

附 錄 三

基地地質鑽探資料

衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物國家級試驗室暨教育訓練大樓基地
地質調查及基礎分析報告
(第一期)

三力技術工程顧問股份有限公司
台北市大安區 106 安和路一段 102 巷 28 號 3 樓
TEL：(02)2755-7828
FAX：(02)2705-5338

中華民國 107 年 10 月

摘要

一、基地概況

基地面積(m ²)	建物規模	開挖深度(m)
4075.0	10F/B2 及 9F/B2	10.0

二、地層概況

層次	層底深度 GL. (m)	土壤分類	SPT-N 值 (平均值)
1	-2.0	回填層及表土層(SF)	5~50
2	-6.8	高度風化泥質砂岩層(SS)	41~51 (46)
3	-14.3	砂泥岩互層(SS/Mudstone)	>50
4	鑽探深度	灰色砂岩層(SS)	>50

註 1：第 2 層次僅在 BH-1 及 BH-2 出現。

註 2：設計地表高程 GL.±0 m 位於 EL.+24.77 m 處。

三、地下水狀況

建議本基地地層短期之地下水位為 GL.-10.0 m；長期地下水位位於 GL.-8.0 m。

四、液化分析結果

本基地表下方 20 公尺內並無具液化潛能之砂性土層存在，研判本基地無液化之疑慮。

五、基礎分析結果

基礎型式	結構荷重 (t/m ²)	基礎底部上浮力 (t/m ²)	基礎乘載力 (t/m ²)	基礎總沉陷量 (cm)	垂直地盤反力係數 (t/m ³)
筏式基礎	27.0	0.0(短期) 2.0(長期)	>100	<1	10000

六、基礎開挖穩定分析結果

擋土壁型式	開挖深度 GL.-(m)	擋土壁體深度(m)	穩定性分析檢核			
			內擠	隆起	上舉	砂湧
排樁	10.0	12.5	OK	--	--	--

註：「--」表示本基地地層應無發生「隆起、上舉、砂湧」之條件，無破壞之虞。

食品藥物國家級試驗室暨教育訓練大樓基地 (第一期) 地質調查及基礎分析報告

目錄

摘要	I
目錄	III
圖目錄	V
表目錄	VI
第一章 前言	1
第二章 現場調查及試驗室試驗工作	2
2.1 基地現場概況	2
2.2 現場調查	2
2.3 試驗室試驗	3
第三章 基地地層及地下水概況	5
3.1 區域地質概況	5
3.2 基地地質構造概況	6
3.3 基地地層概況	7
3.4 地下水位及水壓	8
第四章 土壤液化潛能分析	10
4.1 土壤液化潛能評估	10
4.2 土壤液化潛能損壞評估	13
4.3 土壤液化潛能評估結果	15
第五章 基礎分析	16
5.1 結構荷重	16

5.2 基礎形式選擇與上浮力分析	16
5.3 筏式基礎	17
5.4 地盤反力係數	21
第六章 基礎開挖擋土及穩定性分析	22
6.1 開挖穩定性分析	22
6.2 側向壓力分析	25
第七章 基礎開挖與擋土措施建議	27
7.1 擋土措施之建議	27
7.2 基礎開挖之建議	27
7.3 鄰產保護之建議	28
第八章 地下室開挖監測系統建議	29
第九章 結論與建議	32
參考文獻	34

圖目錄

圖 2.1 基地位置圖	42
圖 2.2 鑽孔平面及剖面線配置圖	43
圖 3.1 區域地質圖	43
圖 3.2(a) 基地地層剖面示意圖(A-A'剖面)	44
圖 3.2(b) 基地地層剖面示意圖(B-B'剖面).....	45
圖 3.2(c) 基地地層剖面示意圖(C-C'剖面).....	46
圖 3.3 地下水壓分佈情形	47
圖 4.1 液化潛勢圖(摘自中央地調所網站)	47
圖 4.2 液化潛勢圖(摘自台北市政府網站)	48
圖 4.3 土壤液化破壞之分界線(Ishihara, 1985).....	48
圖 6.1 基礎開挖土壤不穩定型式示意圖	49
圖 6.2 擋土措施貫入深度分析示意圖	50
圖 6.3 開挖底部隆起分析示意圖	50
圖 6.4 開挖底部上舉分析示意圖	51
圖 6.5 砂湧分析示意圖	51
圖 6.6 側向壓力分析圖	52

表目錄

表 2.1 鑽探孔位座標及相對高程	36
表 2.2 現地試驗項目及數量統計表.....	36
表 2.3 室內試驗項目及數量統計表.....	37
表 2.4 岩石單壓強度試驗結果	37
表 3.1 土壤分層及簡化參數表	38
表 4.1 台北盆地各微分區之工址短週期設計水平譜加速度係數 S_{DS} 與最大考量水平譜加速度係數 S_{MS} 以及反應譜短週期與中週期分界之轉角週期 T_{0D} 與 T_0	39
表 4.2 日本道路協會規範之土質折減參數 D_E	39
表 7.1 基礎開挖工法之優缺點比較.....	40
表 8.1 開挖工程常用監測項目及使用儀器	41

第一章 前言

潘正華建築師事務所承辦衛生福利部食品藥物管理署(以下簡稱食藥署)「食品藥物國家級試驗室暨教育訓練大樓基地」，於台北市南港區新光段一小段 136、137、137-1、137-2、137-3、137-4、138、138-1、139、140、141 地號上，預計新建教育訓練大樓地上 10 層，地下 2 層；試驗大樓地上 9 層，地下 2 層之大樓。

為確實掌握基地之地層特性，以做為結構設計與開挖施工之參考，於民國 107 年 9 月委託三力技術工程顧問股份有限公司(以下簡稱本公司)進行基地地基調查及基礎分析工作。

該項委託工作之服務內容包括下列各項：

1. 現場鑽探及取樣
2. 試驗室試驗
3. 基地土層分布
4. 地下水位分析
5. 液化潛能評估
6. 開挖穩定性分析
7. 基礎承载力分析
8. 基礎開挖方式與擋土措施建議
9. 開挖安全監測系統建議

鑽探期間本公司派遣工程師於工地執行重點督導工作，以確實控制鑽探及取樣品質，並兼作地層研判工作。本案第一期共施作 4 孔鑽探孔，現場工作於民國 107 年 9 月下旬完成，採取之岩樣於鑽探結束後送至試驗室進行試驗。本公司於試驗室工作完成後，即彙整試驗室與現場工作結果，提出本報告。

第二章 現場調查及試驗室試驗工作

2.1 基地現場概況

本基地位於台北市南港區昆陽街 163 巷內，鄰近食品藥物管理署昆陽大樓，距昆陽捷運站約 300 公尺。基地位於衛生園區南側山丘上，現況大致平坦，基地目前尚存 3 棟舊建物，分別在西側為地上 2 層疾病管制署檢驗及疫苗研製中心，東北側為地上 2 層衛福部倉庫，東南側為地上 1 層磚造胸腔病院倉庫，空曠區域為職員停車場所。

基地位置如圖 2.1 所示，鑽孔配置如圖 2.2 所示，各孔之相對高程以建築師提供之測量轉點 TP2 為參考基準點，其參考高程為 EL.+24.77 m (GL.±0 m)。各鑽孔座標及高程量測結果詳列如表 2.1 所示。

2.2 現場調查

現場調查工作包括鑽探、取樣、地下水位觀測井及水壓計之裝設與觀測，以及地層研判等項，茲就各項工作分述如下。

2.2.1 鑽探取樣

本次調查工作於基地內佈設共計 4 個鑽孔。鑽探之方法視地層變化與需要而分別採用旋轉及沖洗鑽探法進行，鑽孔時並視地層之需要使用各種適當尺寸之套管保護孔壁使其不致崩坍。鑽探過程中土層每隔 1.5m 進行一次標準貫入試驗，該試驗係以劈管取樣器銜接於鑽桿底端放至孔底，鑽桿頂部以 140 磅(63.5 kg)之重錘及 30 吋(76.2 cm)之落距錘擊，使取樣器擊入土中，直至貫入土中 18 英吋(45 cm)或打擊數達到 50 為止。過程中記錄每貫入 6 英吋(15 cm)時之打擊數，第一個 6 英吋係定位用，

故其打擊數僅供參考，第二及第三個貫入 6 吋之打擊數相加即為貫入阻抗之 N 值，即 SPT-N 值。當 N 值達 50 而未達貫入深度時，則記錄為 N 值大於 50，該深度在確認取樣器內為確岩樣後，即認定為岩層深度。

標準貫入試驗完成後取出取樣器並打開，以描述土樣之組成、結構、稠度以及顏色等狀況。試驗用銅圈則以塑膠蓋及膠帶密封以防止水分蒸發，並於鑽探完成後送至試驗室施作土壤一般物理性質試驗。此外於各土層中視基礎分析之需要，使用適當之取樣器取出不擾動土樣，並送至土壤試驗室進行各種工程性質試驗。於調查深度內遭遇承載層時，先進行一次標準貫入試驗，然後更改鑽頭為鑽岩鑽頭直至地表下 30 m，以進行岩心取樣。鑽孔之鑽探深度、現場土壤試驗與取樣數量如表 2.2 所示，鑽孔柱狀圖詳見附錄 A。

2.2.2 水位觀測井及水壓計之裝設及觀測

為瞭解本區地下水位狀況，本基地於鑽孔 BH-2 鑽孔內裝設水壓計 1 支，埋設深度為地表面下 26 m；另於鑽孔 BH-3 內裝設水位觀測井 1 支，埋設深度為地表面下 26m。水位觀測於埋設日起持續觀測至水位穩定為止。觀測井與水壓計之裝設孔位及深度彙整如表 2.2，水位觀測記錄則詳見附錄 B。

2.3 試驗室試驗

本次試驗室工作計進行土壤一般物理性質試驗、土壤剪力強度試驗、岩石單軸壓縮試驗。其各項試驗之方法及規範分述如下：

2.3.1 土壤一般物理性質試驗

土壤一般物理性質試驗包括粒徑分析、單位重、自然含水量、比重和塑性等，試驗係根據美國標準材料試驗方法 ASTM 進行，主要目的為提供土壤分類之依據。土壤顆粒小於 $5 \times 10^{-6} \text{ m}$ ($5 \mu \text{ m}$)者分類為黏土。黏性土樣亦即粉土質或黏土質土壤另進行阿太堡限度(Atterberg Limits)試驗，所有土樣係根據統一土壤分類標準(The Unified Soil Classification System)加以分類。

2.3.2 土壤剪力強度試驗

本次調查中取得之不擾動土樣，將進行無圍壓縮試驗(Unconfined Compression Test)及以推求土壤之剪力強度特性。無圍壓縮試驗(UC)係將試體在未施加側向圍壓之狀態下，施加正向應力至試體破壞，以求得試體之無圍壓縮強度。

2.3.3 岩石強度試驗

本次調查中取得之岩心，將進行岩石單軸壓縮試驗(Rock Unconfined Compression Test)，以推求岩石之強度特性。本次試驗工作進行之岩石單軸壓縮試驗(RUC)依照美國材料標準試驗方法 ASTM D2664-86 所規定之方式進行，在鑽探所得之岩心箱中選取適當長度之岩心，將岩心切割修整過之後，使其直徑與長度之比為 1：2，再將此岩心試體置於試驗儀器上施加垂直正向應力直至試體破壞，以求取岩心之單軸壓縮強度。

上述各項試驗項目及數量統計彙整如表 2.3 所示，岩石單軸壓縮試驗結果整理如表 2.4 所示。附錄 C~附錄 E 為各項室內試驗結果；附錄 F 為現場施工照片；附錄 G 則為岩心取樣照片。

第三章 基地地層及地下水概況

3.1 區域地質概況

台北盆地位於西部麓山帶的西緣，以褶曲的第三系沉積岩為基盤，上覆水平或成原始傾斜的第四系河湖相沉積岩。盆地基盤由東南向西北傾斜，盆地沉積也隨之由東南向西北變厚，岩相變細，沉積相變深。盆地略呈三角形，盆地北方為大屯火山山區，西側為林口台地，東南方為第三紀沉積岩丘陵地，盆地內沉積物主要受東側基隆河、南側新店溪與西南側大漢溪匯集之淡水河之影響，其下地層可分為全新世之松山層，和更新世之景美層及新莊層。

因山腳斷層及台北斷層作用，台北盆地因而滑落，致使海水入侵成鹹水湖，松山湖沉積逐漸覆蓋於盆地景美層上，此時期沉積之土層即稱之為台北松山層。松山層以半鹹水湖相沉積，以青灰色泥質層為主，中上部夾有泥炭與貝類（窗貝最常見），及有孔蟲化石甚多，全部厚度自數十公尺至近百公尺，平均約 50 m 左右之厚度，以松山一帶為中心。

本區域地層出露之岩層，自古而新有大寮層、石底層、南港層、南莊層、桂竹林層。其中石底層、南莊層屬濱海相或陸臺相之地層，而大寮層、南港層、桂竹林層則屬海相地層。由於中新世海相地層與濱海相地層之交替出現，可見在中新世沉積盆地中曾歷經三次海進、海退之沉積循環。根據地質文獻及鄰近基地鑽探資料顯示，基地之岩層主要為台北斷層北側之桂竹林層大埔段，主要岩層為淡灰色厚層泥質砂岩，間夾薄層頁岩。砂岩中的泥質部份常含有大量的有孔蟲及貝類化石。大埔段

中夾有凸鏡狀的粗粒白砂岩。在南港橫科地區出露厚度約 300 公尺左右，本段含多量之有孔蟲及貝類化石。

本基地位於台北盆地東南緣，其區域地質如圖 3.1 所示。根據區域地質圖及鑽孔資料顯示，基地之基盤為中新世晚期至上新世之桂竹林層大埔段。基地鑽獲之岩性計有黃棕色中至高度風化砂岩、深灰色砂質泥岩或灰色泥質砂岩等。

3.2 基地地質構造概況

離本基地最近之斷層構造為台北斷層，距離約 900 m，屬一逆斷層，沿基隆河谷南側截斷八堵向斜之東南翼，然後進入台北盆地。本斷層兩側尚多小斷層與褶曲，故其兩側出露地層隨地而有不同。本斷層之南部，如在三張犁至松山一帶，石底層逆覆於桂竹林層之上。至南港大坑，木山層逆覆於桂竹林層之上。

臺北斷層曾經被定義為第四紀斷層或稱為可能活動斷層（徐鐵良、張憲卿，1979），最新的研究報告（陳斗生，2000）顯示，信義計畫區內臺北斷層上覆之崩積層與礫石層（可對比於景美層）中之碳質物經定年後，年代約 45,000 年以上，表示 45,000 年以來臺北斷層並未活動；另外也有學者從地震觀測研究結果顯示沿臺北斷層並無活動跡象；由大地應力之研究結果也顯示大地應力已由壓力轉為鬆弛，故再活動之動力也在消失中。由上述之研究，中央地調所於 2000 年出版之“台灣活動斷層概論”（第二版）已將臺北斷層視為非活動斷層。

現場因植生過多，並無發現岩層露頭，根據中央地調所環境地質圖顯示，基地內岩層走向約為東北-西南走向，向南傾 26 度，基地北側開挖時須注意是否有順向坡之疑慮。

3.3 基地地層概況

根據現地鑽探及試驗室試驗結果，約可將鑽探深度範圍內之地層，由上而下歸納成 4 個主要層次並且歸納各層次之性質及強度參數簡化表，如表 3.1 所示。根據現場地層調查資料所繪製之地層剖面圖如圖 3.2 所示。

綜合整理土層分佈情形及其工程特性，歸納各層次之性質，茲分述各層次之相關性質如下：

3.3.1 第 1 層次—回填層(SF)

本層次其底部深度分佈於 GL.-0.5 m ~ GL.-4.1 m 之間，平均深度約為 GL.-2.0 m。標準貫入試驗 N 值介於 2 至 50 之間，主要由混凝土塊、卵礫石、碎磚、級配及黃棕色黏土或砂土所組成。

3.3.2 第 2 層次—高度風化砂岩層(SS)

本層次底部深度約為 GL.-4.1 m ~ GL.-9.5 m 之間，平均深度約為 GL.-6.8 m，平均厚度約 3.0 m。本層次僅出現在 BH-1 及 BH-2，主要由棕灰色高度風化至完全風化泥質粉砂岩所組成，總單位重介於 2.06 至 2.10 t/m³ 之間，平均為 2.08 t/m³；自然含水量介於 22% 至 24%，平均約為 23%。

本層次共取樣 1 組薄管進行無圍壓縮試驗，無圍壓縮強度約為 0.5 kg/cm^2 ，屬於軟弱稠度之黏性土壤，試驗結果詳見附錄 D。

3.3.3 第 3 層次—砂泥岩互層(SS/Mudstone)

本層次底部深度約為 GL.-11.0 m ~ GL.-23.3 m 之間，平均深度約為 GL.-14.3 m，平均厚度約 10.6 m。本層次主要由深灰色砂質泥岩與灰色泥質砂岩所組成。本層次共取樣 4 組岩樣進行岩石單軸壓縮試驗，由試驗結果顯示，單軸壓縮強度介於 $21.2 \sim 44.5 \text{ kg/cm}^2$ 之間，平均約為 31.3 kg/cm^2 。岩石單壓試驗結果整理如表 2.4。

3.3.4 第 4 層次—砂岩層(SS)

本層次分布於第三層次底部，由於本次調查深度(GL.-30 m)並未貫穿此層，故無法得知其實際厚度，其岩盤面大致由基地東北向西南漸深。本層次主要由灰色砂岩層所組成。

3.4 地下水位及水壓

根據調查期間地下水位之觀察結果顯示，BH-2 裝設之水壓計受地表棲留水影響，造成觀測值跳動，故此孔之數值不予以參考；BH-3 水位觀測井測得之水位約介於 GL.-11.5 m ~ GL.-12.3 m 之間，平均約為 GL.-11.9 m。故建議本基地考慮臨時性結構設計之短期淺層地下水位在 GL.-10.0 m，永久性結構設計之長期之地下水位則為 GL.-8.0 m，水壓則採靜態分佈。圖 3.3 為基地之地下水壓分佈情形。地下水位觀測記錄詳見附錄 B。

應注意本基地因鄰近山麓變化較大，且近東新陂旁，地下水位可能受到陂塘內水位、汛期、颱風及暴雨之影響，建議施工期間除參考本次報告調查期間之量測資料外，亦應依現場量測之結果進行檢核與修正相關施工計畫。

第四章 土壤液化潛能分析

根據中央地調所依初級地質鑽探資料劃分之土壤液化潛勢區，本基地屬低液化潛勢區，如圖 4.1 所示。另依據台北市政府土壤液化潛勢查詢結果，本基地亦則屬低液化潛勢區，如圖 4.2。惟因目前所公開的土壤液化潛勢圖，屬於中央建置的初級與中級圖資，為全國性、大範圍的評估結果，解析度較低，僅適用於瞭解區域性土壤液化潛勢區的可能分布範圍，故仍應依各基地之鑽探調查資料、建物規劃情況等，進行土壤液化潛能分析。

4.1 土壤液化潛能評估

當地下水位以下之疏鬆砂土受到地震或其他型式之振動時，砂土可能會暫時喪失其強度而如液體一般，此種現象即謂“液態化”。若土壤發生液態化，則可能造成結構物之沉陷、傾斜甚至破壞。

依據建築物基礎構造設計規範(2001)建議之土壤液化潛能評估方式-日本道路協會簡易經驗法(1996)，判定砂土層符合下列所有三項條件時，應進行土壤液態化潛能評估：

- (1) 地表面下 20.0 m 以內之飽和砂土層，且地下水位在 GL.-10.0 m 以內時。
- (2) 細粒土壤含量 FC 在 35%以下之土層，或即使 FC 超過 35%，但塑性指數 I_p 在 15 以下之土層。
- (3) 平均粒徑 D_{50} 在 10 mm 以下，且 10%粒徑 D_{10} 在 1 mm 以下之土層。

液化之評估由抗液化安全係數 F_L 決定之。 F_L 值小於 1.0 時，即判別該土層可能液化。

$$F_L = R/L \quad (4-1)$$

式中，

F_L ：抗液化安全係數；

R ：土層之抗液化剪力強度比；

L ：地震引致土層之平均反覆剪應力比。

式 4-1 中， R 為土層之抗液化剪力強度比：

$$R = c_w \times R_L \quad (4-2)$$

$$c_w = \begin{cases} \text{第 I 型地震動：1.0} \\ \text{第 II 型地震動：} \begin{cases} 1.0 & , R_L \leq 0.1 \\ 3.3R_L + 0.67 & , 0.1 < R_L \leq 0.4 \\ 2.0 & , 0.4 < R_L \end{cases} \end{cases} \quad (4-3)$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{N_a/1.7} & , N_a < 14 \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \times 10^{-6}(N_a - 14)^{4.5} & , N_a \geq 14 \end{cases} \quad (4-4)$$

$$N_1 = 1.7 N / (\sigma'_{v0} + 70) \quad (4-5)$$

(1)砂質土： $D_{50} < 2 \text{ mm}$

$$N_a = c_1 N_1 + c_2 \quad (4-6)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1.0 & , 0\% \leq FC < 10\% \\ (FC + 40)/50 & , 10\% \leq FC < 60\% \\ FC/20 - 1 & , 60\% \leq FC \end{cases} \quad (4-7)$$

$$c_2 = \begin{cases} 0 & , 0\% \leq FC < 10\% \\ (FC - 10)/18 & , 10\% \leq FC \end{cases} \quad (4-8)$$

(2)礫質土： $D_{50} > 2 \text{ mm}$

$$N_a = [1 - 0.36 \log(D_{50}/2)]/N_1 \quad (4-9)$$

式中，

c_w ：地震動特性之修正係數；

R_L ：反覆三軸強度比；

N_a ：考慮土壤粒徑影響之修正 N 值；

N_1 ：等值換算成效覆土壓力 1 kg/cm^2 該應力下之 N 值；

c_1 、 c_2 ：細粒料含量對 N 值之修正係數；

σ'_{v0} ：土壤垂直有效覆土應力(kg/cm^2)；

FC：細粒料含量含有率(%), 為粒徑 $74 \mu\text{m}$ 以下土粒子之重量百分率；

D_{50} ：平均粒徑(mm)。

式 4-1 中， L 為地震引致土層之平均反覆剪應力比：

$$L = \frac{A}{g} \times \frac{\sigma_{v0}}{\sigma'_{v0}} \times r_d \quad (4-10)$$

$$r_d = 1 - 0.015z \quad (4-11)$$

式中，

A ：水平地震地表加速度；

g ：重力加速度；

σ_{v0} ：土壤垂直覆土應力(kg/cm^2)；

σ'_{v0} ：土壤垂直有效覆土應力(kg/cm^2)；

γ_d ：地震時尖峰剪應力比沿深度方向之折減係數；

z ：土層距地表之深度(m)。

依據內政部之建築物耐震設計規範與解說(2011)，本基地位於台北市南港區，屬台北三區。查表 4.1 可得其工址短週期設計水平譜加速度係數 S_{DS} 為 0.6、工址短週期最大考量水平譜加速度係數 S_{MS} 為 0.8。利用上述不同考量之工址短週期水平譜加速度係數，可求得地表水平加速度。於中小度地震時，地表水平加速度 A 為 0.069g(台北盆地之地表水平加速度 $A=0.4gS_{DS}/3.5$)；設計地震時其地表水平加速度 A 採 0.24g($A=0.4gS_{DS}$)，於最大考量地震時之地表水平加速度 A 為 0.32g($A=0.4gS_{MS}$)。

以上述之地表水平加速度配合現場地層資料，即可進行液化潛能評估工作。液化潛能評估係採用日本道路協會簡易經驗法(1996)，此法乃是以分析所得之抗液化安全係數 F_L 來判定土壤液化與否， $F_L < 1$ 表示該深度土壤會發生液化， $F_L > 1$ 則否。

4.2 土壤液化潛能損壞評估

地震造成土壤液化之災損情況很多，其可分為自由地表面受損情形與引致結構物受損情形兩類。自由地表受損情形之發生表徵包括噴水、噴砂、地盤沉陷、地表裂縫、地盤側向變位、側潰、甚至為流動破壞。結構物受損情形之發生表徵包括基礎承载力不足、建築物下沉、側移、傾斜傾倒、底板隆起、地下結構物上浮、擋土結構物側移或破壞等。惟結構物受損情形需視自由地表面受損情形及結構物配置而定，其影響之因素甚多，無法一以論之。

若針對自由地表面之損害評估，根據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)所編定之「地震地質災害微分區手冊」之建議，其評估方式有二：

4.2.1 相對厚度

根據 Ishihara (1985) 之研究，地表是否產生液化破壞，取決於液化土層厚度(H_2)與其上非液化土層厚度(H_1)之比值。當非液化土層厚度(H_1)大於其下之液化土層厚度(H_2)，則地表將不會產生顯著之破壞現象。圖 4.3 即為不同震度下， H_1 與 H_2 之比值與地表面液化破壞程度之關係圖。

4.2.2 液化潛能指數

另根據 Iwasaki(1982)定義之液化潛能指數 PL，地盤液化之嚴重程度，其量化值可以下列公式計算：

$$P_L = \int_0^{20} F(z)W(z)dz \quad (4-12)$$

$$F(z) = \begin{cases} 1 - F_L, & \text{for } F_L \leq 1 \\ 0, & \text{for } F_L > 1 \end{cases} \quad (4-13)$$

$$W(z) = 10 - 0.5z \quad (4-14)$$

式中，

P_L ：液化潛能指數，介於 0~100 之間；

$F(z)$ ：抗液化安全係數，介於 0~1 之間；

$W(z)$ ：深度權重係數；

F_L ：抗液化安全係數；

z ：評估土層距離地表面之深度(m)，考慮深度範圍 0~20 m。

Iwasaki(1982)根據日本地震案例之研究，定義地盤液化之損害程度分為三級：

- | | | |
|-----|-------------------|--------------|
| (一) | $0 \leq P_L < 5$ | 低潛勢：液化損害風險低 |
| (二) | $5 \leq P_L < 15$ | 中潛勢：液化損害風險高 |
| (三) | $15 \leq P_L$ | 高潛勢：液化損害風險極高 |

根據建築物基礎構造設計規範(2001)，建築物基地若具有高液化潛能之土層，應評估其受地震作用之可能損害程度。於設計上可採建築物基礎構造設計規範(2001)之建議，依日本道路協會規範之土質參數折減係數 D_E 進行參數折減，如表 4.2 所示。

4.3 土壤液化潛能評估結果

本基地地表下方 20 公尺內主要為回填層、高度風化粉土質砂岩層、砂泥岩互層及砂岩層，並無具液化潛能之砂性土層存在，研判本基地土層液化潛能極低，因此基礎與地下結構設計時應可不考慮液化因素之影響。

第五章 基礎分析

5.1 結構荷重

本工程基地計畫興建地上 10 層地下 2 層之教育訓練大樓，及地上 9 層地下 2 層之試驗大樓，開挖深度約為 10.0 m。假設各層靜載重為 1.5 tf/m²，各層活載重為 0.5 tf/m²，筏式基礎之載重約為 3.0 tf/m²，據此估計教育訓練大樓作用於基礎底部土壤之結構最大總荷重約為 27.0 tf/m²，試驗大樓作用於基礎底部土壤之結構最大總荷重約為 25.0 tf/m²。依鑽探調查之地層分佈，推估開挖土體總重約為 21.3 t/m²，小於結構總荷重，屬於部份補償式基礎。

5.2 基礎形式選擇與上浮力分析

於選擇基礎型式時，需考慮之因素應包括下列各點：

- (1) 基礎之安全承载力
- (2) 基礎之總沉陷量與差異沉陷量
- (3) 基礎受地下水壓作用所產生上舉力之影響
- (4) 開挖方式之考慮

根據目前的建築規劃資料，本案地下結構物之開挖深度約為 10.0 m。若考慮臨時性結構設計，短期地下水位取 GL.-10.0 m，則基礎底版無承受上浮力。若考慮永久性結構設計，長期地下水位於 GL.-8.0 m 時，則其上浮力約為 2.0 tf/m²。以上所評估之上浮力，均小於建物結構平均及最大荷重，故研判本建物之結構荷重足以抵抗基礎底面之地下水上浮力。但就僅有地下室之非主結構區而言，若其上部結構荷重不足，可能產生

上浮問題，此重量不足之區域除了由結構勁度克服之外，亦可考慮水箱回填、減壓工法或抗浮樁等措施加以輔助。

就建築規模、土壤及地下水狀況綜合研判，初步建議可使用筏式基礎做為本案之基礎形式，本文以下即就筏式基礎進行分析，以供設計單位參考。

5.3 筏式基礎

假設建築物基礎採用筏式基礎，則其承载力及沉陷量之分析如下：

5.3.1 筏式基礎承载力分析

依理論進行分析，一般而言，基礎承载力與土壤強度、基礎型式、基礎大小、基礎放置深度及地下水位等有密切關係，可採用建築物基礎構造設計規範(2001)所建議之分析方法估算基礎承载力。

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + \gamma_2D_fN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma_1BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i} \quad (5-1)$$

式中，

q_u =極限承载力；

c =基礎底版面以下之土壤凝聚力；

γ_1 =基礎版以下 B 深度範圍內之土壤平均有效單位重；

γ_2 =基礎版以上之土壤平均有效單位重；

D_f =基礎之覆土深度；

B 、 L =基礎之長寬。

N_c 、 N_q 、 N_γ 為支承力因數； F_{cs} 、 F_{qs} 、 $F_{\gamma s}$ 為形狀影響因素； F_{cd} 、 F_{qd} 、 $F_{\gamma d}$ 為埋置深度影響因素； F_{ci} 、 F_{qi} 、 $F_{\gamma i}$ 則為載重傾斜影響因素。本基礎座落於砂泥岩互層之第3層次，如依表3.1所建議之土壤參數進行計算，基礎長約112 m，寬約40 m，設定地下水位於GL.-8 m之情形下，取安全係數為3，則基礎座落地層之容許承载力大於100 t/m²，大於結構平均荷重，因此本基地若採用筏式基礎，無承载力不足之虞。

5.3.2 基礎沉陷量分析

基礎結構物在施工過程中，基礎底面之土壤會經過開挖時之解壓及結構物建造時之再壓作用，其中結構物建造時之再壓作用會造成土壤之沉陷。結構物建造時因荷重增加而發生之沉陷現象，可分為非排水性之瞬時沉陷與排水性之壓密沉陷。非排水性之瞬時沉陷發生極為迅速，乃起因於土壤本身之彈性變形；而排水性之壓密沉陷，則與土壤之壓密時間、土壤透水性、土層分佈狀況及施工情形等有密切之關係。

一般而言，砂性土層以瞬時沉陷為主，黏性土層則以壓密沉陷為主。因此結構物建造時，因荷重增加所導致之沉陷將成為影響基礎型式選擇之重要因素。

砂性土層之彈性沈陷量可依 Schmertmann 及 Hartman (1978) 所建議之半經驗式進行分析，其公式如下：

$$S_e = C_1 C_2 (\bar{q} - q) \sum_0^{z_2} \frac{I_z}{E_s} \Delta z \quad (5-2)$$

式中，

S_e = 土壤彈性沈陷量；

z = 土層厚度；

$\bar{q}$ = 基礎荷重；

q = 基礎深度之覆土荷重；

I_z = 應變影響因素；

C_1 = 基礎深度修正係數 $= 1 - 0.5[q / (\bar{q} - q)]$ ；

C_2 = 土壤潛變修正係數 $= 1 + 0.2 \log(\text{年}/0.1)$ ；

若基礎為方形或圓形基礎，則應變影響因素隨深度之數值為

$I_z = 0.1$ at $z = 0$ ；

$I_z = 0.5$ at $z = z_1 = 0.5B$ ； B 為基礎寬度；

$I_z = 0.0$ at $z = z_2 = 2B$ ； B 為基礎寬度；

黏性土層之壓密沉陷量可依 Terzaghi 之單向度壓密理論及現地經驗進行分析，其公式如下：

(1) 於部分過壓密階段($\bar{\sigma}_v + \Delta q > \bar{\sigma}_c$)

$$\Delta H_c = H_0 \frac{c_r}{1+e} \log \left(\frac{\bar{\sigma}_c}{\bar{\sigma}_0} \right) + H_0 \frac{c_c}{1+e} \log \left(\frac{\bar{\sigma}_v + \Delta q}{\bar{\sigma}_c} \right) \quad (5-3)$$

(2) 於純過壓密階段($\bar{\sigma}_v + \Delta q < \bar{\sigma}_c$)

$$\Delta H_c = H_0 \frac{c_r}{1+e_0} \log \left(\frac{\bar{\sigma}_v + \Delta q}{\bar{\sigma}_v} \right) \quad (5-4)$$

上述公式中，

ΔH_c = 土壤壓密沉陷量；

ΔH_0 = 計算壓密土層厚度；

e_0 = 土壤初始孔隙比；

C_r = 土壤再壓指數；

C_c = 土壤壓縮指數；

$\bar{\sigma}_0$ = 土壤初始有效應力；

$\bar{\sigma}_c$ = 土壤預壓密應力；

$\bar{\sigma}_v$ = 土壤有效應力；

Δq = 結構加載之淨應力增量。

經由式 5.3 及式 5.4，即可分析土壤之壓密沉陷量，惟其應綜合考量評估土層，於開挖解壓及結構體構築完成各階段，其超額孔隙水壓與計算深度有效應力變化之情形。另其結構加載之淨應力增量，亦需考量結構體構築完成階段，基礎面下地下水位回復提供之水浮力影響。

因結構荷重造成基礎下任意深度之垂直應力之變化(Δp)則可依 Boussinesq's 方程式求得：

$$\Delta p = \int_{y=0}^L \int_{x=0}^B \frac{3q_0(dx dz)z^3}{2\pi(x^2 + y^2 + z^2)^{5/2}} = q_0 I \quad (5-5)$$

其中 I 值為影響因子，為 m 、 n 之函數， $m=B/z$ 、 $n=L/z$ (Das, 1990)。針對目前之建築規劃，本基地基礎面以下為第三層次之砂頁岩互層，研判沉陷之現象主要以彈性沉陷為主，依理論及現地經驗進行分析，推估筏式基礎底面之最大沉陷量小於 1 cm，且應無差異沉陷之問題產生，惟此分析結果並未考慮基礎結構之勁度、擋土措施以及土壤間摩擦力之影響。

5.4 地盤反力係數

水平地盤反力係數，主要係作為擋土結構物及基樁設計之用，就擋土結構之分析而言，水平地盤反力係數為側向壓力與擋土結構物變形量之比值。惟土壤為非線性之材料，因此其值之求得，往往視擋土結構分析之模式而定，一般則採用經驗之數值，如 Bowles(1982)著述中所述之經驗式。初步分析時，對於砂性土壤之水平地盤反力係數，可取 100 N 至 150 N t/m³ (N 為標準貫入試驗之錘擊數)，黏性土壤則可取 200 S_u 至 300 S_u t/m³ (S_u 為土壤之不排水剪力強度)，惟仍需配合實際之監測資料評估分析結果之合理性。

垂直地盤反力係數為基礎荷重與沉陷量之比值。茲根據現有規劃資料及現地土壤性質研判，若基礎型式採用筏式基礎，建議採用 10000 t/m³ 為本基地之土壤垂直地盤反力係數(謝旭昇等，1996)。

第六章 基礎開挖擋土及穩定性分析

6.1 開挖穩定性分析

地下室進行開挖時，由於土壤挖除，將造成開挖區周圍土壤不穩定，因此必須借助擋土結構及其他支撐措施加以保護，俾使工程能於安全無慮下進行。有關開挖之穩定性分析，如圖 6.1 所示，包含擋土壁向內擠進、土壤上舉、開挖面隆起及砂湧等現象之檢核。而一般地下室開挖工程中，對於上述各項檢核均要求符合足夠之安全係數，方能確保開挖過程之穩定。本報告以該建築設計規劃進行檢核，並依據「建築物基礎構造設計規範(2001)」所規定之方法進行各項開挖穩定分析。

6.3.1 內擠分析

擋土設施向內擠進係由於開挖面外側之壓力大於開挖面內側壓力，使得擋土設施向內擠進而造成開挖底部土壤之破壞。建築物基礎構造設計規範(2001)所規定之方法如圖 6.2 所示，其分析式如下：

$$FS = \frac{P_p \times L_p + M_s}{P_A \times L_A} \geq 1.5 \quad (6-1)$$

式中：

P_A = 最下階支撐以下之外側作用側壓力合力(t/m)；

L_A = P_A 作用點距下階支撐之距離(m)；

M_s = 擋土結構之允許彎矩值(t-m/m)；

P_p = 開挖底面以下之內側作用側壓力合力(t/m)；

L_p = P_p 作用點距下階支撐之距離(m)。

本案地下室預計開挖面之深度為 GL.-10.0 m。依表 3.1 之簡化地層參數進行分析，假設底部支撐位置於開挖面上 4.0 m，則當擋土設施採貫入開挖面下 2.5 m(總長 12.5 m)，其抗內擠安全係數大於規範要求之 1.5。

6.3.2 隆起分析

當開挖底面下方土層係軟弱黏土時，須檢討其抵抗底面隆起之穩定性。依據建築物基礎構造設計規範(2001)所規定之方法進行分析，如圖 6.3 所示，其公式如下：

$$FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{X' \int_0^{\frac{\pi}{2}} S_u(X' d\theta)}{W \times \frac{X'}{2}} \geq 1.2 \quad (6-2)$$

式中：

M_r = 抵抗力矩(t-m/m)；

M_d = 傾覆力矩(t-m/m)；

s_u = 黏土之不排水剪力強度(t/m)；

X' = 半徑(m)；

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

本案地下室預計開挖面深度為 GL.-10.0 m，當取擋土設施採貫入開挖面 2.5 m(總長 12.5 m)，擋土壁體均貫入於第 3 層次之砂泥岩互層，下方並無黏土層存在，故應無隆起現象發生之疑慮。

6.3.3 上舉分析

開挖底面下方之土層中，如具有黏性土壤之不透水層，且此不透水層下方存在受壓水時，則該不透水層底部將承受上舉水壓力，此時須檢核其抵抗上舉破壞之安全性，如圖 6.4 所示。抵抗上舉破壞之安全係數可依下列公式計算(建築物基礎構造設計規範，2001)：

$$FS = \frac{\sum_i \gamma_{ti} \cdot h_i}{U_w} \geq 1.2 \quad (6-3)$$

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(t/m^2)

本基地計劃開挖深度為 GL.-10.0 m，依表 3.1 之簡化地層參數，當取擋土設施採貫入開挖面 2.5 m(總長 12.5 m)，擋土壁體均貫入於第 3 層次之砂泥岩互層，故應無上舉之疑慮。

6.3.4 砂湧分析

開挖面下為透水性良好土壤時，於開挖區內抽水將導致開挖區內外有水頭差而引致滲流現象，當上湧滲流水之壓力大於開挖面底部土壤之有效土重時，滲流水壓力會將開挖面內土砂湧舉，造成破壞。

依據建築物基礎構造設計規範(2001)所規定之方法進行砂湧分析，如圖 6.5 所示。其分析式如下：

$$FS = \frac{2\gamma_{sub}(D)}{\gamma_w(\Delta H_w)} \geq 1.5 \quad (6-4)$$

$$FS = \frac{\gamma_{sub}(\Delta H_w + 2D)}{\gamma_w \Delta H_w} \geq 2.0 \quad (6-5)$$

式中：

γ_{sub} = 砂質土壤之有效單位重(t/m^3)；

D = 擋土措施之貫入深度(m)；

γ_w = 地下水之單位重(t/m^3)；

ΔH_w = 擋土設施內外兩側地下水之水頭差(m)。

本案地下室預計開挖面深度為 GL.-10.0 m，當取擋土設施採貫入開挖面 2.5 m(總長 12.5 m)，擋土壁體均貫入於第 3 層次之砂泥岩互層，下方並無砂土層存在，故應無砂湧之疑慮，惟仍應注意岩盤地下水滲出情形。

綜合上述土壤穩定性分析之結果顯示，本案地下室預計開挖面深度為 GL.-10.0 m。當取擋土設施為貫入地表面下 12.5 m，應可獲得足夠之開挖穩定性。

6.2 側向壓力分析

擋土結構之設計需考慮兩種類型之側向壓力，即作用於臨時性擋土結構之側向壓力，和作用於永久性擋土結構之側向壓力。其土壓力計算係根據 Terzaghi 及 Peck(1967)所提出之方式計算。其計算式如下：

$$P_a = \gamma_t HK \quad (6-6)$$

其中 H 為開挖深度， γ_t 為土壤單位重， K 值為土壤側向土壓力係數。一般擋土設計用之土壓力如為臨時性結構，採用主動土壓力；如為永久性結構則採用靜止土壓力，並以靜止土壓力係數($K_0=1-\sin \varphi$)估算側向土壓力。

依據建築物耐震設計規範及解說(2011)，本基地於中小度地震及設計地震作用下之水平地表加速度(A)分別為 0.069g 及 0.24g，而地震力作用下所造成之側向壓力增量可以下式進行估算(Seed and Whitman, 1970)：

$$\Delta\sigma_E = \frac{3}{8}\gamma_t H K_h \quad (6-7)$$

其中 $\Delta\sigma_E$ 為地震力引致之側向壓力增量(tf/m^2)， k_h 為水平向地震係數。綜合上述，各項側向壓力推估結果如圖 6.6 所示。

第七章 基礎開挖與擋土措施建議

綜合考量地層特性及基地概況，提出以下有關基礎開挖及擋土措施之建議，供設計與施工單位參考。

7.1 擋土措施之建議

選擇開挖擋土結構所需考慮之因素，包括現地土層狀況、開挖深度、鄰近建築物、公共設施及建築與結構需求等。本基地之建築規劃為地下 2 層，開挖深度為 GL.-10.0 m。根據前述之分析結果，建議取擋土設施貫入開挖面下 2.5 m(總長 12.5 m)，以維護開挖之穩定性。

另由地質調查結果可知，本基地於 GL.-0.7 m~GL.-4.5 m 起即為岩盤直至鑽探深度(30 m)。是故考量施工性、經濟性及週遭環境影響等因素，建議可採用擋土排樁做為其開挖擋土設施。

7.2 基礎開挖之建議

開挖工法之選擇應考慮施工費用、工期、安全性、工法可行性及對四周環境之影響等因素。一般採用之基礎開挖方式可分為順打工法及逆打工法，其方式約略如下：

1. 順打工法：係以臨時支撐系統(型鋼支撐)配合擋土結構往下開挖之工法，開挖至底部後再往上回築地下結構體。
2. 逆打工法：係於每階段挖土階段完成後先構築地下結構體之樑版作為支撐構架，再行往下開挖之工法。

上述逆打工法及順打工法之優缺點比較列示於表 7.1。

本案建議採用順打工法，以擋土排樁搭配支撐系統進行開挖，施作時應注意下述事項：

1. 支撐應施加適當之預力。
2. 每階段之開挖應嚴加控制，不得超挖。
3. 隨時依據監測系統所獲得之資料，檢討每階段開挖之步驟及施工方法，必要時得調整。
4. 支撐架設應特別注意精確度，以確保支撐效果，必要時得要求施做其他補強措施。
5. 中間柱拔除可能造成額外之基礎沉陷量，故基礎下方之中間柱最好以切除之方式處理。若必須以拔除之方式處理中間柱，則拔除後所遺留之孔洞應迅速回填補滿。

7.3 鄰產保護之建議

深開挖工程即是將地下部分土體挖除，破壞原有之平衡條件，故會引起鄰近土體側向位移及地面沉陷，進而造成鄰產之損害，而造成沉陷量大小之因素尚包括：

1. 土層強度及透水特性
2. 地下水位之高低
3. 開挖區幾何形狀
4. 擋土措施之水密性
5. 開挖工法選擇
6. 支撐系統勁度之大小

第八章 地下室開挖監測系統建議

雖由前述章節之分析結果，已大致建立本基地開挖施工之穩定處理措施及建議，然基地局部地層之差異變化，並無法經由鑽探工作有限之孔數而完全掌握，且其應用的分析理論尚屬經驗累積公式，同時，施工過程中仍有許多無法預知之因素，皆可能對工程本身造成影響。因此為確保本工程地下室開挖、鄰房、周圍道路及公共設施之安全，建議施工期間於開挖工區內外裝設安全監測系統。施工期間應就取得之監測資料，加以整理、研判、分析，以檢核本工程各開挖階段之安全性，並隨時預測施工中各階段可能發生之狀況，必要時可事先進行補強措施，以避免發生災害。本報告僅就現有的資料，提出監測項目之建議及其應用的量測儀器，茲分述如下：

(一) 傾斜儀

傾斜儀可分為壁體內及壁體外兩種，壁體內之傾斜儀可量測出擋土壁體之側向變形，壁體外傾斜儀則可量測擋土壁背後土壤之側向變形。傾斜儀之安裝可即時分析擋土壁體之變位，防止其過度變形而造成災害。

(二) 鋼筋計

於擋土壁體中之主鋼筋位置處裝設鋼筋計，可以量測主筋之受力情形，進而反算擋土壁所受之彎矩是否超出容許範圍，對擋土壁之結構安全提供保障。

(三) 水位觀測井與水壓計

於開挖面下和四周埋設地下水位觀測井與水壓計，可瞭解因建物開挖與抽水等施工作業，造成基地四周地下水位與地下水壓變化情形，隨時了解擋土壁所承受水壓力，以及結構底版所承受的上舉水壓，並作為工區抽水作業之監控依據。

(四) 沉陷觀測點

於基地四周既有道路、空地及建物裝設沉陷觀測點，可觀測附近地面或建物受開挖影響而下陷情形，此觀測值可與傾斜儀(傾度觀測管)及建物傾斜計所量得之數值互相參照，並綜合分析。

(五) 支撐應變計

裝設於支撐鋼樑上，以求得擋土支撐應力。由於此項應變計係曝露於工區中，受環境影響甚大，故應考慮使用耐久性和穩定性良好之儀器。一般在最上層支撐應加裝數個應變計以作溫度校正之用。

(六) 支撐荷重計

除支撐應變計外，亦可於支撐上裝設荷重計，達到觀測支撐軸力變化之目的。

(七) 建物傾斜計

開挖過程中常導致鄰近區域地層之下陷，而使鄰近的建築物發生沉陷及傾斜。對於傾斜量之觀測，建議就鄰近建物結構柱面裝設傾斜計，以量測建築物垂直度之變化。

表 8.1 為常用之監測項目之彙整。觀測系統之目的在掌握施工安全，故綜合利用觀測資料及現場的施工紀錄與查核資料，應為施工單位必須掌握之重點。而擬定各種緊急狀況之處理方式，亦為重要。以上之安全監測系統所費有限，但對地下室開挖工程而言，倘有開挖不穩定狀況可立即察覺，因此對施工之安全提供了進一層之保障。

第九章 結論與建議

1. 依據現場鑽探調查與試驗結果顯示，基地地層於鑽探深度內，大致可區分為 4 個主要層次，地層分佈狀況簡化如下表：

層次	層底深度(m)	土壤分類	SPT-N	地層描述
1	-2.0	回填層(SF)	5~50	混凝土下回填磚塊、水泥等雜物。
2	-6.8	高度風化泥質砂岩層(SS)	41~51 (46)	主要為高度風化至完全風化泥質粉砂岩層。
3	-14.3	砂泥岩互層 (SS/Mudstone)	>50	灰色泥質粉砂岩及砂質泥岩互層。
4	(鑽探深度)	灰色砂岩層 (SS)	>50	灰色細砂岩。

2. 依目前之觀測資料，本基地於基礎設計與分析時，建議基地之短期地下水位在 GL.-10.0 m，長期水位則位於 GL.-8.0 m 處。
3. 本基地之基礎底部至 GL.-20.0 m 並無具液化潛能之砂性土層存在，研判無土壤液化之疑慮。
4. 依據開挖土壤穩定性分析結果，取擋土設施貫入地表面下 12.5 m(即開挖面下 2.5 m)時，可獲得足夠之穩定性。
5. 依假設地下水壓之分佈狀況研判，其作用於基礎底版之最大上浮力約為 2.0 t/m²，本建物之結構荷重足以抵擋基礎底面之地下水上浮力。

6. 基礎型式若採用筏式基礎，本基地之土壤容許承载力大於 100 t/m^2 ，大於結構之荷重，故無承载力不足之虞。
7. 依據分析結果，在正常施工情況下，地下室開挖引致筏式基礎底部最大沉陷量約小於 1 cm ；垂直地盤反力係數則建議採用 10000 t/m^3 以進行分析。
8. 建議選擇排樁做為地下室開挖擋土措施，必要時可於樁體間之間隙進行掛網噴漿，並配置洩水孔，將壁後之棲留水或地下水導出。
9. 由於地層變化之未知性及土層與結構體互制之複雜性，任何理論或分析方法對土層受工程進行影響後之行為，實難完全掌握。加上有限的鑽孔與試驗，並無法有效了解土層局部差異性變化。因此有賴監測系統之設置，以彌補上述之缺陷。

參考文獻

1. 內政部營建署(2001)，「建築物基礎構造設計規範」。
2. 內政部營建署(2011)，「建築物耐震設計規範及解說」。
3. 內政部營建署(2011)，「建築物深開挖鄰房保護設計手冊」。
4. 徐鐵良、張憲卿(1979)，「臺灣第四紀斷層」，中國地質學會專刊，3，155-165。
5. 陳斗生(2000)，「超高大樓基礎設計與施工（4）--臺北國際金融中心工址斷層及大地工程調查」，地工技術，第八十四期，第 29-48 頁。
6. 經濟部中央地質調查所網站。
7. 臺北市政府土壤液化潛勢查詢系統。
8. 謝旭昇、程日晟 (1996)，「論筏基設計用地盤反力係數」，地工技術，第五十三期，第 45-54 頁。
9. 秦中天、鄭在仁、劉泉枝(1989)，「台北沉泥之不排水剪力強度與過壓密比之關係」，中國土木水利學刊，第一卷第三期，第 245-250 頁。
10. Bowles, J. E. (1982), Foundation Analysis and Design, 3rd Edition, McGraw-Hill, New York.
11. Cowland, J. W. and Thorley, C. B. B. (1985), Ground and Building Settlement Associated with Adjacent Slurry Trench Excavation, Ground Movements and Structures, Pentech Press, London, U.K., pp.723~738.
12. Das, B. M. (1990), Principles of Foundation Engineering, 2nd Edition, PWS-KENT, Boston.
13. Henkel, D. J.(1960), "The Shear Strength of Saturated Remolded Clay." Proc., ASCE Spec. Conf. on Shear Strength of Cohesive Soil, Univ. of Colorado, Boulder, Co., U.S.A., pp.533~554.

14. Ishisara, K. (1985), “Stability of Natural Deposits during Earthquakes,” Proc., 11th Int. Conf. on Soil Mech and Found. Eng, San Francisco, Vol.1, pp.321-415.
15. Iwasaki, T., Arakawa, T. and Tokida, K. (1982), “Simplified Procedures for Assessing Soil Liquefaction During Earthquakes,” Proceeding of the Conference on Soil Dynamics & Earthquake Engineering, Southampton, pp. 925-939.
16. Ladd, C. C., R. Foott, K. Ishihara, F. Schlosser, and H.G. Poulos(1977), “Proc. Of 9th Int’l Conf. on Soil Mech. and Foundation Eng., Tokyo, Vol.2, pp.421~495.
17. Moh, Z. C., C. T. Chin, C. J. Liu, and S. M. Woo, “Engineering Correlations for Soil Deposits in Taipei,” J.of the Chinese Institute of Engineers, Vol. 12, No. 3, pp.273-283(1989).
18. Parry, R.H.G.(1960), “Triaxial Compression and Extension Tests on Remolded Saturated Clay,” Geotechnique, Vol.10, NO.4, pp.166~180.
19. Schmertmann , J. H. , and Hartman , J. P.(1978)“Improved Strain Influence Factor Diagrams ,”Journal of the Geotechnical Engineering Division , American Society of Civil Engineers , Vol 104 , No.GT8 , pp.1131-1135.
20. Seed , H.B. and Whiteman , R.V.(1970).“Design of Earth Retaining Structures for Dynamic Loads.”Proceedings , ASCE Specialty Conference on lateral Stressesin the Ground and Design of Earth Retaining Structures , ASCE , pp.103-147.
21. Terzaghi , K. and Peck , R.B.(1967) , Soil Mechanics in Engineering Practice , 2nd Edition , John Wiley and Sons , Inc. , New York.
22. Woo , S.M. , and Moh , Z.C. (1990) , “Geotechnical Characteristics of Soils inthe Taipei Basin” , 10th Southeast Asian Geotechnical Conference , SpecialTaiwan Session.

表 2.1 鑽探孔位座標及相對高程

鑽孔編號	縱座標 (N)	橫坐標 (E)	孔口高程 EL. (m)	孔口高程 GL. (m)	岩盤面高程 GL. (m)
BH-1	2771295	310015	24.84	0.07	-4.1
BH-2	2771259	310068	24.88	0.11	-4.5
BH-3	2771271	310097	24.79	0.02	-0.8
BH-4	2771267	310126	24.72	-0.05	-0.7

備註：本案以建築師提供 TP2 之 EL.+24.77 m 定為 GL.±0 m。

表 2.2 現地試驗項目及數量統計表

孔號	土層厚度(m)					標準 貫入試驗		薄管	觀測井(OW) 水壓計(HP)	
	回填 層	土層	卵礫 石層	岩盤	小計	試驗 (次)	取樣 (組)	支數	支數	深度 (m)
BH-1	4.1	--	--	25.9	30.0	3	3	1	--	--
BH-2	4.5	--	--	25.5	30.0	6	5	--	1(HP)	26
BH-3	0.8	--	--	29.2	30.0	1	0	--	1(OW)	26
BH-4	0.7	--	--	29.3	30.0	1	0	--	--	--
總計	10.1	0	0	109.9	120.0	11	8	1	--	--

表 2.3 室內試驗項目及數量統計表

項 目	數 量
土壤一般物理性試驗	8(組)
土壤無圍壓縮試驗(UC)	1(組)
岩石單軸壓縮試驗(RUC)	4(組)

表 2.4 岩石單壓強度試驗結果

孔號	深度 (m)	岩盤面深度 (m)	岩盤面下距離 (m)	q_u (kg/cm ²)	岩性
BH-3	10.0	0.8	9.2	21.2	泥質砂岩
BH-4	3.8	0.7	3.1	30.1	泥質砂岩
BH-4	6.0	0.7	5.3	44.5	泥質砂岩
BH-4	8.7	0.7	8.0	29.3	泥質砂岩

表 3.1 土壤分層及簡化參數表

層別	土 壤 分 類	層次底部 分佈深度 (m)	平均分佈 高程 (m)	平均 厚度 (m)	SPT-N	γ_t (tf/m ³)	w_n (%)	s_u (tf/m ²)	q_u (kgf/cm ²)	c'^* (tf/m ²)	ϕ'^* (deg.)	k_h^* (tf/m ²)	E_s^* (tf/m ²)
1	回填層(SF)	0.7~4.5 (2.0)	EL. +22.8	2.3	2~50	1.99	--	3.0*	--	0	28	750	1500
2	高度風化泥質砂岩層 (SS)	4.1~9.5 (6.8)	EL. +18.0	3.0	35~51 (43)	2.08	28	2.5	--	0	32	600	1250
3	砂泥岩互層 (SS/Mudstone)	11.0~23.3 (14.3)	EL. +10.5	10.6	>50	2.30	10	--	21.2~44.5 (31.3)	2	35	>7500	>12500
4	灰色砂岩層 (SS)	-- (鑽探深度)	--	--	>50	2.40	9	--	100*	5	38	>7500	>12500

註：1. () 內為平均值或代表值。
 2. 加註 * 者表示經驗推估值，包括參考取樣試驗結果、台北盆地相關經驗迴歸公式及現場經驗研判。
 3. 建議短期之地下水位於GL.-10.0 m (EL.+14.77m)，考慮季節性變化及暴雨時之設計地下水位於GL.-8.0 m處。
 4. 第2層次僅出現在BH-1與BH-2孔位。

表 4.1 台北盆地各微分區之工址短週期設計水平譜加速度係數 S_{DS} 與最大考量水平譜加速度係數 S_{MS} 以及反應譜短週期與中週期分界之轉角週期 T_{0D} 與 T_0

微分區	S_{DS}	S_{MS}	T_0^D 與 T_0^M (秒)
台北一區	0.6	0.8	1.6
台北二區	0.6	0.8	1.3
台北三區	0.6	0.8	1.05

表 4.2 日本道路協會規範之土質折減參數 D_E

抗液化安全係數 F_L	地表面下深度 z	土壤參數折減係數	
		$R \leq 0.3$	$R > 0.3$
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq Z \leq 10$	0	1/6
	$10 \leq Z \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq Z \leq 10$	1/3	2/3
	$10 \leq Z \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq Z \leq 10$	2/3	1
	$10 \leq Z \leq 20$	1	1

註：R 為依據該規範計算之土壤抗液化剪力強度。

表 7.1 基礎開挖工法之優缺點比較

開挖工法	優點	缺點
逆打工法	1. 利用地下結構體作為擋土構架，故具有足夠之勁度，安全性高。 2. 地下、地上樓層可同時施工，能縮短工期。 3. 適合於開挖平面不規則，側壓不平衡等作業條件下之工程。 4. 對鄰近住戶環境及施工人員心理衝擊較小。	1. 地下層之作業為樓版下之作業，故作業條件較差。 2. 因須支承上部結構重量，增加逆打鋼柱及基樁作業。 3. 形成柱、壁之逆行接縫，處理上較困難。 4. 作業通風不良須預先配置通風設備。 5. 逆打鋼柱吊放精度控制不易。 6. 車道區之施工規劃須額外特別考慮。 7. 地下樓層間距大時，需另考慮架設支撐，施工時困難且費時。
順打工法	1. 受到地區條件、地盤條件及開挖深度等之限制少。 2. 支撐設施之架構狀態單純，故易於掌握應力狀態及實施監測管理。 3. 地下層結構之施工品質易掌握。	1. 對鄰近住戶環境及施工人員心理衝擊較大。 2. 支撐結構之規劃配置不當易產生災變。 3. 基地面積太大者，支撐數量龐大且支撐效果可能不理想。 4. 深層之支撐架設及開挖施工困難度較高。 5. 地下結構回築時因挑高過大，可能須架回撐，增加施工困難度、工期及經費。

表 8.1 開挖工程常用監測項目及使用儀器

監測項目	使用儀器	裝設位置及監測標的
擋土壁側向位移 地層側向位移	傾斜儀 (傾度觀測管)	裝設於擋土壁內或地層中，量測擋土壁或地層於施工中之側向位移。
擋土壁鋼筋應力	鋼筋計	裝設於擋土壁內鋼筋，量測擋土壁鋼筋應力。
地下水位	水位觀測井	裝設於地層中，量測地下水位深度。
地下水壓	水壓計	裝設於地層中，量測地下水壓。
地面沈陷量 建物結構沉陷量	沈陷觀測點	裝設於地面或建物結構上，量測其沈陷量。
支撐應力	支撐應變計	裝設於支撐，量測支撐之應力。 (若使用支撐系統時裝設)
支撐荷重	支撐荷重計	裝設於支撐，量測支撐之軸力。 (若使用支撐系統時裝設)
結構物傾斜量	建物傾斜計	設於傾斜板上之活動式或永久式裝置，用以監測結構物之單軸或雙軸轉角或傾角。
中間柱隆起量	中間柱 隆起標尺	於開挖區中間柱(或逆打鋼柱)上貼上標尺，量測隆起量或沉陷量。



圖 2.1 基地位置圖

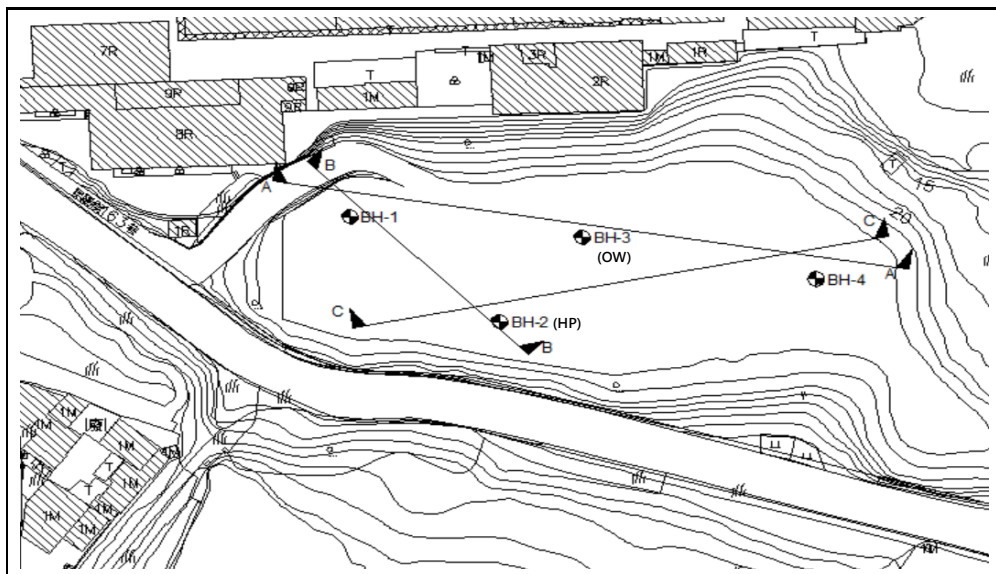


圖 2.2 鑽孔平面及剖面線配置圖



圖 3.1 區域地質圖

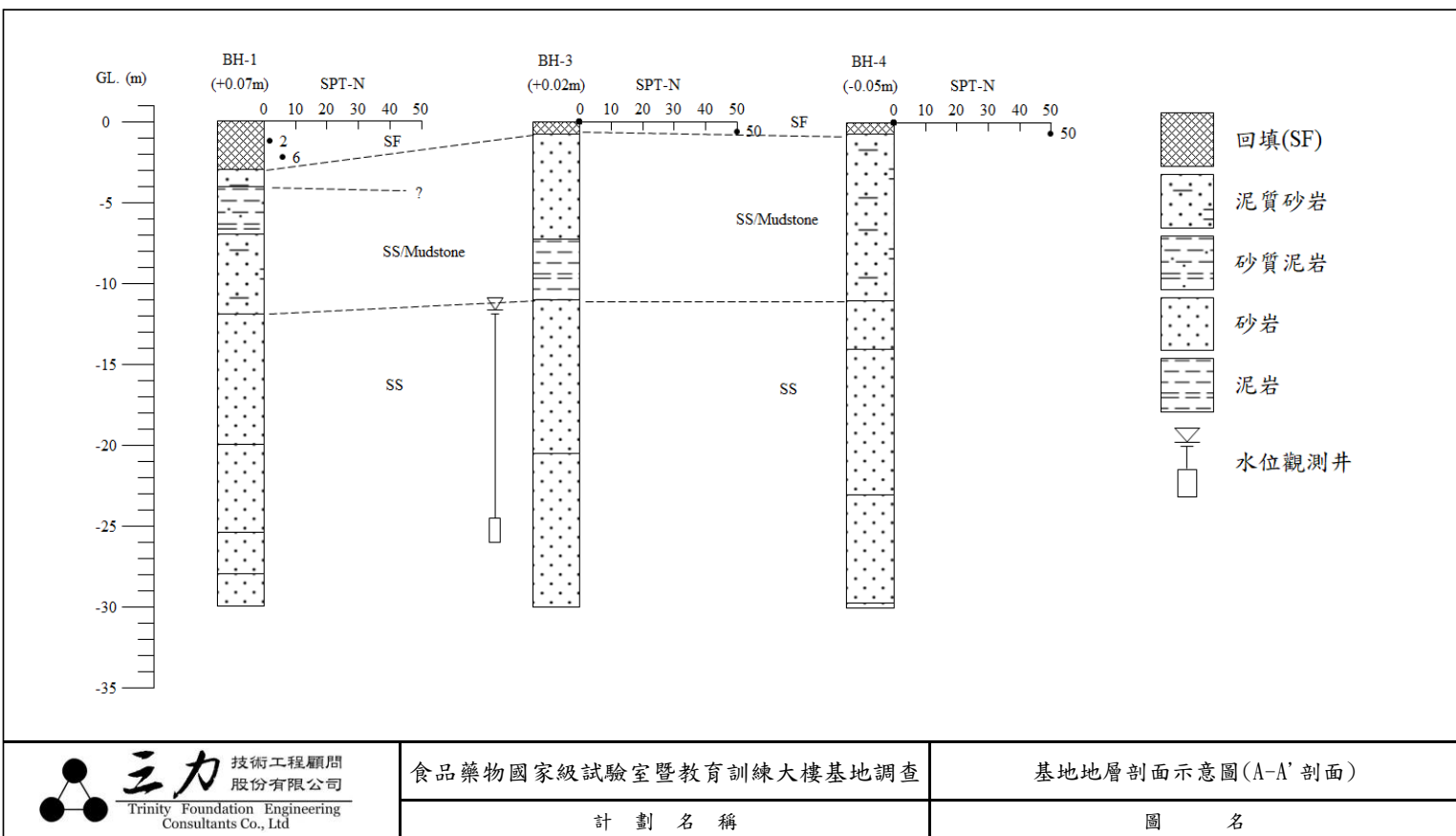


圖 3.2(a) 基地地層剖面示意圖(A-A'剖面)

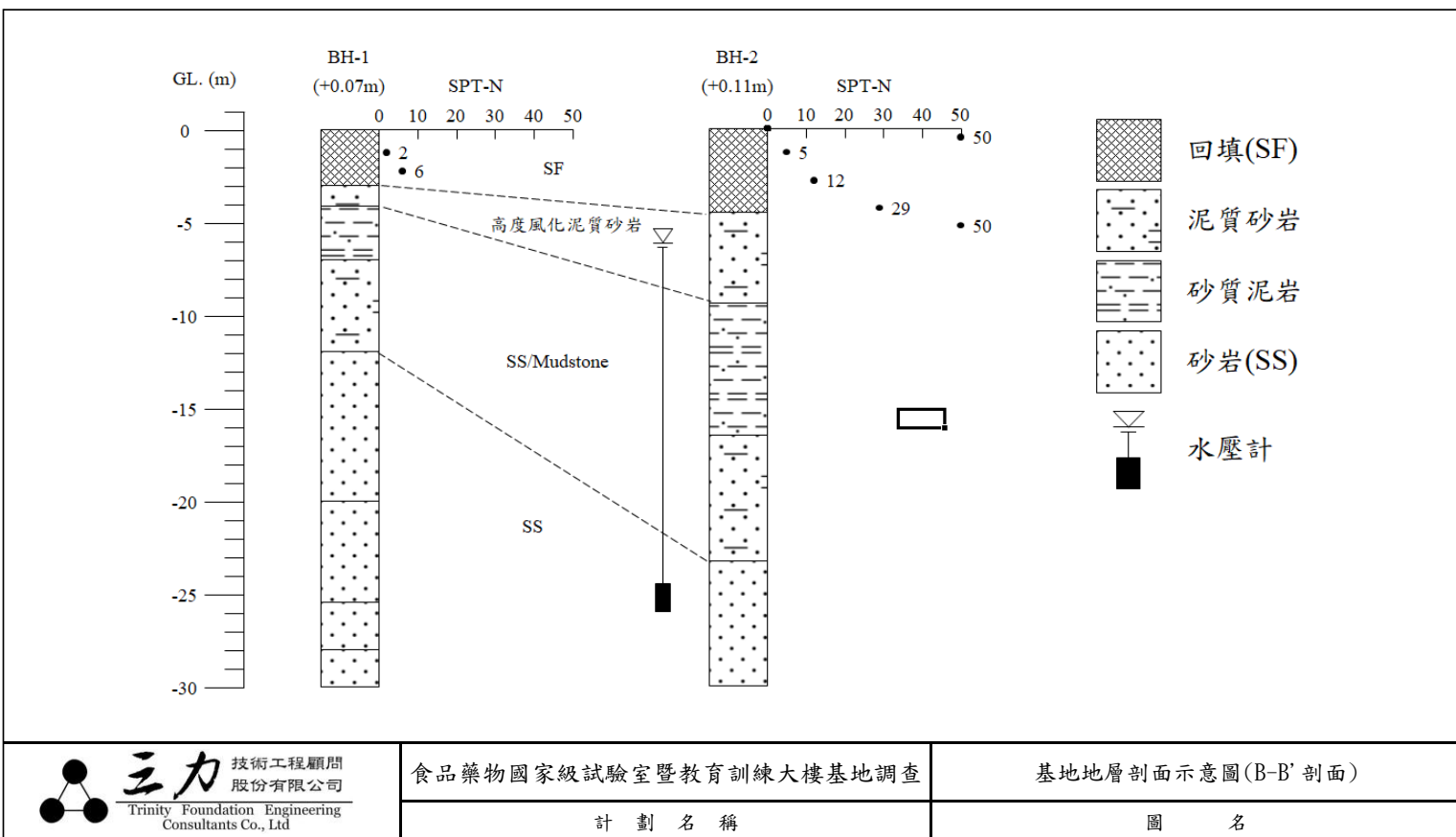


圖 3.2(b) 基地地層剖面示意圖(B-B'剖面)

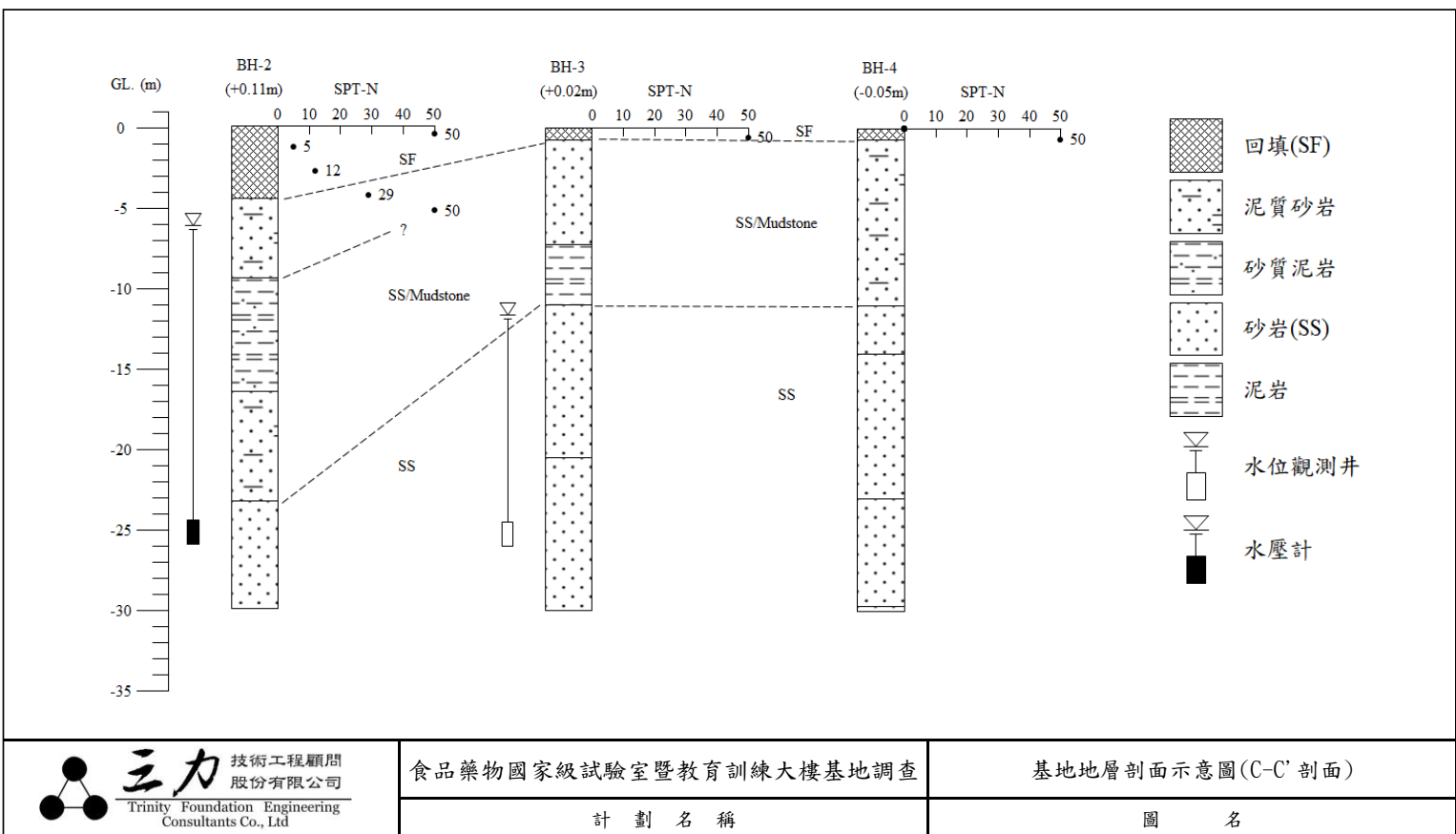


圖 3.2(c) 基地地層剖面示意圖(C-C'剖面)

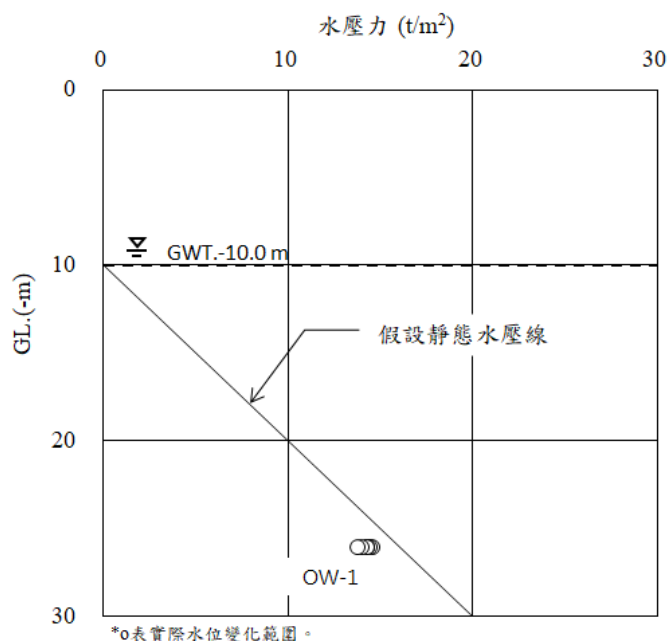


圖 3.3 地下水壓分佈情形

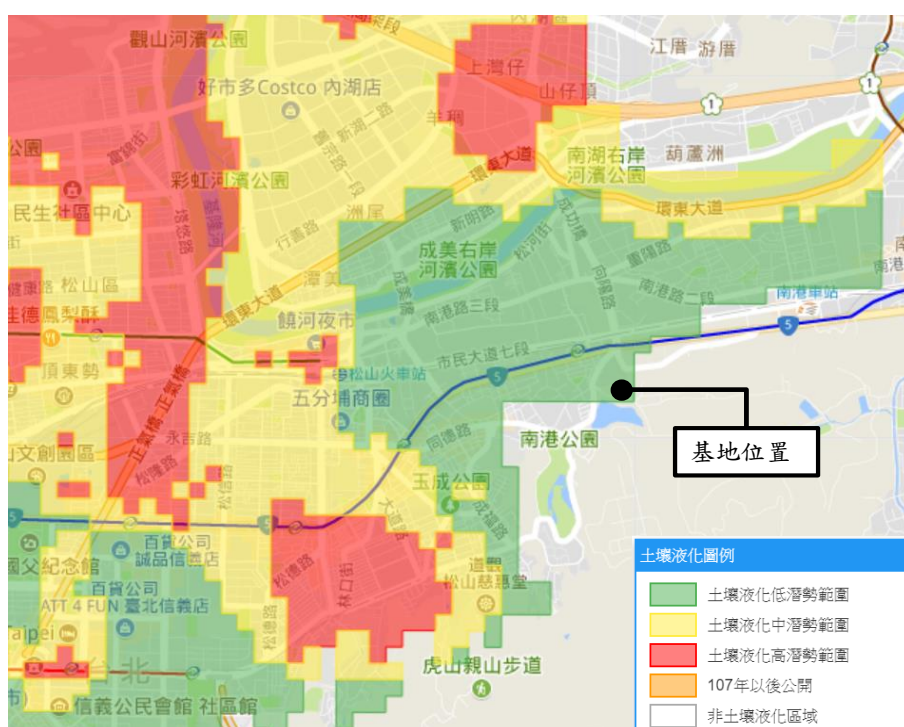


圖 4.1 液化潛勢圖(摘自中央地調所網站)

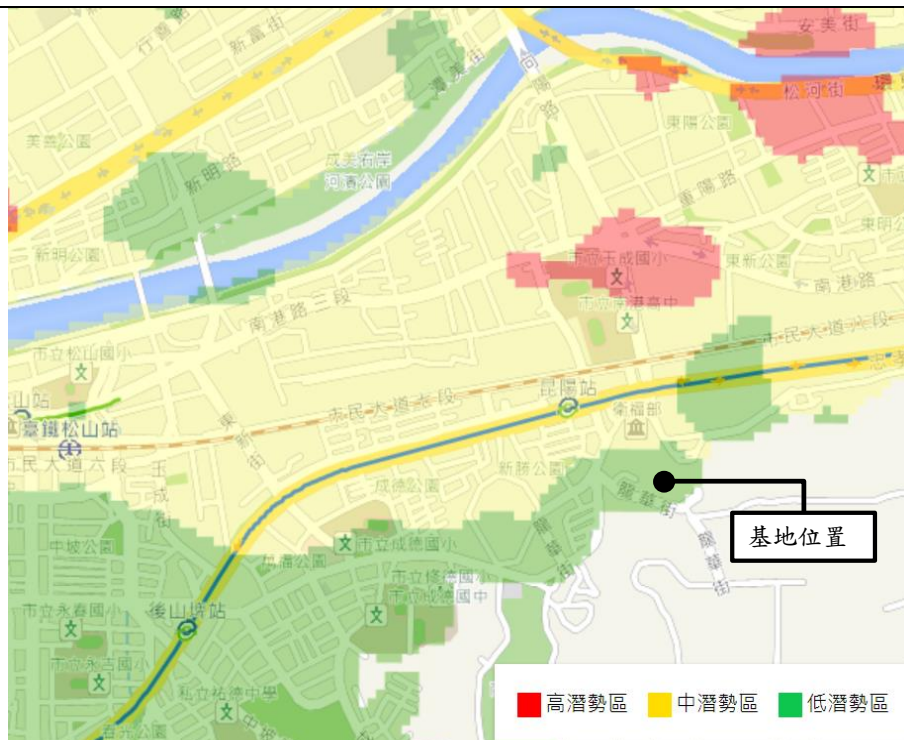


圖 4.2 液化潛勢圖(摘自台北市政府網站)

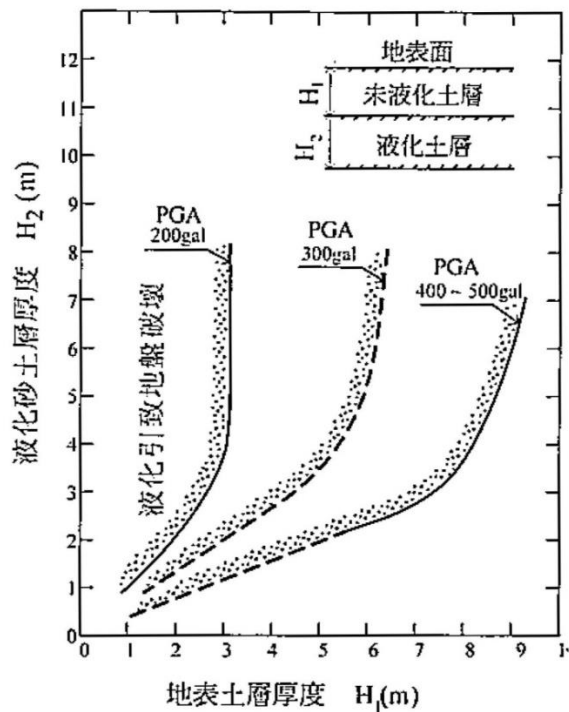


圖 4.3 土壤液化破壞之分界線(Ishihara, 1985)

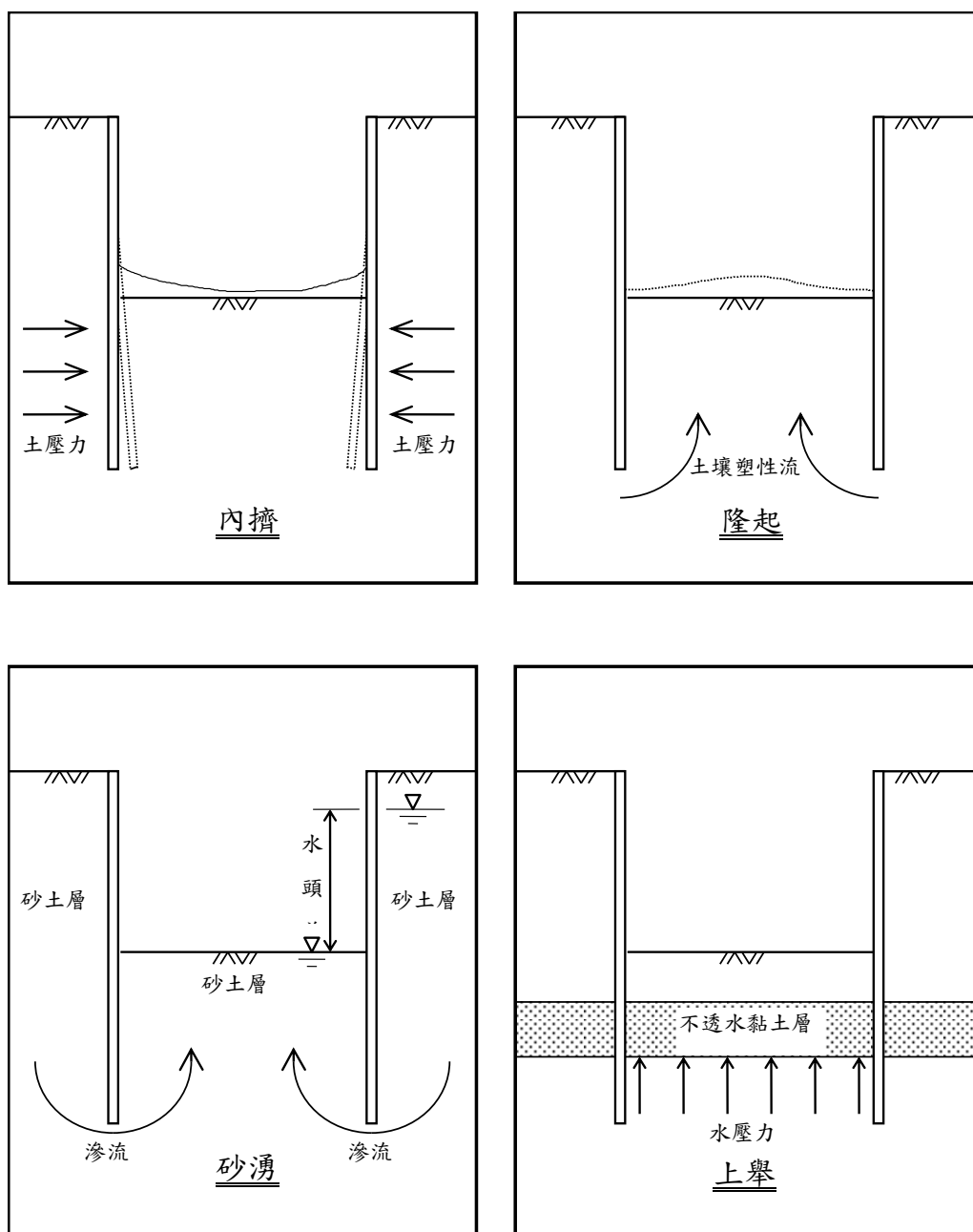


圖 6.1 基礎開挖土壤不穩定型式示意圖

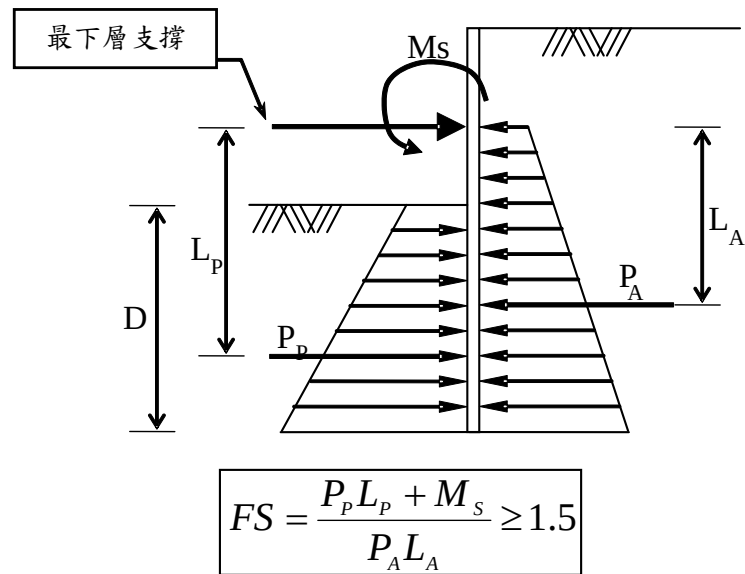


圖 6.2 擋土措施貫入深度分析示意圖

(摘自建築物基礎構造設計規範)

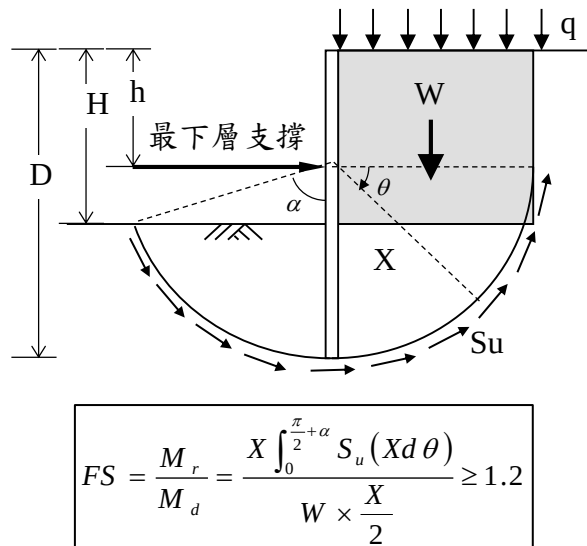


圖 6.3 開挖底部隆起分析示意圖

(摘自建築物基礎構造設計規範)

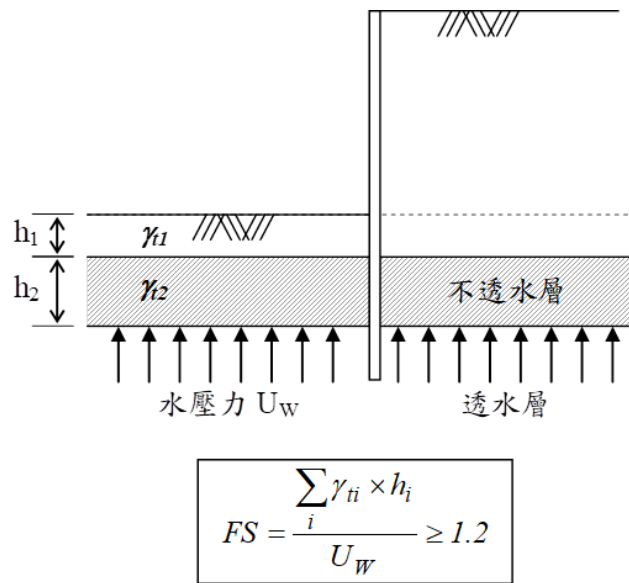


圖 6.4 開挖底部上舉分析示意圖

(摘自建築物基礎構造設計規範)

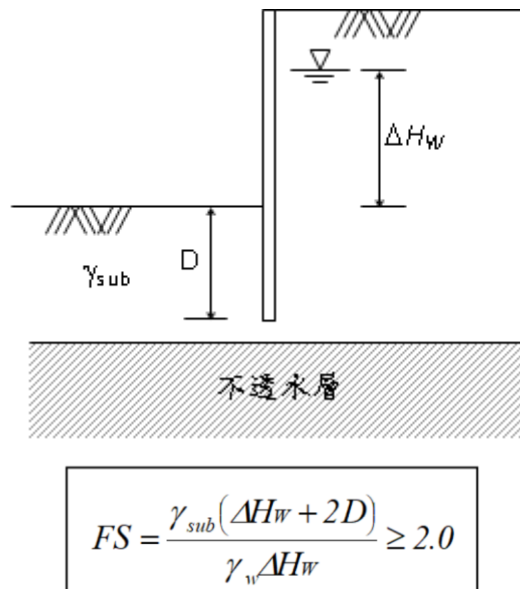
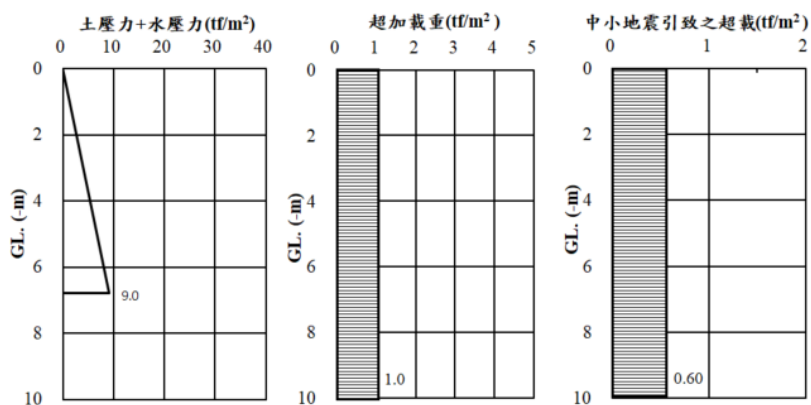
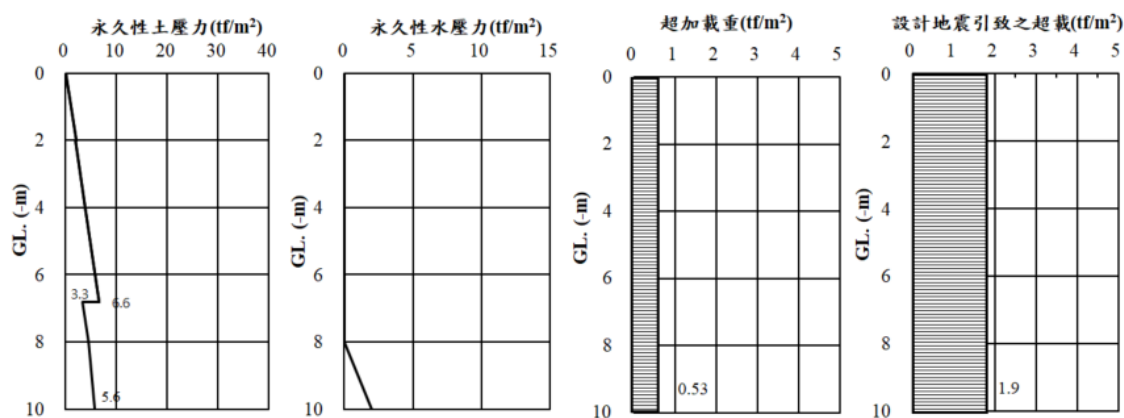


圖 6.5 砂湧分析示意圖

(摘自建築物基礎構造設計規範)



(a)臨時性擋土措施側壓力建議值



(b)永久性擋土措施側壓力建議值

圖 6.6 側向壓力分析圖

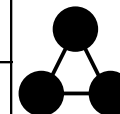
附錄 A 鑽探孔柱狀圖

RESULTS OF SUBSURFACE EXPLORATION

PROJECT：食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查

Ground Level：+ 24.84m

Date：10709/12~107/09/26



TRINITY FOUNDATION
Engineering Consultants Co., Ltd.

Hole No.：BH-1

Location：昆陽街

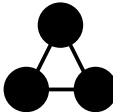
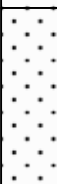
Coordinate：E 310015
N 2771295

Sheet No.：1 of 2

三力技術工程顧問股份有限公司

Depth m	Sample No.	S. P. T.				Core Rec. %	RQD %	F.I.	LOG	Description	Grain Size %				Classi- fication	r_t tf/m ³	w_n %	G_s	w_L %	I_p %
		S1	S2	S3	N 值						Gravel	Sand	Silt	Clay						
2	S-1-2	1	1	1	2					回填層：混凝土下回填磚塊、水泥、黃棕色粉土等雜物。	7	46	32	15	SC	1.98	19.0	2.70	29.4	8.2
	S-2-2	1	3	3	6						50	40	7	3	GM	1.75	28.2	2.64	--	NP
4	T-1					40/50				岩層：灰棕色高度風化至完全風化泥質粉砂岩。					CL		27.5			
	S-3-2	6	14	27	41						42	26	22	10	GM	2.07	22.0	2.64	--	NP
6	C					100	100	0		岩層：灰色細砂質泥岩，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	100	0												
8	C					100	100	0		岩層：灰色泥質粉砂岩偶夾甚薄層細砂，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	100	0												
10	C					100	100	0		岩層：灰色泥質粉砂岩偶夾甚薄層細砂，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	100	0												
12	C					100	90	3		岩層：灰色細砂岩偶夾礫夾泥，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	75	3												
14	C					100	75	5		岩層：灰色細砂岩偶夾礫夾泥，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	65	4												

RESULTS OF SUBSURFACE EXPLORATION

PROJECT：食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查						Ground Level：+ 24.84m			Date：10709/12~107/09/26		 TRINITY FOUNDATION Engineering Consultants Co., Ltd. 三力技術工程顧問股份有限公司									
Hole No.：BH-1			Location：昆陽街			Coordinate：E 310015 N 2771295			Sheet No.：2 of 2											
Depth m	Sample No.	S. P. T.				Core Rec. %	RQD %	F.I.	LOG	Description	Grain Size %				Classi- fication	r_t tf/m ³	w_n %	G_s	w_L %	I_p %
		S1	S2	S3	N 值						Gravel	Sand	Silt	Clay						
17	C					100	65	5			20.0 m									
	C					100	70	2												
	C					100	75	3												
	C					100	80	3												
19	C					100	90	2		岩層：灰色細砂岩，岩心完整，無風化跡象。22.15 m處夾厚度2.5公分、傾角35度之白灰色硬層。	25.5 m									
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
23	C					100	100	0		岩層：灰色中砂質細砂岩，岩心完整，無風化跡象，膠結情況不佳。	28.0 m									
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
25	C					100	100	0		岩層：灰色細砂岩，岩心完整，無風化跡象。	End of Boring 	30.0 m								
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
27	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
29	C					100	100	0												
	C					100	100	0												

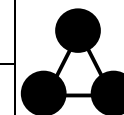
RESULTS OF SUBSURFACE EXPLORATION																				
PROJECT： 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查						Ground Level： + 24.88m				Date： 10709/18~107/09/21				TRINITY FOUNDATION Engineering Consultants Co., Ltd. 三力技術工程顧問股份有限公司						
Hole No. ：BH-2		Location： 昆陽街				Coordinate： E 310068 N 2771259				Sheet No. ：1 of 2										
Depth m	Sample No.	S. P. T.				Core Rec. %	RQD %	F.I.	LOG	Description	Grain Size %				Classi- fication	r_t tf/m³	w_n %	G_s 	w_L %	I_p %
		S1	S2	S3	N 值						Gravel	Sand	Silt	Clay						
	- S-1-0	50/5cm			>50					回填層：混凝土下回填磚塊、水泥、卵礫石、黃棕色粉土等雜物。										
	[] S-2-2	1	2	3	5					10	44	31	15	SC	2.06	19.5	2.70	29.4	10.6	
	[] S-3-2	2	5	7	12					2	44	36	18	CL	2.04	25.7	2.69	28.3	11.4	
4	[] S-4-2	6	12	17	29					4.5 m	11	62	19	9	SM	2.10	21.7	2.65	NP	
	C					100	100	0		岩層：灰棕色高度風化至完全風化泥質粉砂岩。9.0~9.2 m偶夾黑色岩塊。	21	46	23	11	SM	2.06	24.3	2.64	NP	
	S-5-2	18	24	27	51															
	C					100	100	0												
6	C					100	100	0												
	C					100	100	0		岩層：灰色細砂質泥岩，岩質新鮮無風化跡象。其中10.4~14.9 m岩心較破碎偶含細砂。	18	53	20	9	SM	2.10	22.7	2.64	NP	
	S-6-2	11	24	35	59															
	C					100	100	0												
10	C					100	100	0		9.4 m										
	C					100	100	0												
	C					100	0	0												
	C					100	0	0												
12	C					100	0	0												
	C					100	0	5												
	C					100	0	4												
	C					100	0	4												

RESULTS OF SUBSURFACE EXPLORATION

PROJECT：食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查

Ground Level：+ 24.88m

Date：10709/18~107/09/21



TRINITY FOUNDATION
Engineering Consultants Co., Ltd.

Hole No.：BH-2

Location：昆陽街

Coordinate：E 310068
N 2771259

Sheet No.：2 of 2

三力技術工程顧問股份有限公司

Depth m	Sample No.	S. P. T.				Core Rec. %	RQD %	F.I.	LOG	Description	Grain Size %				Classi- fication	r_t tf/m ³	w_n %	G_s	w_L %	I_p %
		S1	S2	S3	N 值						Gravel	Sand	Silt	Clay						
17	C					100	40	5		岩層：灰色泥質粉砂岩，岩質新鮮無風化跡象。20.9 m處具厚度0.8公分、傾角20度之節理。21.2~22.3 m岩心破碎夾泥夾細砂。										
	C					100	100	0												
	C					100	90	2												
19	C					100	100	0		岩層：灰色泥質粉砂岩，岩質新鮮無風化跡象。20.9 m處具厚度0.8公分、傾角20度之節理。21.2~22.3 m岩心破碎夾泥夾細砂。										
	C					100	67	5												
	C					100	50	10												
21	C					100	15	70		岩層：灰色泥質粉砂岩，岩質新鮮無風化跡象。20.9 m處具厚度0.8公分、傾角20度之節理。21.2~22.3 m岩心破碎夾泥夾細砂。										
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
23	C					100	100	0		岩層：灰色細砂岩，岩心完整，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
25	C					100	100	0		岩層：灰色細砂岩，岩心完整，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
27	C					100	100	0		岩層：灰色細砂岩，岩心完整，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
29	C					100	100	0		岩層：灰色細砂岩，岩心完整，岩質新鮮無風化跡象。										
	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
										End of Boring										

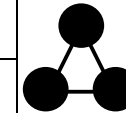
30.0 m

RESULTS OF SUBSURFACE EXPLORATION

PROJECT：食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查

Ground Level：+ 24.79m

Date：10709/14~107/09/18



TRINITY FOUNDATION
Engineering Consultants Co., Ltd.

Hole No.：BH-3

Location：昆陽街

Coordinate：E 310097
N 2771271

Sheet No.：1 of 2

三力技術工程顧問股份有限公司

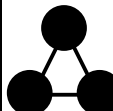
Depth m	Sample No.	S. P. T.				Core Rec. %	RQD %	F.I.	LOG	Description	Grain Size %				Classi- fication	r_t tf/m ³	w_n %	G_s	w_L %	I_p %
		S1	S2	S3	N 值						Gravel	Sand	Silt	Clay						
2	S-1-0	15			>50	100	100	0		回填層：混凝土下回填磚塊、卵礫石、棕褐色粉土質黏土及砂質粉土等雜物。0.8 m										
	C		50/8cm	岩層：灰色至深灰色砂岩，岩質新鮮無風化跡象。1.0~1.3 m具厚度0.75公分、傾角80度之鐵鏽染開口節理。3.50~3.65 m處具粗糙節理夾泥，厚度2公分、傾角70度。																
4	C				100	65	3													
	C			100	90	1														
6	C				100	61	15													
	C			100	100	0														
8	C				100	100	0													
	C			100	90	1														
10	C				100	22	15		岩層：灰色至深灰色泥岩，岩質新鮮無風化痕跡。7.25~8.35 m岩心較破碎夾細砂。8.5 m處具厚度0.1公分、傾角20度之節理面。											
	C			100	80	8														
12	C				100	100	0													
	C			100	100	0														
14	C				100	85	2		岩層：深灰色砂岩，岩心完整，岩石強度硬。11.86 m具厚度1.0公分、傾角0度之節理；11.94 m具厚度1.0公分、傾角20度之節理；15.75 m處具厚度1公分、傾角20度之節理。其中15.9~16.3 m及17.3~19.25 m岩心較破碎											
	C			100	95	1														
	C				100	95	1													
	C			100	90	2														

RESULTS OF SUBSURFACE EXPLORATION																				
PROJECT： 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查						Ground Level： + 24.79m			Date： 10709/14~107/09/18			TRINITY FOUNDATION Engineering Consultants Co., Ltd. 三力技術工程顧問股份有限公司								
Hole No.： BH-3		Location： 昆陽街				Coordinate： E 310097 N 2771271			Sheet No.： 2 of 2											
Depth m	Sample No.	S. P. T.				Core Rec. %	RQD %	F.I.	LOG	Description	Grain Size %				Classi- fication	r_t tf/m ³	w_n %	G_s	w_L %	I_p %
		S1	S2	S3	N 值						Gravel	Sand	Silt	Clay						
17	C					100	80	9												
	C					100	70	15												
	C					100	30	70												
	C					100	0	100												
19	C					100	45	30												
	C					100	100	0												
21	C					100	65	30		岩層：灰色轉棕灰色細砂岩，其中 21.0~21.3 m之岩心破碎夾泥； 26.0~30.0 m含凸鏡狀石英質砂，膠結較差。 20.5 m										
	C					100	100	0												
23	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
25	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
27	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
29	C					100	100	0												
	C					100	100	0												
										End of Boring	30.0 m									

A-6

[illegible]

A-7

RESULTS OF SUBSURFACE EXPLORATION																					
PROJECT：食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查								Ground Level：+ 24.72m				Date：10709/10~107/09/13				 TRINITY FOUNDATION Engineering Consultants Co., Ltd. 三力技術工程顧問股份有限公司					
Hole No.：BH-4		Location：昆陽街						Coordinate：E 310126 N 2771267				Sheet No.：2 of 2									
Depth m	Sample No.	S. P. T.				Core Rec. %	RQD %	F.I.	LOG	Description	Grain Size %				Classi- fication	r_t tf/m ³	w_n %	G_s	w_L %	I_P %	
		S1	S2	S3	N 值						Gravel	Sand	Silt	Clay							
17	C					100	100	0		岩層：灰色轉棕灰色砂岩偶夾泥，岩心完整，岩質新鮮無風化跡象。											
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
19	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
21	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
23	C					100	100	1			23.0 m										
	C					100	100	0			岩層：棕灰色凸鏡狀石英砂質細砂岩，膠結較差。其中28.4~29.7 m岩心偶夾礫、泥、煤塊；29.22 m處具擦痕。										
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
25	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
27	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
	C					100	100	0													
29	C					100	100	0													
	C					100	90	3													
										End of Boring											
										岩層：棕灰色粉砂岩。											

附錄 B 地下水位觀測結果

地 下 水 位 觀 測 記 錄

地點：衛生福利部食品藥物管理署

Page : 1/1

水壓計或 觀測井編號	鑽探孔 編號	孔位高程 EL.(m)	埋設深度 GL.(m)	埋設日期	觀測日期	水位深度 GL.(m)	備 註
OW-1	BH-3	+24.79	-26.0	2018/9/18	2018/9/19	-11.6	晴
					2018/9/20	-11.5	晴
					2018/9/21	-11.6	晴
					2018/9/23	-11.7	雨
					2018/9/25	-11.8	晴
					2018/9/27	-11.8	雨
					2018/9/29	-12.0	晴
					2018/10/1	-12.3	晴
					結束觀測	--	--
HP-1	BH-2	+24.88	-26.00	2018/9/21	2018/9/23	-6.1	雨
					2018/9/25	-6.1	晴
					2018/9/29	-5.8	晴
					2018/10/1	-8.0	晴
					結束觀測	--	--

*地下水位高程乃根據現場之高程參考點而訂定。

*鑽孔高程參考點以基地中之TP2高程測量點EL.+24.77 m為參考基準點(GL.± 0 m)。

附錄 C 土壤一般物理性質試驗結果

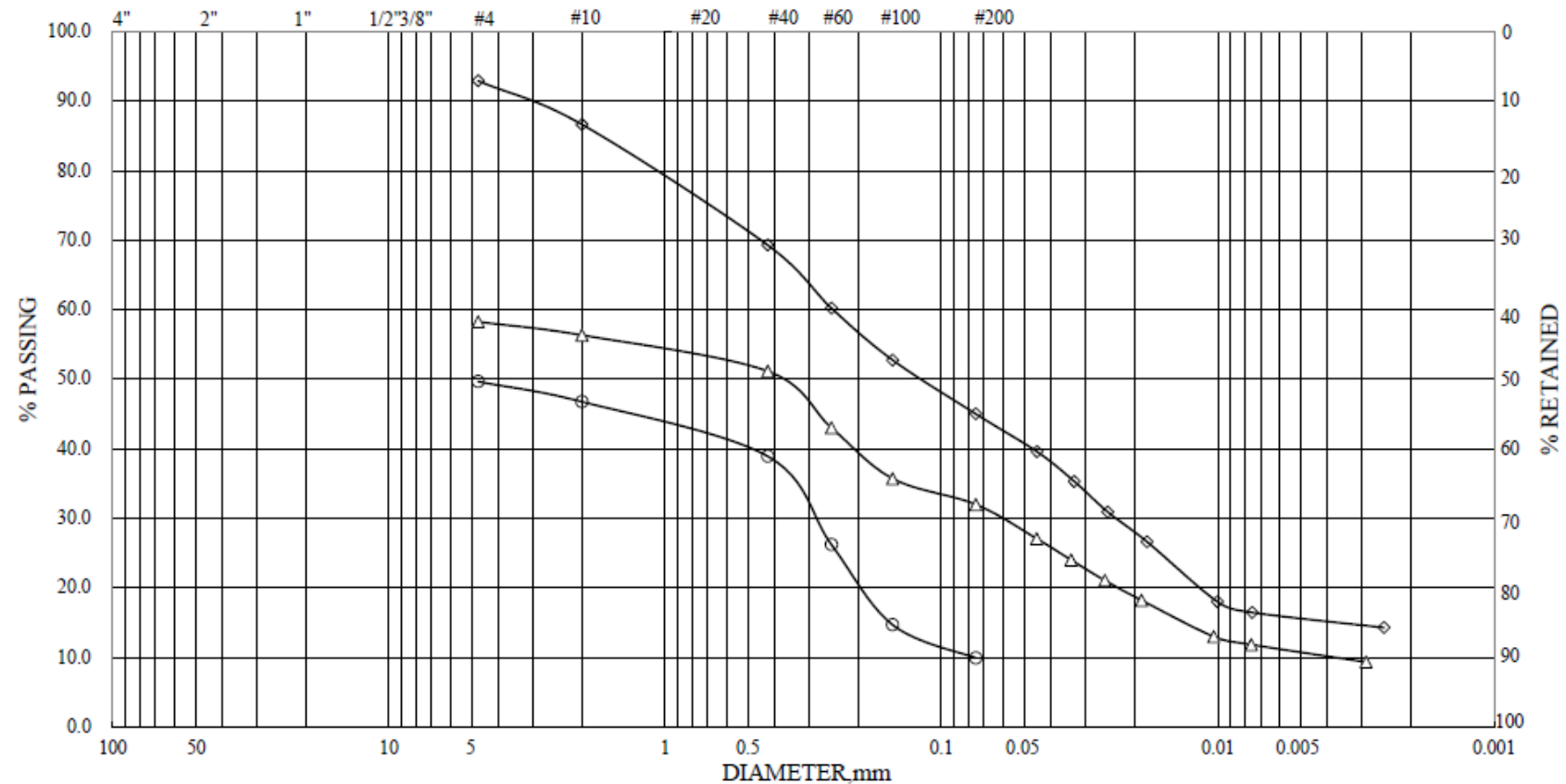
C-1

[illegible]

備註: 1.試驗方法:CNS 12387(reapproved 1988). 2.本試件由委託者自行取樣,所出具報告僅對樣品負責。

工程名稱：食品藥物國家級實驗室暨教育訓練大樓基地地質調查及基礎分析工作(第一期)

U.S. STANDARD SEIVE



ASTM	GRAVEL	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	SILT	CLAY
------	--------	-------------	-------------	-----------	------	------

HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS	HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS
BH-1	S-1-2	1.05-1.50	◇				
BH-1	S-2-2	2.05-2.50	○				
BH-1	S-3-2	3.55-4.00	△				

日鼎地工實驗室
Zeal Team Geotechnical Engineering

顆粒分析試驗
GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST

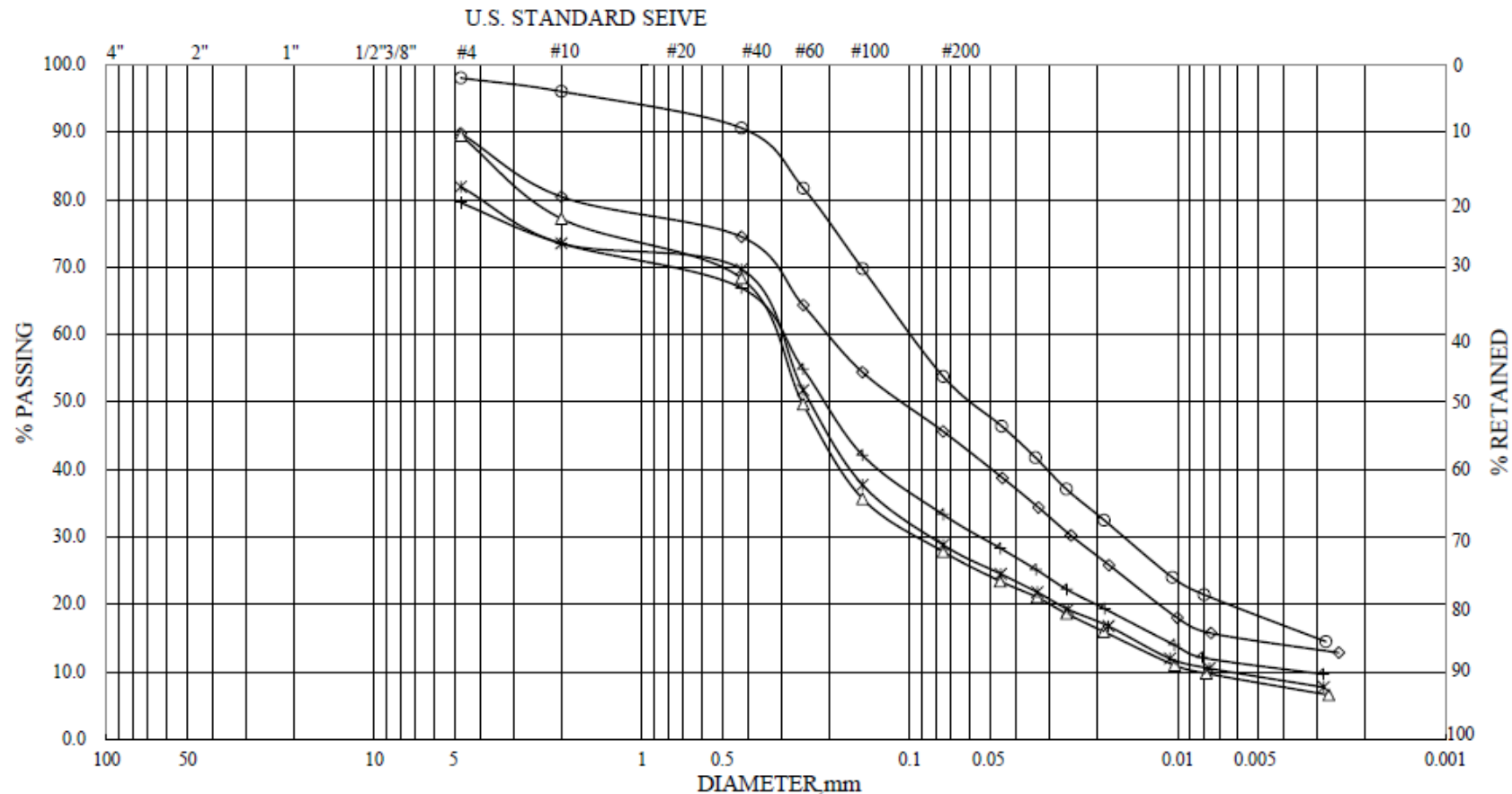
JOB NO 1806396
TESTED BY: H.S.C.
SHEET NO: 1 of 1

3-

[illegible]

備註: 1.試驗方法:CNS 12387(reapproved 1988). 2.本試件由委託者自行取樣,所出具報告僅對樣品負責。

工程名稱：食品藥物國家級實驗室暨教育訓練大樓基地地質調查及基礎分析工作(第一期)



ASTM	GRAVEL	COARSE SAND	MEDIUM SAND	FINE SAND	SILT	CLAY
------	--------	-------------	-------------	-----------	------	------

HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS	HOLE NO.	SAMPLE NO.	ELEVATION	REMARKS
BH-2	S-2-2	1.05-1.50	◇	BH-2	S-5-1	5.05-5.50	+
BH-2	S-3-2	2.55-3.00	○	BH-2	S-6-2	8.20-8.65	*
BH-2	S-4-2	4.05-4.50	△				

日鼎地工實驗室
Zeal Team Geotechnical Engineering

顆 粒 分 析 試 驗
GRAIN SIZE DISTRIBUTION TEST

JOB NO 1806359
TESTED BY : H.S.C.
SHEET NO : 1 of 2

附錄 D 土壤無圍壓縮試驗結果



日鼎檢測事業股份有限公司

Zeal-Team Inspection & Surveying Career Corporation

日鼎地工實驗室

桃園市蘆竹區新生路 21 號

TEL : (03)2188647

FAX : (03)2188457

無圍壓縮強度試驗報告

收件編號：UC1806396

第 1 頁；共 1 頁

業主/委託單位：三力技術工程顧問股份有限公司

監造單位：—

工程名稱：食品藥物國家級實驗室暨教育訓練大樓基地地質調查及基礎分析工作(第一期)

承包廠商：三力技術工程顧問股份有限公司

送件日期：107/010/01

取樣地點：BH-1(深度 3.05~3.55m)

試驗日期：107/10/02~10/03

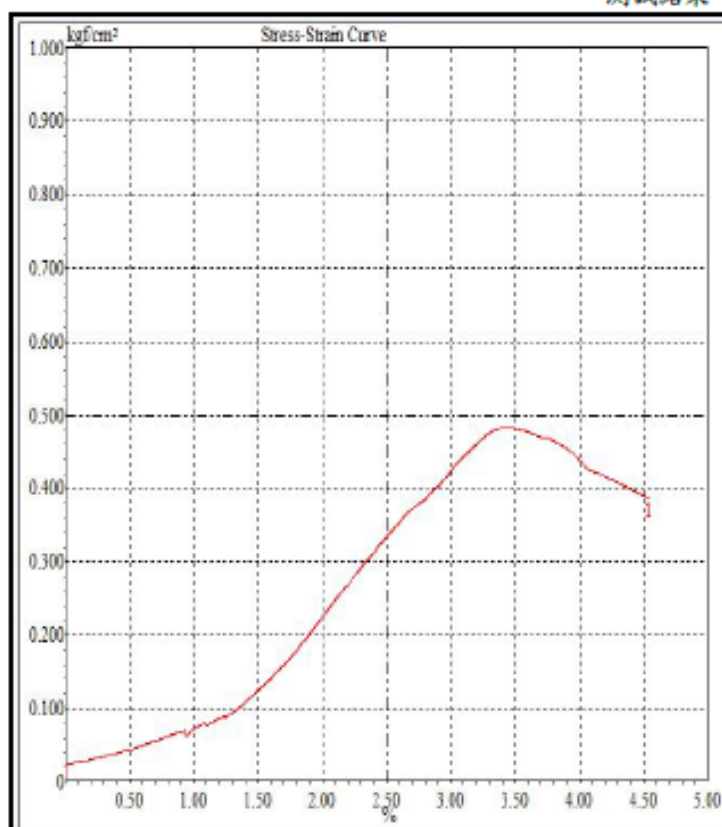
取樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

報告日期：107/10/03

送樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

引用規範：ASTM D2166

測試結果



樣品編號	T-1
試體試驗前高度,mm	150
試體試驗前直徑,mm	75
試驗前含水量, w%	27.5
無圍壓縮強度 q_u , kgf/cm ²	0.48
破壞時軸向應變(%)	3.41
土樣描述	棕灰色粉土質黏土
土壤分類	CL
Failure Mode	

附註：1.本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

2.試驗之變形速率：1.33 %/min。

3.本試驗樣品為地質鑽探取樣之三吋薄管土樣。

附錄 E 岩石單軸壓縮試驗結果



日鼎檢測事業股份有限公司

Zeal-Team Inspection & Surveying Career Corporation

日鼎地工實驗室

桃園市蘆竹區新生路 21 號

TEL : (03)2188647

FAX : (03)2188457

岩石單軸抗壓強度試驗報告

收件編號：RUC1806359

第 1 頁；共 4 頁

業主/委託單位：三力技術工程顧問股份有限公司

監造單位：—

工程名稱：食品藥物國家級實驗室暨教育訓練大樓基地地質調查及基礎分析工作(第一期)

承包廠商：三力技術工程顧問股份有限公司

送件日期：107/09/21

取樣地點：BH-3(深度 10.00~10.20m)

試驗日期：107/09/23~10/02

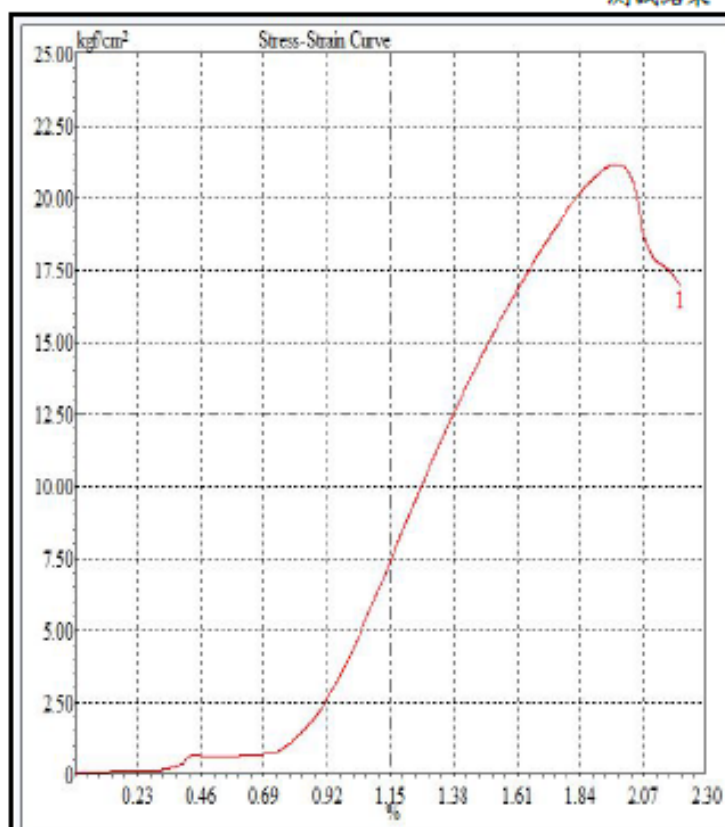
取樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

報告日期：10710/03

送樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

引用規範：ASTM D2938

測試結果



樣品編號	R-1
試體高度,cm	12.2
試體直徑,cm	6.08
含水量, w%	8.64
單位重, g/cm ³	2.39
抗壓強度, kgf/cm ²	21.2
破壞應變(%)	1.97
岩性描述	灰色泥質砂岩
破壞型態	

附註：1.本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

2.試驗之變形速率：1.0mm/min。

3.本試驗樣品為地質鑽探取樣之岩心。



日鼎檢測事業股份有限公司

Zeal-Team Inspection & Surveying Career Corporation

日鼎地工實驗室

桃園市蘆竹區新生路 21 號

TEL : (03)2188647

FAX : (03)2188457

岩石單軸抗壓強度試驗報告

收件編號：RUC1806359

第 2 頁：共 4 頁

業主/委託單位：三力技術工程顧問股份有限公司

監造單位：—

工程名稱：食品藥物國家級實驗室暨教育訓練大樓基地地質調查及基礎分析工作(第一期)

承包廠商：三力技術工程顧問股份有限公司

送件日期：107/09/21

取樣地點：BH-4(深度 3.80~4.00m)

試驗日期：107/09/23~10/02

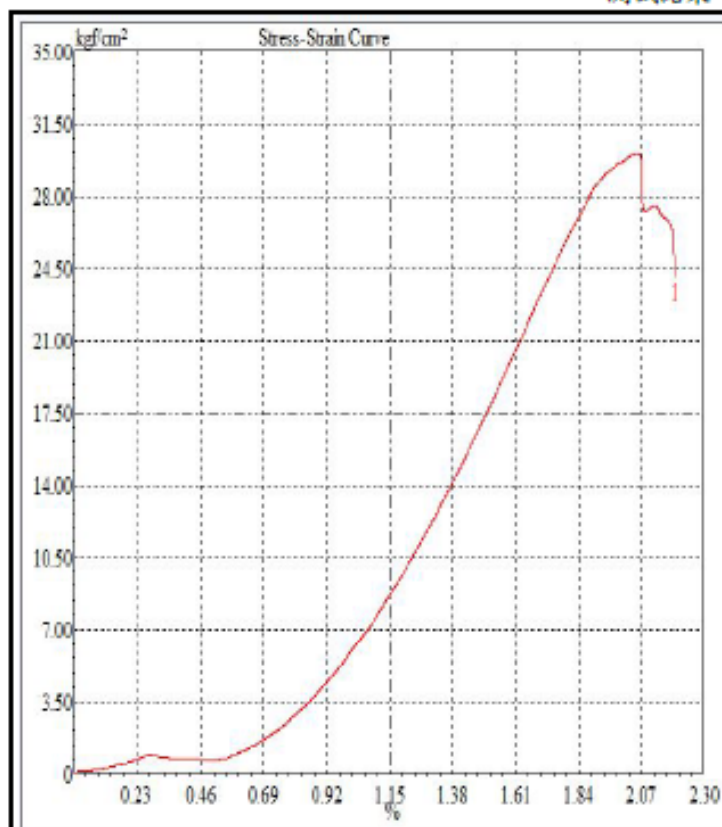
取樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

報告日期：10710/03

送樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

引用規範：ASTM D2938

測試結果



樣品編號	R-2
試體高度,cm	12.1
試體直徑,cm	6.03
含水量, w%	9.80
單位重, g/cm ³	2.32
抗壓強度, kgf/cm ²	30.1
破壞應變(%)	2.06
岩性描述	灰色泥質砂岩
破壞型態	

附註：1.本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

2.試驗之變形速率：1.0mm/min。

3.本試驗樣品為地質鑽探取樣之岩心。



日鼎檢測事業股份有限公司

Zeal-Team Inspection & Surveying Career Corporation

日鼎地工實驗室

桃園市蘆竹區新生路 21 號

TEL : (03)2188647

FAX : (03)2188457

岩石單軸抗壓強度試驗報告

收件編號：RUC1806359

第 3 頁；共 4 頁

業主/委託單位：三力技術工程顧問股份有限公司

監造單位：—

工程名稱：食品藥物國家級實驗室暨教育訓練大樓基地地質調查及基礎分析工作(第一期)

承包廠商：三力技術工程顧問股份有限公司

送件日期：107/09/21

取樣地點：BH-4(深度 6.00~6.20m)

試驗日期：107/09/23~10/02

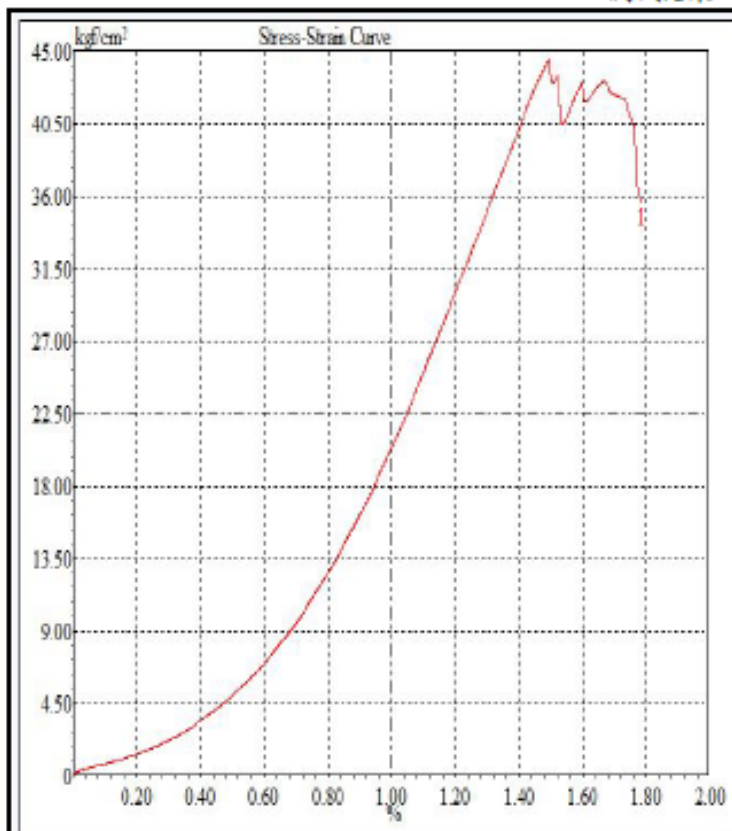
取樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

報告日期：10710/03

送樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

引用規範：ASTM D2938

測試結果



樣品編號	R-3
試體高度,cm	12.2
試體直徑,cm	6.06
含水量, w%	12.2
單位重, g/cm ³	2.26
抗壓強度, kgf/cm ²	44.5
破壞應變(%)	1.50
岩性描述	灰色泥質砂岩
破壞型態	

附註：1.本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

2.試驗之變形速率：1.0mm/min。

3.本試驗樣品為地質鑽探取樣之岩心。



日鼎檢測事業股份有限公司

Zeal-Team Inspection & Surveying Career Corporation

日鼎地工實驗室

桃園市蘆竹區新生路 21 號

TEL : (03)2188647

FAX : (03)2188457

岩石單軸抗壓強度試驗報告

收件編號：RUC1806359

第 4 頁：共 4 頁

業主/委託單位：三力技術工程顧問股份有限公司

監造單位：—

工程名稱：食品藥物國家級實驗室暨教育訓練大樓基地地質調查及基礎分析工作(第一期)

承包廠商：三力技術工程顧問股份有限公司

送件日期：107/09/21

取樣地點：BH-4(深度 8.70~8.90m)

試驗日期：107/09/23~10/02

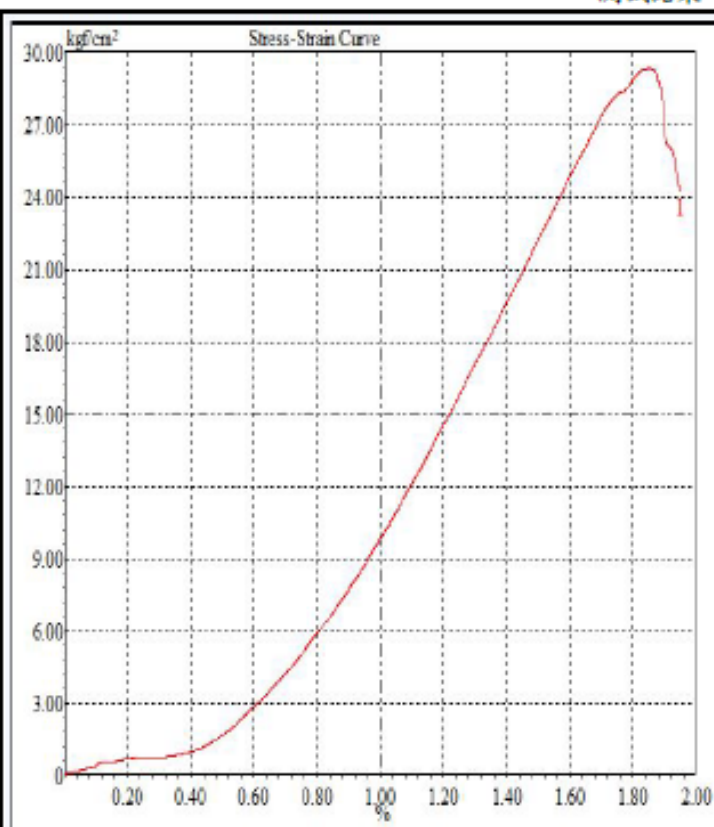
取樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

報告日期：10710/03

送樣者：三力技術工程顧問股份有限公司

引用規範：ASTM D2938

測試結果



樣品編號	R-4
試體高度,cm	12.1
試體直徑,cm	6.02
含水量,w%	9.02
單位重,g/cm ³	2.36
抗壓強度,kgf/cm ²	29.3
破壞應變(%)	1.85
岩性描述	灰色泥質砂岩
破壞型態	

附註：1.本試件由委託者自行取樣，所列記錄僅對樣品負責。

2.試驗之變形速率：1.0mm/min。

3.本試驗樣品為地質鑽探取樣之岩心。

附錄 F 現場施工照片



BH-1 施工前



BH-2 施工前



BH-1 施工中



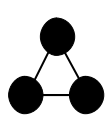
BH-2 施工中



BH-1施工後



BH-2 施工後(埋設水壓計)



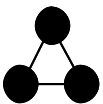
三力 技術工程顧問
股份有限公司
Trinity Foundation Engineering
Consultants Co., Ltd

計劃名稱

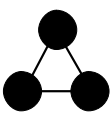
衛生福利部食品藥物管理署
食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查

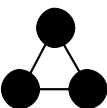
工作項目

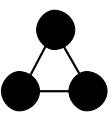
現場鑽探施作照片

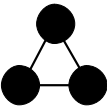
	
BH-3 施工前	BH-4 施工前
	
BH-3 施工中	BH-4 施工中
	
BH-3施工後(埋設水位觀測井)	BH-4 施工後
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計畫名稱 衛生福利部食品藥物管理署 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查
	工作項目 現場鑽探施作照片

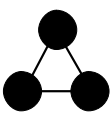
附錄 G 卵礫石取樣照片

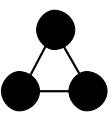
BH - 1 取樣深度4.0 m~8.0 m		BH - 1 取樣深度8.0 m~12.0 m	
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

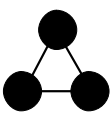
BH - 1 取樣深度12.0 m~16.0 m		BH - 1 取樣深度16.0 m~20.0 m	
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

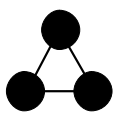
BH - 1 取樣深度20.0 m~24.0 m		BH - 1 取樣深度24.0 m~28.0 m	
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

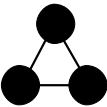
	BH - 1 取樣深度28.0 m~30.0 m	
		
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查
	工作項目：	岩心箱照片

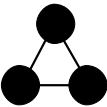
BH - 2 取樣深度4.0 m~8.0 m		BH - 2 取樣深度8.0 m~12.0 m	
			
 三力 技術工程顧問股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

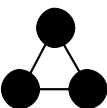
BH - 2 取樣深度12.0 m~16.0 m		BH - 2 取樣深度16.0 m~20.0 m	
			
 三力 技術工程顧問股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd		計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查
		工作項目：	岩心箱照片

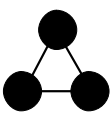
BH - 2 取樣深度20.0 m~24.0 m		BH - 2 取樣深度24.0 m~28.0 m	
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

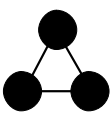
BH - 2 取樣深度28.0 m~30.0 m			
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd		計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查
		工作項目：	岩心箱照片

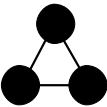
BH - 3 取樣深度0.0 m~4.0 m	BH - 3 取樣深度4.0 m~8.0 m	
		
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查
	工作項目：	岩心箱照片

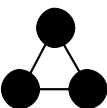
BH - 3 取樣深度8.0 m~12.0 m		BH - 3 取樣深度12.0 m~16.0 m	
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

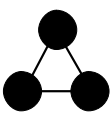
BH - 3 取樣深度16.0 m~20.0 m		BH - 3 取樣深度20.0 m~24.0 m	
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

BH - 3 取樣深度24.0 m~28.0 m		BH - 3 取樣深度28.0 m~30.0 m	
			
 三力 技術工程顧問股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

BH - 4 取樣深度0.0 m~4.0 m		BH - 4 取樣深度4.0 m~8.0 m	
			
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd		計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查
		工作項目：	岩心箱照片

BH - 4 取樣深度8.0 m~12.0 m	BH - 4 取樣深度12.0 m~16.0 m	
		
 三力 技術工程顧問 股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查
	工作項目：	岩心箱照片

BH - 4 取樣深度16.0 m~20.0 m		BH - 4 取樣深度20.0 m~24.0 m	
			
 三力 技術工程顧問股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	

BH - 4 取樣深度24.0 m~28.0 m		BH - 4 取樣深度28.0 m~30.0 m	
			
 三力 技術工程顧問股份有限公司 Trinity Foundation Engineering Consultants Co., Ltd	計劃名稱：	衛生福利部食品藥物管理署 - 食品藥物試驗大樓暨教育訓練大樓地質調查	
	工作項目：	岩心箱照片	