採用 TORSAs 2.0 程式作為開挖穩定分析時之電腦輔助程式。依據開挖底面穩定性分析成果顯示，基地開挖工程採行 3 階段開挖和 2 階段支撐架設，擋土結構採用擋土柱，貫入深度  $D=2\text{m}$ ，檢核擋土設施貫入深度向內擠進破壞之安全係數為 2.44(大於 1.50, OK)。開挖底面穩定性分析結果請詳見圖 6-3。

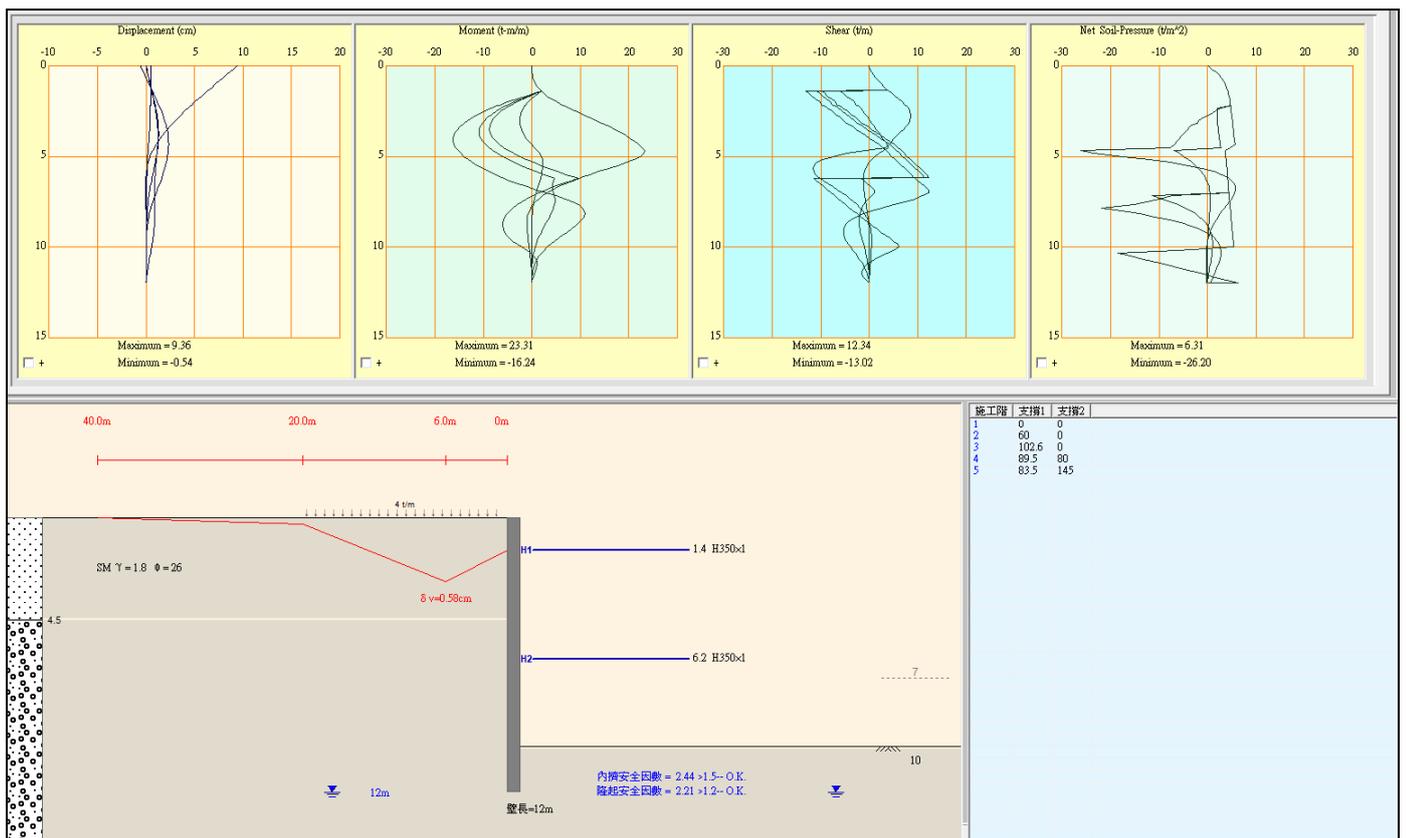


圖 6-3 臨時性開挖底面穩定性分析圖

## 2. 隆起分析

開挖底面下方土層係軟弱黏土時，應檢討其抵抗底面隆起之穩定性。可依下列公式計算其安全性：

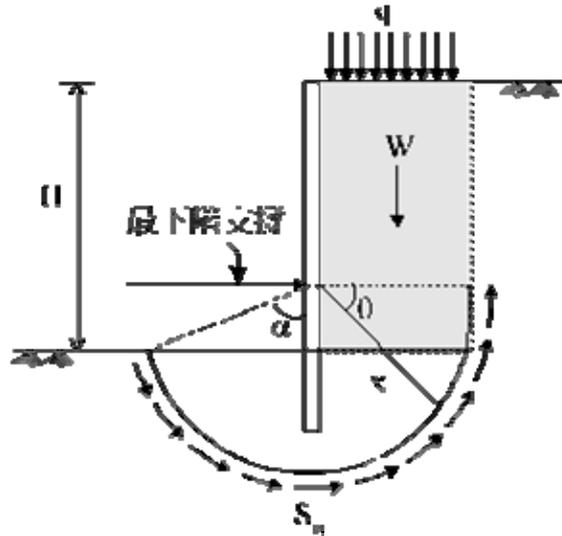


圖 6-4 隆起檢討

$$F. S. = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X \int_0^{\frac{\pi}{2} + \alpha} S_u(X d\theta)}{W \cdot \frac{X}{2}} \geq 1.2$$

式內

$M_r$  = 抵抗力矩 (tf-m/m)

$M_d$  = 傾覆力矩 (tf-m/m)

$S_u$  = 黏土之不排水剪力強度 (tf/m<sup>2</sup>)

$X$  = 半徑 (m)

$W$  = 開挖底面以上，於擋土設施外側  $X$  寬度範圍內土壤重量與地表上方載重( $q$ )之重量和(tf/m)

因本案開挖底面下方地層為卵礫石層，非軟弱黏土，本項無發生可能。

### 3. 砂湧分析

依「建築物基礎構造設計規範」，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方式、臨界水力坡降解析方式、或以

下列兩公式分別計算之，擇其中貫入深度最大者為設計依據。

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方式、臨界水力坡降解析方式、或以下列兩公式分別計算之，擇其中貫入深度最大者為設計依據。

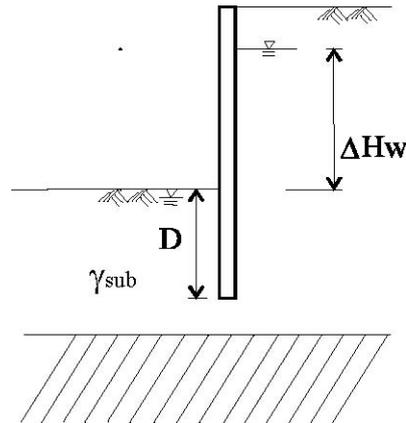


圖 6-5 砂湧檢討

$$F. S. = \frac{2\gamma_{sub}(D)}{\gamma_w(\Delta H_w)} > 1.5 \quad O. K.$$

$$F. S. = \frac{\gamma_{sub}(\Delta H_w + 2D)}{\gamma_w(\Delta H_w)} > 2.0 \quad O. K.$$

式內

$\gamma_{sub}$  = 砂質土壤之有效單位重 (tf/m<sup>3</sup>)

D = 擋土設施之貫入深度 (m)

$\gamma_w$  = 地下水之單位重 (tf/m<sup>3</sup>)

$\Delta H_w$  = 擋土設施內外兩側地下水位之水頭差 (m)

本案開挖深度未達地下水位，且採用非阻水型擋土設施， $\Delta H_w=0$ ，無砂湧發生可能。

### 6-5-3 側向土壓力分析

擋土結構設計時，其考慮之側向壓力可分為施工時臨時擋土結構物之側壓力及永久性結構物之側壓力，臨時性擋土結構物之側壓力與土壤性質、地下水位、擋土結構性質、支撐形式及鄰近建築物荷重等均有密切關係，主動土壓力及被動土壓力可依照 C.A.Coulomb(1776)土壓力理論及 Rankine 之土壓力理論，計算得臨時擋土結構物側壓力。如開挖期間甚長時，則考慮地震對擋土設施所造成之側壓力。永久性結構物之側壓力除考慮靜止側向土壓力外，亦包括地表超荷重、地震力及地下水壓等所造成之側壓力。

#### 1. 地下水位：

建議臨時性開挖設計：暫採 G.L.：-12m 設計，開挖施工前必須再確認。

永久性結構：採 G.L.：-10m 設計。

#### 2. 超載：鄰房超載以 $4t/m^2$ 之垂直地表載重；

茲將本工程中所可能採用之擋土結構系統所受之側向壓力情形詳細分析如後：

##### 1. 開挖時臨時擋土結構所受之土壤側壓力

地下室開挖之臨時擋土措施，不論係採用剛性較高之連續壁、擋土排樁，抑或採用柔性之鋼版樁、鋼軌橫板條，用於分析設計擋土壁體之斷面、支撐系統之斷面，所考慮之主動土壓力及被動土壓力依照 C. A. Coulomb(1776)土壓力理論及 Rankine 之土壓力理論，計算所得之臨時性擋土措施設計用側壓力分佈圖如圖 6-6 所示。有關臨時性擋土措施設計用側向土壓力係數計算如下。

##### (1) 回填層 (SF)：

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 0.353$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{26^\circ}{2} \right) = 0.39$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\theta + \phi)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 3.787$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{26^\circ}{2} \right) = 2.561$$

(2) 覆土層 (SM) :

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 0.326$$

$$K_a = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{28^\circ}{2} \right) = 0.361$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\theta + \phi)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 4.325$$

$$K_p = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{28^\circ}{2} \right) = 2.770$$

(3) 卵礫石層 (GP/GM) :

$$K_A = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 0.199$$

$$K_A = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{40^\circ}{2} \right) = 0.217$$

$$K_P = \frac{\cos^2(\theta + \phi)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta - \delta) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \alpha)}{\cos(\theta - \delta) \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2} = 11.771$$

$$K_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) = \tan^2\left(45^\circ + \frac{40^\circ}{2}\right) = 4.599$$

## 2. 地下結構完成後，外緣所受之土壤側壓力

地下室牆體於平常時，不會發生任何水平位移，其所受土壓力，乃係靜止狀態之土壓力，另於地震時土壤與牆體間會有相當數量之相對位移，因此牆體所受之土壓力，應以動態土壓力分析之。另於地震時所致動態土壓力，參考Seed and Whitman(1970)總力採用  $\Delta P_{AE} = \frac{3}{8} \times \gamma H^2 \times A_{max}$  進行計算，應力  $P_{aeq} = \frac{3}{8} \times \gamma H \times A_{max}$ ，式內  $A_{max}$ ，永久性設施採用設計地震力加速度，臨時性設施採用中小度地震力加速度。永久設施地下側壓力分佈圖如圖6-7。有關永久性設施設計用側向土壓力係數計算如下。

### (1) 回填層 (SF)：

$$K_0 = 1 - \sin \phi = 1 - \sin(26^\circ) = 0.562$$

### (2) 覆土層 (SM)：

$$K_0 = 1 - \sin(\phi') = 1 - \sin(28^\circ) = 0.531$$

### (3) 卵礫石層 (GP/GM)：

$$K_0 = 1 - \sin \phi = 1 - \sin(40^\circ) = 0.357，依規範採用 0.5。$$

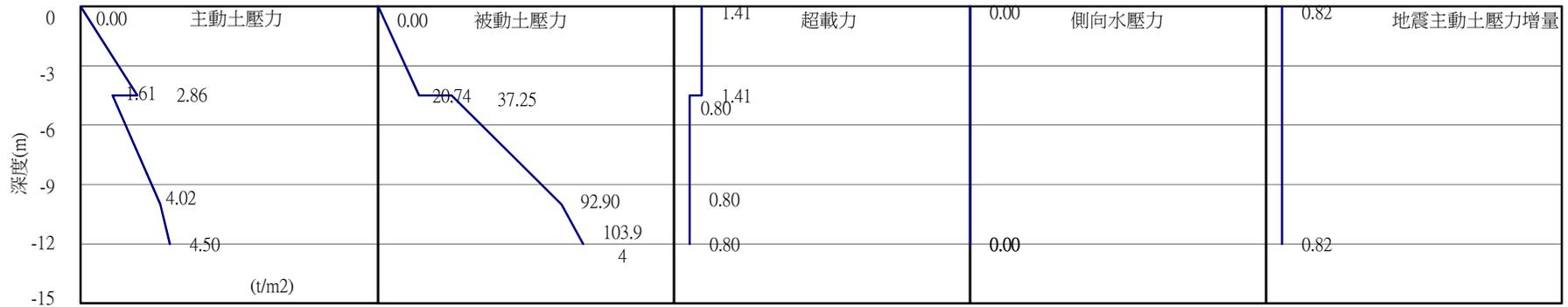


圖 6-6 臨時土壓力及水壓力

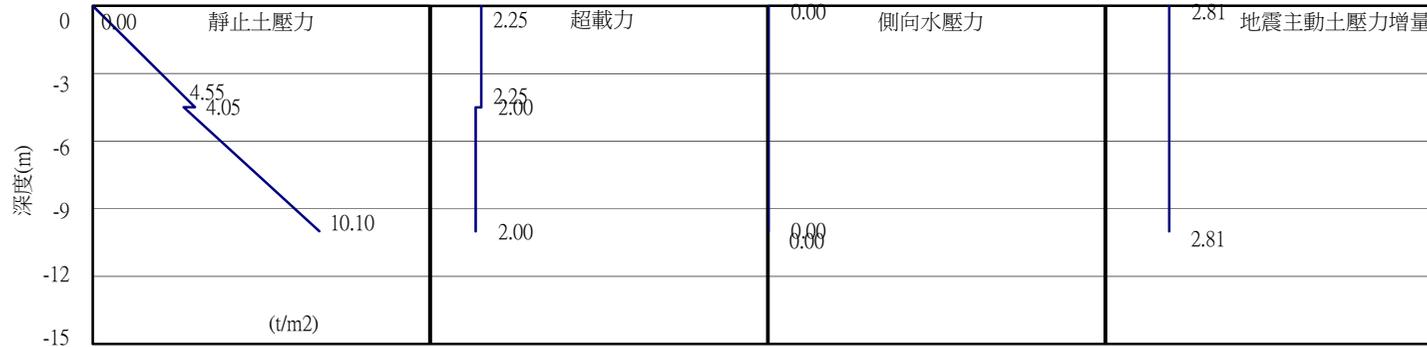


圖 6-7 永久土壓力及水壓力

## 6-6 基礎施工應注意事項建議

1. 下伏地盤為卵礫石層，開挖使用挖土機等機具，應不致造成開挖上的困擾。
2. 基地鄰近 4 層透天 RC 建築物，於施工階段注意基礎保護，設置安全監測系統。
3. 可優先考慮擋土柱工法配合內型鋼支撐。
4. 基地開挖面在地下水位以上，尚不須考慮抽水計畫。但須考慮施工期間遇雨季來臨及惡劣天候時應增加設置排水設施，如打設集水坑、溝渠等，將外來水抽出施工區域。
5. 回填層及覆土層於開挖時再行確認，應置換優良砂石並分層夯實，以減少地表之沉陷量。BH-3 處回填層較為疏鬆，且鄰近建築物，開挖前宜特別注意。

## 6-7 地盤改良之需要性及對改良方式建議

地質良好，尚不需地盤改良。

## 第七章 結論與建議

### 7-1 綜合結論

#### 1. 地層概況：

由現場 0~30m 鑽探深度（最大鑽探深度為 30m）之地質紀錄來看，將地層區分 3 個層次。地層分佈情形請參考地層剖面圖（圖 4-2）。各鑽孔 G.L. 之高程可參考附錄 A，以下未聲明之 G.L. 高程統一採用 71.3m。茲將各層之特性，分別敘述如下：

#### 第 1 層：回填層(SF)：

自地表起算至 G.L. -4.5m 之間主要為回填層，由棕黃色粉土質砂夾卵礫石及少量紅磚，棕黃色黏土質砂夾少量礫石所組成。

#### 第 2 層：覆土層(SM)：

自回填層起算至 G.L. -3.8m 之間主要為由棕色粉土質砂夾礫石所組成。

#### 第 3 層：卵礫石層(GP/GM)：

自回填層下方至 G.L. -30m 之間主要為卵礫石層夾棕黃色粉土質砂、卵礫石層夾棕黃色黏土質砂所組成，偶間夾黏土薄層，現場標準貫入試驗 N 值大於 100。

#### 2. 地下水位：

由現場鑽探結束後，經 24 小時觀測，地下水位為 G.L. -13.8~-14.2m，此水位為鑽探當時水位，僅供參考，開挖實際水位須依據長期觀測結果。現場留有水位觀測井，開挖實際水位業主需於開挖前再行確認。

經查詢經濟部台灣水文年報地下水井建平測站(06190111)及建平測站(06200111)，歷年水文資料(1998年~2014年)，地下水位為 G.L. -10.62~-25.67M 之間。彙整上述結果，設計高水位建議採用 G.L. -10M。

### 3. 工程性質參數：

層次	分類	層底深度 G.L. (m)	建議SPT-N值	統體單位重 ( $t/m^3$ )	$K_h$ ( $t/m^3$ )	$K_v$ ( $t/m^3$ )	$c$ ( $t/m^2$ )	$\phi$ ( $^\circ$ )
1	SF	-4.5	5~7 (6)	1.80	600	1200	0*	26*
2	SM	-3.8		1.90			0*	28*
3	GP/GM	-30.0	>50 (50)	2.2 註3	5000	8000	$C_p=3\sim4$ $C_r=0\sim4$ 註3 (1)	$\phi_p=26\sim42$ $\phi_r=25\sim42$ 註3 (40)

依實際開挖結果調整土壤參數。

註1. ( )：內為表示建議值，採用平均值或保守值。

註2. \*：參考如下文獻，擷錄謝旭昇等 2013TORSA 研討會土壤參數選擇之建議。

註3. 參考地工技術，第55期，台灣地區中北部卵礫石層工程性質及施工探討，第35~46頁。

### 4. 地盤種類：

$V_{s30} \geq 270$  m/s 者為第一類地盤（堅實地盤）。

### 5. 斷層查詢：

根據資料研判(經濟部中央地質調查所台灣活斷層查詢系統網站)，東側約 2.56 公里處有車籠埔斷層，東側約 9.15 公里處有大茅埔-雙冬斷層。根據「建築物耐震設計規範」(100. 7.1)，必需考慮車籠埔斷層之近斷層效應的影響。

### 6. 地震參數：

(1) 水平譜加速度係數：

設計水平譜加速度係數  $S_s^D=0.8$ ， $S_1^D=0.45$ 。

最大考量水平譜加速度係數  $S_s^M=1.0$ ， $S_1^M=0.55$ 。

(2) 考慮近車籠埔斷層效應調整因子：

設計地震之調整因子  $N_A=1.16$ ， $N_V=1.32$ 。

最大考量地震之調整因子  $N_A=1.20$ ， $N_V=1.45$ 。

(3) 工址放大係數：

短週期結構之工址放大係數  $F_{ad}=1$ ， $F_{am}=1$ 。

長週期結構之工址放大係數  $F_{vd}=1$ ， $F_{vm}=1$ 。

7. 液化分析：

經查詢經濟部中央地質調查所土壤液化潛勢查詢系統之結果如圖 5-2 所示，本基地為低潛勢土壤液化區域。

本案並非「建築物耐震設計規範及解說」所述之分析法認定應進行液化潛能判定之飽和砂質土層，不符合土壤液化之機制，並無液化發生之潛能。

8. 抽水計畫：

基地開挖面在地下水位以上，尚不需考慮抽水計畫。

9. 基礎形式建議：

建築物具有地下室空間，建議採用筏式基礎。

10. 承載力分析：

本案涵蓋南棟及北棟建築物，南基地為地上 7 層，地下 2 層；北基地為地上 8 層，地下 2 層，有關承載力分析如下。

基礎座落於第 3 層：卵礫石層 (GP/GM) 中。簡化計算過程，保守假設， $D_f=0$ ， $B/L=0$ ，承載力計算如下表：

c=	0.00	$\gamma_2$ =	2.02	$\gamma_1$ =	1.20
$\phi$ =	40.00	$D_f$ =	0.00	B=	20.00
$N_c$ =	95.70	$N_q$ =	81.20	$N_r$ =	114.00
$F_{cs}$ =	1.00	$F_{qs}$ =	1.00	$F_{rs}$ =	1.00
$F_{cd}$ =	1.00	$F_{qd}$ =	1.00	$F_{rd}$ =	1.00
$F_{ci}$ =	1.00	$F_{qi}$ =	1.00	$F_{ri}$ =	1.00
$q_{ult}$ =	1368.00 tf/m <sup>2</sup>				

$$\begin{aligned}
 q_{ult} &= cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + \gamma_2 D_f N_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + 0.5\gamma_1 B N_r F_{rs} F_{rd} F_{ri} \\
 &= 1368t/m^2
 \end{aligned}$$

上述承載力公式，採用安全係數 F. S. 為 3。

$$q_{all} = (q_{ult} - \gamma_1 D_f) / 3 + \gamma_1 D_f = 469.47 \text{tf/m}^2$$

另參考林炳森、魏水木(1995)。由台中地區卵礫石層之現地平  
 板載重試驗結果，極限承載力約為 555tf/m<sup>2</sup>。

綜合以上結果，建築物總載重  $q = 16.5 \text{t/m}^2 < q_{all} = 469.47 \text{t/m}^2$ ，  
 承載力足夠。

考慮設計地震時之基礎承載力，因無液化發生潛能，基礎以下  
 之土壤參數尚不需要折減，故基礎承載力如前計算，地震發生時承  
 載力足夠。

#### 11. 沉陷量分析：

建議建物沉陷量以 4cm 以上設計，沉陷量必須小於「建築物基  
 礎設計規範」規定筏式基礎容許沉陷量 30cm，以符合要求。

#### 12. 上浮力分析：

本案開挖深度在地下水位以上，無基礎底部上舉問題。基礎深  
 度在地下水位以上，無上浮問題。

### 13. 砂湧分析：

本案開挖深度未達地下水位，且採用非阻水型擋土設施， $\Delta H_w=0$ ，無砂湧發生可能。

### 14. 未來規劃之基礎開挖擋土方式：

可優先考慮擋土柱工法配合內型鋼支撐。

## 7-2 建議事項

1. 下伏地盤為卵礫石層，開挖使用挖土機等機具，應不致造成開挖上的困擾。
2. 基地鄰近 4 層透天 RC 建築物，於施工階段注意基礎保護，設置安全監測系統。
3. 常水位採用 G.L. -12m，開挖深度 10m，基地開挖面在地下水位以上，尚不須考慮抽水計畫。但須考慮施工期間遇雨季來臨及惡劣天候時應增加設置排水設施，如打設集水坑、溝渠等，將外來水抽出施工區域。
4. 回填層及覆土層於開挖時再行確認，應置換優良砂石並分層夯實，以減少地表之沉陷量。BH-3 處回填層較為疏鬆，且鄰近建築物，開挖前宜特別注意。
5. 地質良好，尚不需地盤改良。

附錄 A：

鑽孔地質柱狀圖

---

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-1

鑽孔標高：71.30 M

地下水位：14.10 M

專業技師：-

輸入人員：-

深度：15.00 M

座標系統：TW97

座標 N：2667752.00

座標 E：220953.00

鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細料 (%)	含水量 (%)	比重 ( )	統體單位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙比 ( )	液性限度 (%)	塑性指數 (%)
0					棕黃色粉土質砂夾礫石										
0.8					0.8 M										
1.5					卵礫石層夾棕黃色粉土質砂										
2.0			100/12												
4.0															
6.0			100/4												
8.0															
10.0															
12.0															
14.0		▽ 107/12/08	100/4												
15.0															
16.0															
18.0															
20.0															

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-2 鑽孔標高：70.40 M 地下水位：14.00 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：15.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667733.00 座標 E：220955.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土 壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細 料 (%)	含水 量 (%)	比 重 ( )	統體單 位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙 比 ( )	液性 限度 (%)	塑性 指數 (%)
0				●●●●	卵礫石層夾棕黃色粉 土質砂										
2			100/11	●●●●											
4				●●●●											
6				●●●●											
8				●●●●											
10				●●●●											
12				●●●●											
14		▽ 107/12/08		●●●●	15 M										
16				●●●●											
18				●●●●											
20				●●●●											

## 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-3 鑽孔標高：71.30 M 地下水位：13.80 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：30.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667745.00 座標 E：220986.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細料 (%)	含水量 (%)	比重 ( )	統體單位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙比 ( )	液性限度 (%)	塑性指數 (%)
0					回填層，棕黃色粉土質砂夾卵礫石及少量紅磚										
2	S-1		3+3+3		2.2 M	SM	9	44	47	10.5	2.68	1.66	0.79	-	NP
4	S-2		2+2+3		回填層，棕黃色黏土質砂夾少量礫石										
4.5					4.5 M	SM	2	52	46	10.2	2.67	1.63	0.8	-	NP
6			24+100/9		卵礫石層夾棕黃色粉土質砂										
8			100/9												
10															
12															
14		▽ 107/12/08													
16															
18			100/5												
20					20.2 M										

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-3 鑽孔標高：71.30 M 地下水位：13.80 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：30.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667745.00 座標 E：220986.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細料 (%)	含水量 (%)	比重 ( )	統體單位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙比 ( )	液性限度 (%)	塑性指數 (%)
20					卵礫石層夾棕黃色粉土質砂										
					棕黃色黏土										
22					卵礫石層夾棕黃色黏土質砂										
24															
26															
28															
30															
32															
34															
36															
38															
40															

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-4 鑽孔標高：70.90 M 地下水位：13.90 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：15.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667734.00 座標 E：220990.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細料 (%)	含水量 (%)	比重 ( )	統體單位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙比 ( )	液性限度 (%)	塑性指數 (%)
0					棕黃色粉土質砂夾少量礫石										
2	T-1														
	S-1		2+3+4			ML	4	39	57	15.5	2.68	1.66	0.86	-	NP
4	S-2		4+100/1		3.8 M	SM	0	54	46	16.2	2.68	1.5	1.08	-	NP
6			100/1		卵礫石層夾棕黃色粉土質砂										
14		▽ 107/12/07													
15					15 M										
20															

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-5 鑽孔標高：71.20 M 地下水位：13.90 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：15.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667745.00 座標 E：221008.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土 壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細 料 (%)	含水 量 (%)	比 重 ( )	統體單 位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙 比 ( )	液性 限度 (%)	塑性 指數 (%)
0					棕黃色粉土質砂夾礫石										
1.1					1.1 M										
2			100/4		卵礫石層夾棕黃色粉土質砂										
4															
6															
8															
10															
12															
14		▽ 107/12/08													
15					15 M										
16															
18															
20															

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-6 鑽孔標高：70.60 M 地下水位：13.80 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：15.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667689.00 座標 E：220984.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細料 (%)	含水量 (%)	比重 ( )	統體單位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙比 ( )	液性限度 (%)	塑性指數 (%)
0					棕黃色粉土質砂夾礫石										
1.3					1.3 M										
2			100/10		卵礫石層夾棕黃色粉土質砂										
4															
6															
8															
10															
12															
14		▽ 107/12/08													
15					15 M										
16															
18															
20															

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

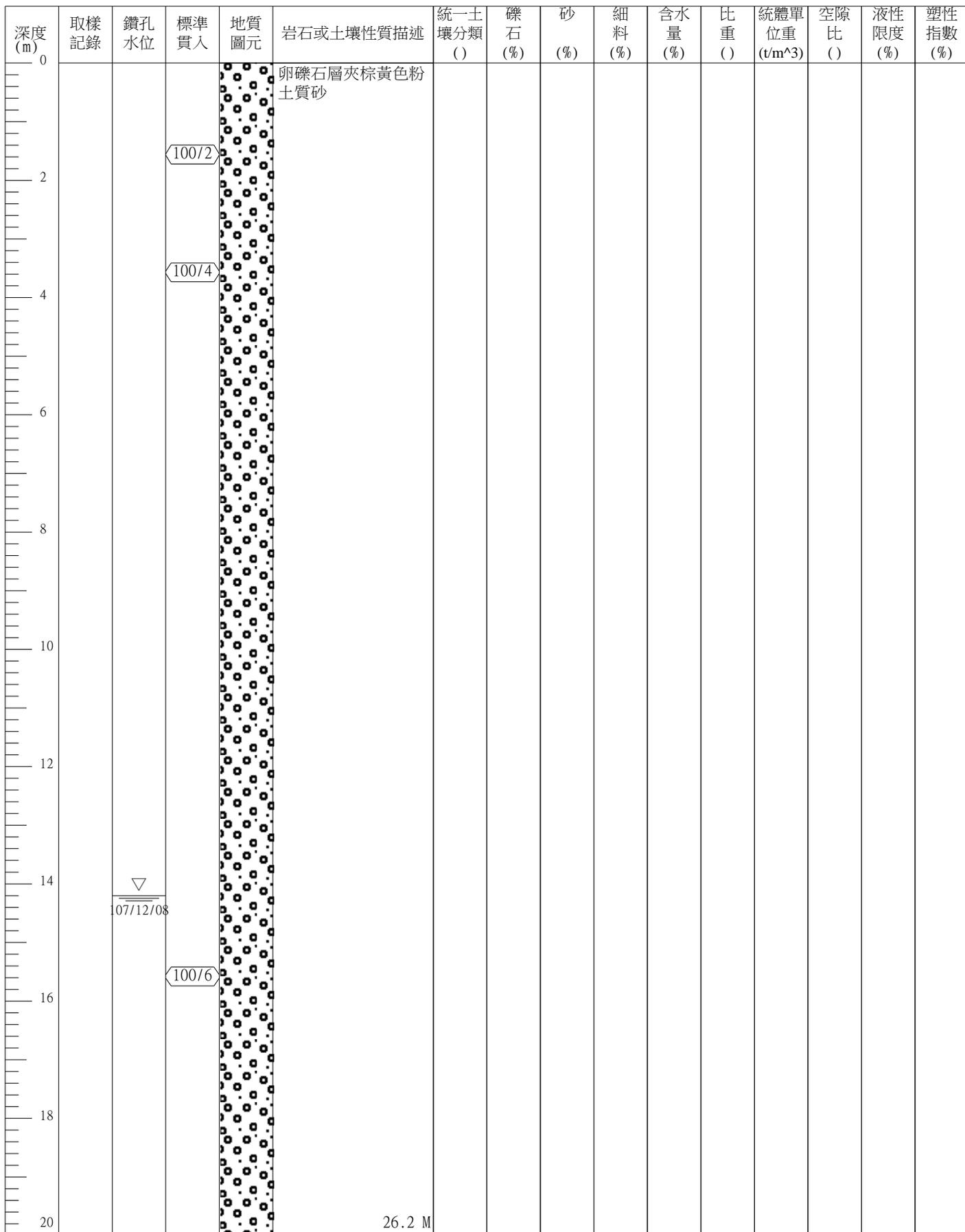
地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-7 鑽孔標高：70.80 M 地下水位：14.20 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：30.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667704.00 座標 E：220999.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司



# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-7 鑽孔標高：70.80 M 地下水位：14.20 M 專業技師：-

輸入人員：-

深度：30.00 M 座標系統：TW97 座標 N：2667704.00 座標 E：220999.00 鑽探公司：固基鑽探有限公司

深度 (m)	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	統一土壤分類 ( )	礫石 (%)	砂 (%)	細料 (%)	含水量 (%)	比重 ( )	統體單位重 (t/m <sup>3</sup> )	空隙比 ( )	液性限度 (%)	塑性指數 (%)
20					卵礫石層夾棕黃色粉土質砂										
22															
24															
26					棕黃色黏土										
26.2 M															
26.9 M					卵礫石層夾棕黃色黏土質砂										
28															
30															
30 M															
32															
34															
36															
38															
40															

# 鑽孔地質柱狀圖

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地地質鑽探委託技術服務

地點：臺中市太平區永億段3及20地號

日期：1071206~1071209

鑽孔編號：BH-8

鑽孔標高：70.70 M

地下水位：13.90 M

專業技師：-

輸入人員：-

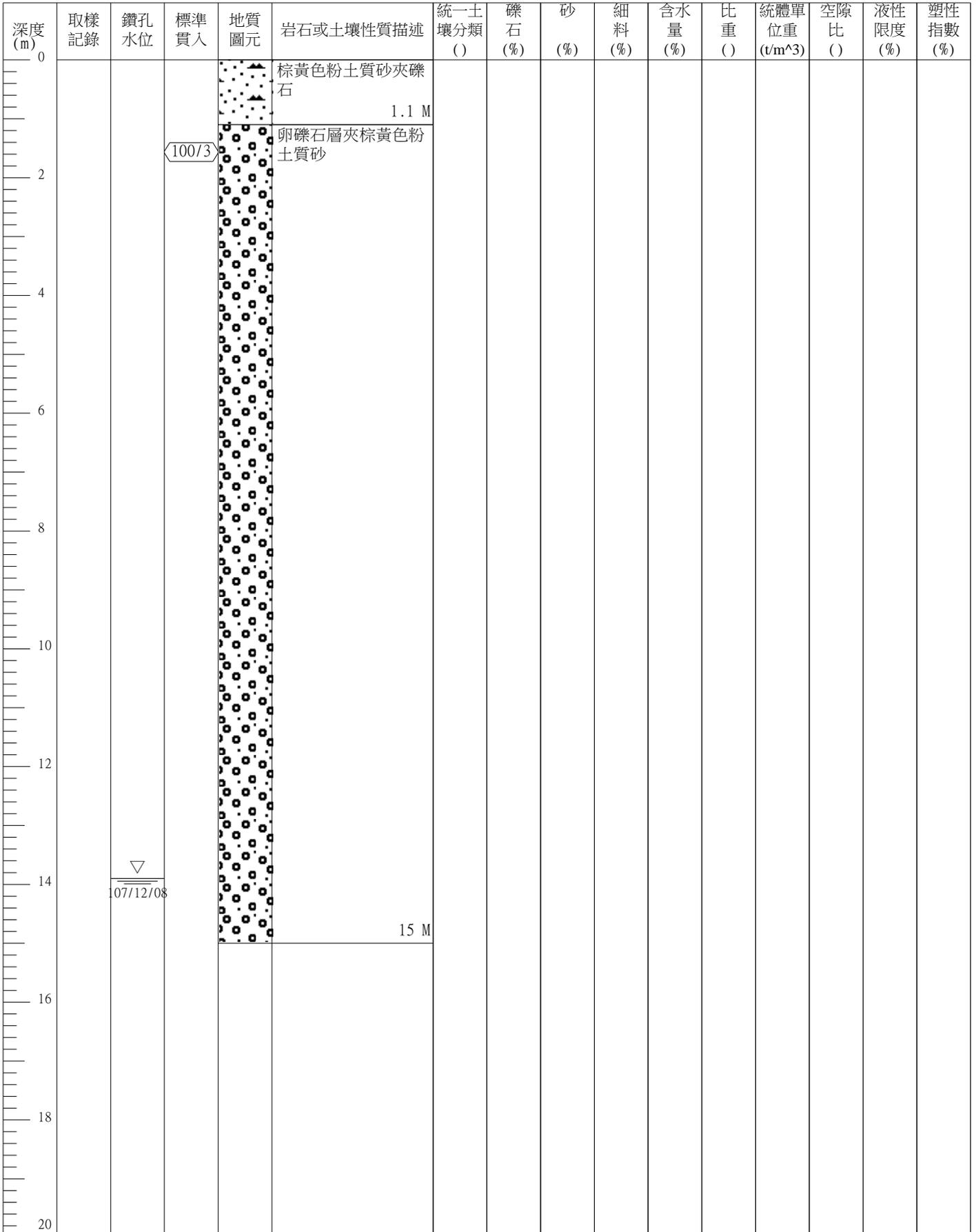
深度：15.00 M

座標系統：TW97

座標 N：2667686.00

座標 E：221006.00

鑽探公司：固基鑽探有限公司



**附錄 B：**

**試驗報告**

---





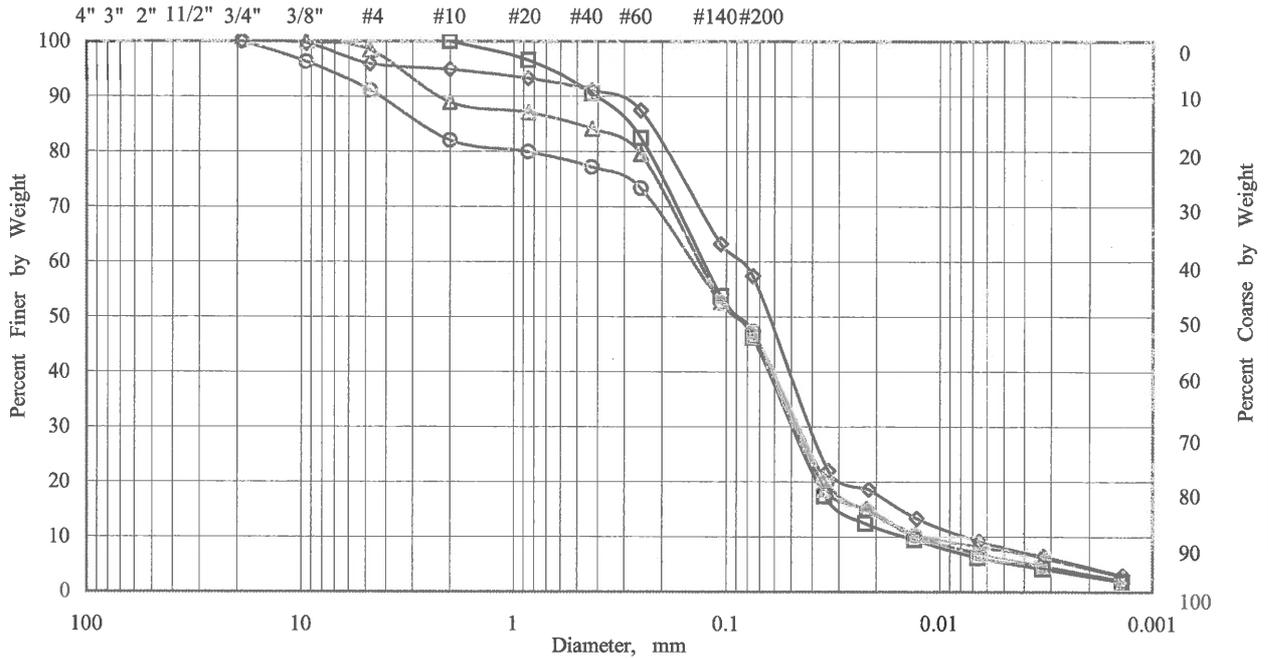
# Grain Size Analyses

Project Name

臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地  
質鑽探委託技術服務

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay
--------	----------	-----------	-----------	------	------

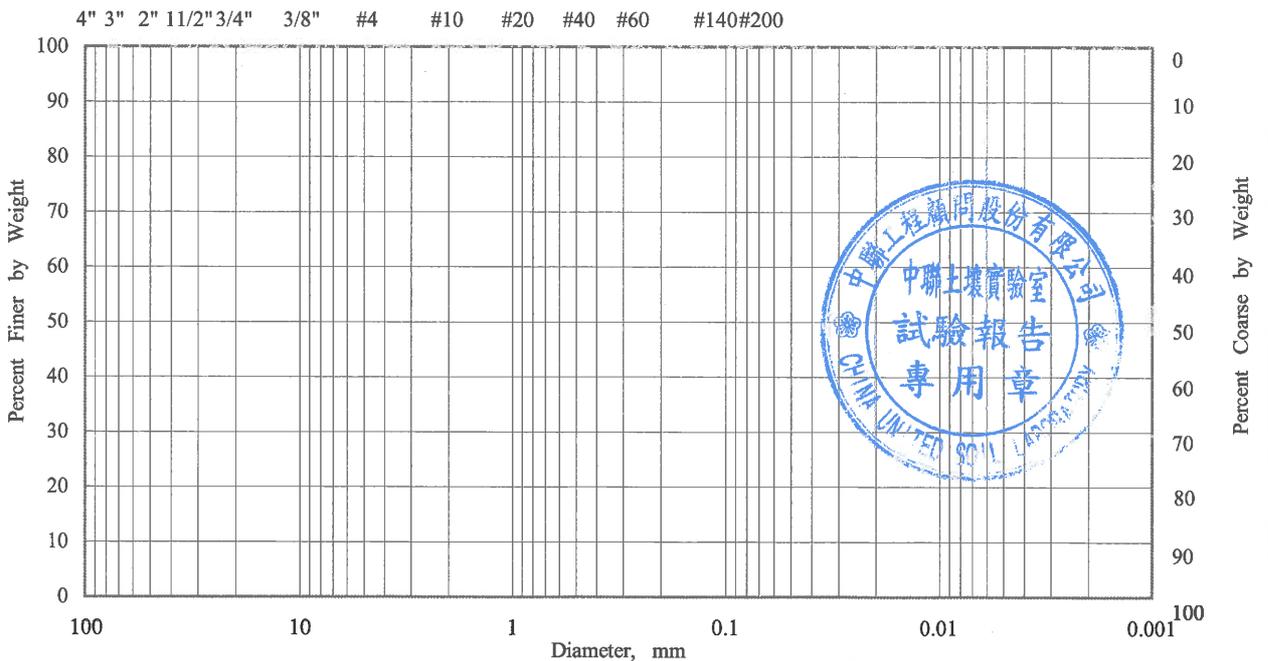
U.S. Standard Sieves



Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu	Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu
○	BH-3	S-1	1.55-2.00	0.0909	12.1	◇	BH-4	S-1	2.05-2.50	0.0590	11.3
△	BH-3	S-2	3.55-4.00	0.0923	11.8	□	BH-4	S-2	3.55-3.83	0.0903	9.1

Gravel	Co. Sand	Med. Sand	Find Sand	Silt	Clay
--------	----------	-----------	-----------	------	------

U.S. Standard Sieves



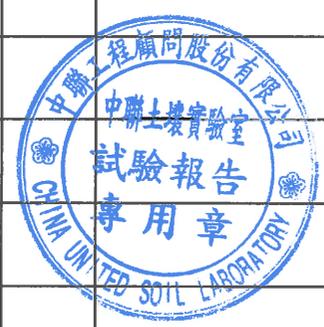
Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu	Mark	Boring No.	Sample No.	Depth (m)	D50	Cu

# 土壤力學試驗總表

工程名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計劃基地質鑽探委託技術服務

試驗編號:GL816

Hole No.	Sample No.	深度 Depth m	單軸		直接剪力		三軸透水		三軸CIU,*CID,!UUU,**SUU試驗				單向度壓密試驗					土質敘述 Description
			qu kg/cm <sup>2</sup>	C kg/cm <sup>2</sup>	φ 度	k cm/sec	總應力		有效應力		e <sub>0</sub>	P <sub>y</sub> kg/cm <sup>2</sup>	C <sub>c</sub>	C <sub>s</sub>	C <sub>r</sub>			
							C kg/cm <sup>2</sup>	φ 度	C kg/cm <sup>2</sup>	φ 度								
BH-4	T-1	1.55~2.05		0.13	28.6												灰棕色砂質粉土	





中聯工程顧問股份有限公司  
CHINA UNITED ENGINEERING  
CONSULTANT CO., LTD.

# 土壤直接剪力強度試驗 ( QC Test )

計畫名稱：臺中市太平區永億段社會住宅興辦計畫基地質鑽探委託技術服務

計畫編號：816DSA

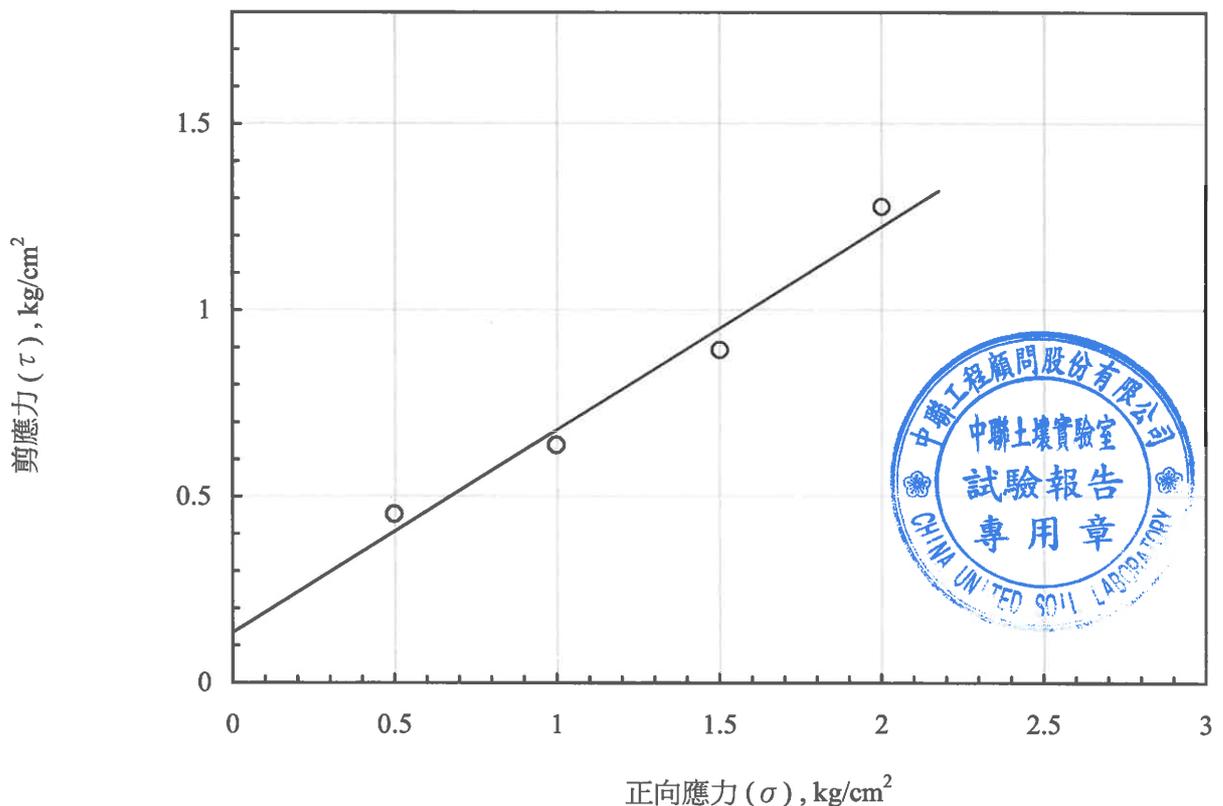
試驗日期：107.12.22

鑽孔編號	BH-4	樣號	T-1	取樣深度	1.55~2.05
液限, LL	-	塑限, PL	-	土壤分類	ML
比重, Gs	2.68	土樣描述	灰棕色砂質粉土		

試體編號	正向應力 ( $\sigma_n$ ) kg/cm <sup>2</sup>	試體狀態								最大剪應力 ( $\tau_{max}$ ) kg/cm <sup>2</sup>
		試驗前			壓密後		受剪後			
		含水量 (W) %	孔隙比 (e)	乾密度 ( $\gamma_d$ ) g/cm <sup>3</sup>	含水量 (W) %	乾密度 ( $\gamma_d$ ) g/cm <sup>3</sup>	含水量 (W) %	孔隙比 (e)	乾密度 ( $\gamma_d$ ) g/cm <sup>3</sup>	
1	0.50	16.96	0.64	1.63	20.62	1.73	21.03	0.56	1.71	0.45
2	1.00	16.96	0.64	1.64	20.37	1.73	20.15	0.54	1.74	0.64
3	1.50	16.96	0.66	1.62	19.89	1.75	19.35	0.52	1.77	0.89
4	2.00	16.96	0.63	1.64	18.79	1.78	18.65	0.50	1.79	1.28

\*\* 破壞包絡線 \*\*

C (kg/cm <sup>2</sup> )	0.13	$\phi$ (°)	28.6	C' (kg/cm <sup>2</sup> )	-	$\phi'$ (°)	-
-------------------------	------	------------	------	--------------------------	---	-------------	---



附錄 C：

施工照片

---



BH-1  
施工前



BH-1  
施工中



BH-1  
施工後



BH-2  
施工前



BH-2  
施工中



BH-2  
施工後



BH-3  
 施工前



BH-3  
 施工中



BH-3  
 施工後



BH-4  
施工前



BH-4 施工  
中



BH-4  
施工後



BH-5  
施工前



BH-5  
施工中



BH-5  
施工後



BH-6  
 施工前



BH-6  
 施工中



BH-6  
 施工後



BH-7  
施工前



BH-7  
施工中



BH-7  
施工後



BH-8  
施工前



BH-8  
施工中



BH-8  
施工後



取樣試體