工程編號：B112088

台北市北投區桃源段一小段693地號
地基調查報告書

開泰工程有限公司

地 址：台北市安和路二段10巷6號1樓

電 話：(02)2755－2290

傳 真：(02)2706－0356

中 華 民 國 112 年 08 月

目　錄

第一章 前　言 1
第二章 基地工程地質調查工作執行 2
2.1 地質敏感區查詢 2
2.2 基地概況 3
2.3 工作數量 4
2.4 現場鑽探及取樣 5
2.5 現地試驗 6
2.6 地下水位觀測井或水壓計安裝與量測 6
2.7 試驗室試驗 6
第三章 基地地質概況與地層工程特性 12
3.1 基地地層工程特性 12
3.2 地下水位概況 17
第四章 土壤液化潛能分析 18
4.1 液化潛勢機制與分析說明 18
4.2 土壤液化潛能評估 18
4.3 液化潛能分析結果 20
4.4 液化損害評估 24
第五章 基礎型式分析 25
5.1 基礎型式之選擇 25
5.2 基礎上浮現象檢核 25
5.3 基礎承載力分析 26
5.4 基礎沉陷量分析 27
5.5 地盤改良初步評估建議 29
第六章 開挖擋土與安全措施建議 31
6.1 開挖擋土設施建議 31
6.2 側向土壓力分析 32
6.3 開挖穩定分析 35
6.4 安全監測建議 39
第七章 結論與建議 40

圖目錄

圖2-1.地質敏感區查詢結果 2
圖2-2.現場鑽探孔位配置圖 3
圖3-1.地質剖面圖 14
圖4-1.雙曲線函數法(HBF，2012)液化評估分析流程 19
圖6-1.擋土設施側壓力圖 34
圖6-2.建議貫入深度側向土壓力分析圖 36
圖6-3.建議(地改後)貫入深度側向土壓力分析圖 38

表目錄

表2-1.工作數量統計表 4
表2-2.土壤無圍壓縮試驗結果表 9
表2-3.土壤三軸UUU壓縮試驗結果表 10
表2-4.土壤三軸CIU壓縮試驗結果表 10
表2-5.土壤單向度壓密試驗結果表 11
表3-1.設計用土層簡化剖面及建議參數 15
表3-2.黏性土壤C值與N值之近似關係對照表 16
表3-3.砂之相對密度、內摩擦角與N值關係表 16
表3-4.地下水位觀測記錄表 17
表4-1.震時地表水平加速分析表 20
表4-2.各鑽孔位置之液化潛能分析判斷 21
表4-3.液化潛勢分析結果(設計地震A_{des} =0.30g) 21
表4-4.液化潛勢分析計算表，鑽孔B-1 22
表4-5.液化潛勢分析計算表，鑽孔B-2 23
表5-1.容許沉陷量 27
表5-2.沉陷量分析說明 27
表5-3.地盤改良評估分析表 30
表6-1.開挖擋土工法優缺點比較表 31

表6-2.擋土牆貫入深度(內擠)分析及評估建議表 36
表6-3.基礎開挖面穩定分析及評估建議表 37
表6-4.開挖之監測項目及儀器 39
表6-5.地下水之祛水工法建議 39

附　錄

附錄 A .....地質鑽探柱狀圖
附錄 B ..... 土壤一般物理性質試驗結果
附錄 C .....土壤力學試驗結果
附錄 D .....岩心箱與現場施工照片

台北市北投區桃源段一小段693地號
地基調查報告書

第一章 前　言

本基地座落於「台北市北投區桃源段一小段693地號」土地，為瞭解本基地之工程地質情形，以為爾後設計及施工之依據及參考，故委託開泰工程有限公司（以下簡稱本公司）辦理地質鑽探調查分析工作。本公司接受委託後於112年06月25日至同年06月29日進行鑽孔取樣工作，現場工作完成隨即進行試驗室試驗與相關大地工程分析作業，茲已完成全部工作，爰提出本工作報告。

委託工作之服務內容包括下列各項：

(一)工程地質調查

1.現場鑽探取樣與試驗。

2.水位觀測井之安裝與量測。

3.試驗室試驗。

(二)大地工程分析與建議工作

1.地層工程特性研析及工程設計參數建議。

2.地下水位分佈。

3.液化潛能評估。

4.基礎工程分析與建議。

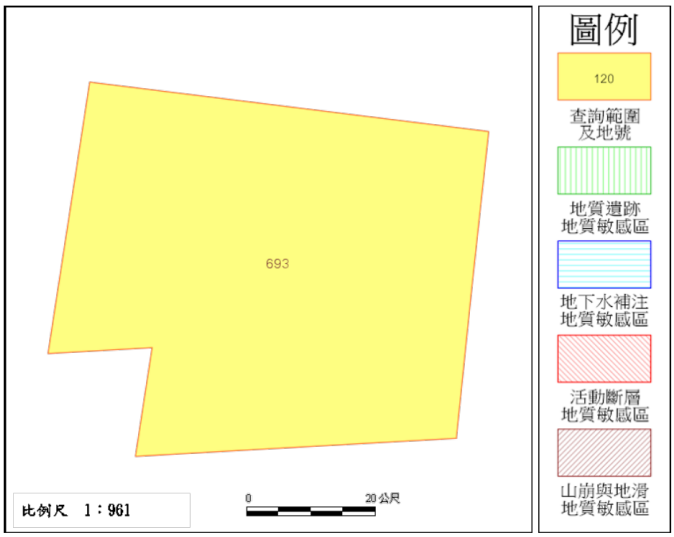
第二章 基地工程地質調查工作執行

2.1 地質敏感區查詢

依經濟部中央地質調查所地質敏感區查詢系統查詢結果，本基地未位於公告之地質敏感區內，如圖 2-1 所示。

地質敏感區線上查詢系統查詢結果

查詢列印檢查碼：CA12383E84D04AB95AF97F164218C79649F29A79
查詢時間： 中華民國112年07月04日 13:55:47
查詢地號： 臺北市北投區桃源段一小段693號
查驗網址：
https://gis2.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys_2014b/check_code.cfm
查詢範圍如下圖：



查詢結果：
□是(□全部 □部分) ■否 位於公告之地質敏感區內
地質敏感區種類： 無

**********查詢結果列印完畢**********

註： 一、 本查詢結果地籍資料使用內政部國土測繪中心 109年12月 提供之地籍圖電子檔調整組合而成。
二、 本查詢結果所載查詢範圍位置之正確性，應由查詢者自行舉證。 如地籍位置有疑義，應以各縣市地政事務所核發之謄本，以及各縣市政府（地質法主管機關）地質敏感區列表清冊為準。
三、 本查詢結果為經濟部中央地質調查所網路線上製發。

圖 2-1.地質敏感區查詢結果

2.2 基地概況

本工址位於台北市北投區稻香里新興路 151 號旁，基地北側為新興公園，東側隔影視音產業專用區臨中央北路二段 350 巷，西側臨新興路，南側隔 8F/B1 及 13F/B2 鄰房鄰近中央北路二段，現場鑽探孔位配置如圖 2-2 所示。

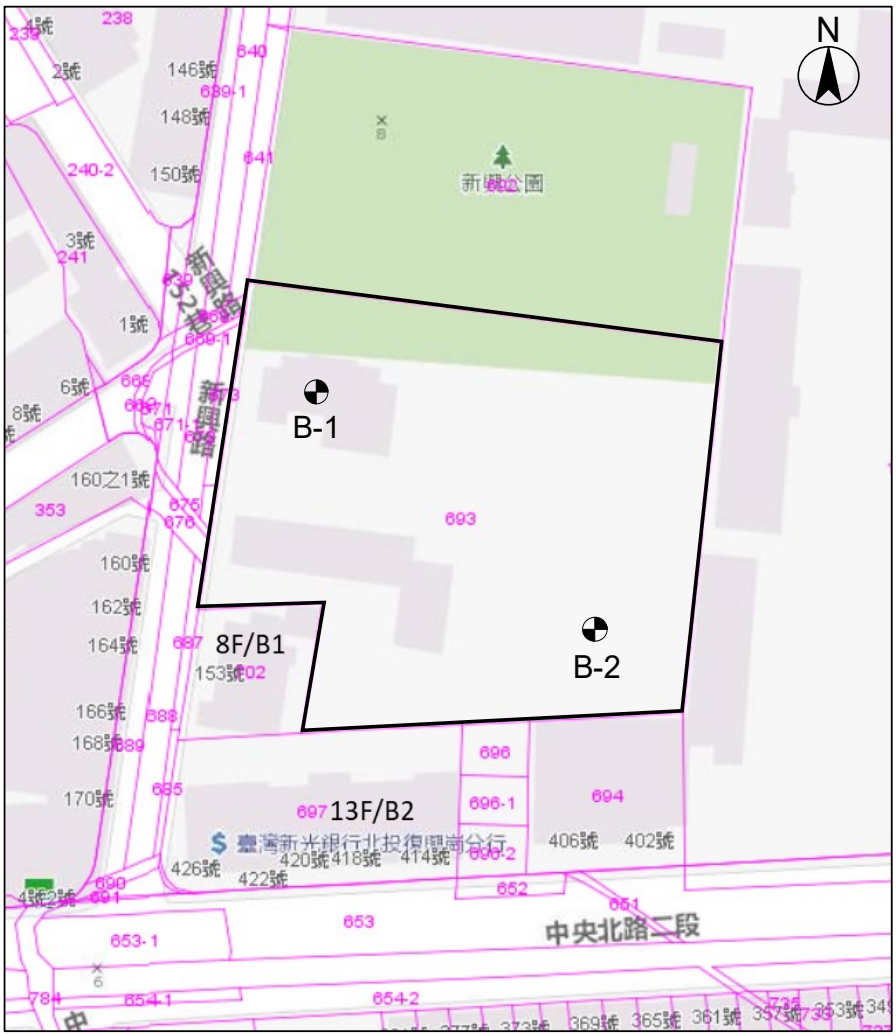


圖 2-2.現場鑽探孔位配置圖

2.3 工作數量

本基地佈設鑽孔數共計 2 孔，鑽孔深度為 30M×2 孔，總鑽探深度為 60 公尺。詳細之工作項目及數量如表 2-1 所示。

表 2-1.工作數量統計表

孔號 / 工作項目	B-1	B-2	合 計
回填層鑽探(M)	0.8	0.5	1.3
一般土層鑽探(M)	23.4	23.2	46.6
岩塊層鑽探(M)	5.8	6.3	12.1
總鑽探深度(M)	30.0	30.0	60.0
S P T(組)	20	20	40
劈管取樣(組)	16	15	31
3"φ 薄管取樣(支)	2	2	4
土壤一般物理試驗(組)	16	15	31
土壤無圍壓縮試驗(組)	0	1	1
土壤三軸 UUU 試驗(組)	1	0	1
土壤三軸 CIU 試驗(組)	1	0	1
土壤單向度壓密試驗(組)	0	1	1
岩心箱(箱)	1	2	3
觀測井(孔)	1	0	1

2.4 現場鑽探及取樣

各鑽孔皆採用 KH-2L(NX-type)旋轉式油壓鑽機進行垂直鑽探工作。一般土層及卵礫石層鑽探視地層及水位變化之需要分別於地下水位以上使用旋轉乾鑽，地下水位以下以水沖法或衝擊法進行鑽探，岩層則採用旋鑽。另視現場地層需要，使用適當尺寸之套管保護孔壁，使其不致崩坍。現場鑽探與取樣之各項工作成果詳附錄 A 鑽孔地質柱狀圖，各項工作內容詳如後述：

2.4.1 一般土層與卵礫石層鑽探

鑽探工作之進行均遵照 ASTM 標準程序進行。本工程採用水沖法施鑽，並於鑽探時細心觀察迴水顏色、質地、水量之變化，再配合劈管樣品研判地層層次變化之深度及各分層厚度。鑽探過程中於地表面下每隔 1.5 公尺或土層變化處進行標準貫入試驗（ASTM D1586 標準），並以分裂式劈管採取代表性之土樣，於適當地層並以 3”Ø 薄管採取不擾動土樣。取得之土壤樣品經標識密封後，送至試驗室進行各種試驗。

2.4.2 岩層鑽探

鑽至岩層後，以鋼索式雙套岩心管取樣管配合金屬鑽頭鑽取岩心。所取得之岩心樣品於現場量測 RQD 值並作適當整理後，依序排列放於岩心箱內拍照存檔，以供後續地層研判之用。

2.4.3 劈管取樣

鑽探過程中每 1.50 公尺或地層變化處進行標準貫入試驗，同以縱向分裂式劈管取得擾動土樣，除作為土壤層次判別外，將樣品送至試驗室進行土壤一般物理性質試驗，取得土壤單位重、含水量、液塑性、比重、粒徑分布及孔隙比等物理性質，同時依據美國材料試驗學會標準之統一土壤分類法進行分類，以瞭解土層之基本工程特性。

2.4.4 薄管取樣

薄管取樣依 ASTM D1587-83 之規定辦理，於土層中適當之深度採用直徑 3"ϕ薄管以靜壓方式取得不擾動土樣，並進行必要之土壤力學試驗，以求得土壤相關之強度參數。本次共計取得 4 支 3"ϕ薄管土樣。

2.5 現地試驗

鑽探過程進行劈管取樣之同時施作標準貫入試驗。藉由標準貫入試驗可得知土層之貫入阻抗，以瞭解土層之堅實或緊密程度，或作為設計參數評估及施工方法選擇之參考。

標準貫入試驗及取樣之縱裂式劈管規格依據美國材料試驗學會(ASTM D1586 標準）之標準辦理。標準貫入試驗之試驗方法係將分裂式劈管取樣器置於鑽孔底部，並以落距 30 英吋(76.2 公分)之自由落距，將 140 磅(63.5 公斤)之落錘槌擊，使貫入土層 18 英吋(45.72 公分)，每貫入 6 英吋記錄其鎚擊數，其中 6 至 18 英吋(15.24~45.72 公分)貫入過程之打擊數合即為標準貫入 N 值。

2.6 地下水位觀測井或水壓計安裝與量測

地下水位高低及地下水壓之大小對基礎設計、開挖分析及工程施工等均相當重要。因此，除於各鑽孔過程中及鑽孔完成 24 小時後，利用裸孔進行地下水位觀測外，同時於 B-1 鑽孔埋設水位觀測井。

2.7 試驗室試驗

現場鑽探取得之劈管與薄管土樣，在現場密封裝箱後，送至本公司及中聯工程顧問股份有限公司土壤試驗室進行土壤一般物理性質試驗及工程性質試驗。一般物理性質試驗之目的在瞭解土壤各項指數特性，便於將土壤加以分類，透過分類可得知土層之

基本工程性質。工程性質包括強度及變形性之探討。茲將各項試驗內容說明如后：

一、土壤物理性質試驗

土壤物理性質試驗須包括含水量試驗、單位重試驗、阿太堡限度試驗、比重試驗、顆粒粒徑分布試驗及相對密度試驗等。本次試驗成果參見附錄 B。

1.含水量試驗：

含水量試驗之目的為求取土壤含水量。試驗過程參考 CNS 5091、ASTM D2216 或 BS 1377 等標準進行試驗，係依土樣顆粒大小選定土樣重量，並將土樣至於 105℃恆溫烘箱內 24 小時後，比較前後土樣重量差異求得含水量。試驗成果應用於飽和度、壓密指數及乾單位重之估算。

2.單位重試驗：

單位重試驗之目的為求取土壤濕單位重及乾單位重。試驗過程參考 CNS 5091 或 ASTM D2216 等標準進行試驗，係直接量取試驗土樣之重量及體積求之。試驗獲得之單位重係用以計算覆土應力。

3.阿太堡限度試驗：

阿太堡試驗之目的為求取土壤液性限度與塑性限度。試驗過程參考 CNS 5087、5088，ASTM D4318 或 BS 1377 等標準進行試驗，係將土樣拌合至適當含水比，塗於液限試驗儀之杯盤上，土樣高度為 1.3 公分，以規定尺寸之槽形工具於杯盤中劃分土樣呈溝槽狀，續以每秒 2 轉之速度搖轉液限試驗儀，至溝槽兩邊土樣相接 1.3 公分為止，紀錄打擊次數，取相接部份土樣求含水量而得液性限度。另將剩下土樣取出一小塊放在毛玻璃上以手掌均勻搓轉成細圓柱狀，直至柱條直徑為 1/8″時恰有龜裂紋路出現，將此土樣求取含水量而得塑性限度。而塑性指數(PI)即為液性限度與塑性限度之差值。試驗結果除作

為土壤分類指標外，亦可輔助判斷黏性土壤之工程特性。

4.比重試驗：

比重試驗之目的為求取土壤乾土顆粒之比重。試驗過程參考 CNS 5090、ASTM D854 或 BS 1377 等標準進行試驗，測定比重之土樣均為過#10 篩網之烘乾土樣，土樣重量 50 公克，試驗時將土樣置入 250 毫升之比重瓶內，加水至瓶內半滿後，將比重瓶放置在加熱器上煮沸 10 至 15 分鐘後，加入另煮之沸水至瓶口。18 小時之後吸出 250 毫升刻劃以上之水，擦拭比重瓶後秤重，並量測比重瓶內之溫度。試驗成果用於孔隙比及飽和度之估算。

5.顆粒分析試驗：

顆粒分析試驗包括比重計分析與篩分析試驗，試驗目的為求取土壤顆粒粒徑分布曲線。試驗過程參考 CNS 11766、ASTM D421-58、D422-63 或 BS 1377 等標準進行試驗，試驗時取烘乾土樣 50 公克，置於矽酸鈉(SODIUM SILICATE)溶液中 24 小時後再以電動攪拌機攪拌之，再將攪拌後之試液洗入 1000C.C.沉降筒中並於不同歷時量取比重計之讀數，經 24 小時後倒入#200 篩內，洗去小於#200 篩之土壤顆粒，剩餘土壤顆粒經烘乾後置於篩網上進行篩分析試驗。試驗結果用於土壤分類判定外，可作為濾層設計之依據。

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：

$$e = \left(\frac{1+W}{\gamma_t} \cdot G_s \cdot \gamma_w \right) - 1$$

式中　e= 孔隙比

γ_t= 單位重，t/m^3

W= 含水量，%

Gs= 土粒之比重

γ_w= 水之單位重，t/m^3

7.土壤分類：

土壤分類係參照美國材料試驗學會標準(ASTM D2487)之統一土壤分類法(U.S.C.S)進行分類。

二、工程性質試驗

1.無圍壓縮試驗

無圍壓縮試驗之目的在求取黏性土壤之無圍抗壓強度及靈敏度，提供土壤之凝聚力 c 值。本項試驗試體之直徑與高度比為 1:2，將試體置於壓縮機平台上，以 0.5%~2%／分鐘之速率加壓，以荷重計(Load Cell)量測試驗之軸向應力，直至試體破壞或軸向變形達 15%時為止，並記錄試體破壞後模式。試驗步驟依(ASTM.D2166-00)之規定進行。試驗結果如表 2-2 及附錄 C.所示。

表 2-2.土壤無圍壓縮試驗結果表

孔號	樣號	深度 (m)	ε_f (%)	q_u (kg/cm^2)	Soil Type
B-2	T-1	7.80-8.55	10.96	0.51	CH

2.三軸 UUU 壓縮試驗

試驗目的為求取飽和黏性土壤之總應力強度參數 c 及 ϕ 值。本項試驗之土樣取自 3”Ø 薄管，以鋼絲修裁成一直徑與高度比為 1:2 之試驗，置於三軸室之基座上，試體上下置以不透水之壓克力板，外面再套以不透水之橡皮膜，完成後置三軸室於壓力機上，關閉排水閥，並施加室壓力於三軸室至所需之圍壓，隨即以約每分鐘 1%之速率加壓，以壓力環量測試體所受之荷重，並以測微錶量測試體之軸向變形，於每一定之軸向變形量記取壓力環之讀數，試驗完成後，量測試驗後試體之含水量。試驗步驟依(ASTM.D2850-95)之規定進行。試驗結果如表 2-3 及附錄 C.所示。

表 2-3.土壤三軸 UUU 壓縮試驗結果表

孔號	樣號	深度 (m)	c (kg/cm²)	ϕ (°)	Soil Type
B-1	T-2	18.30-19.05	0.41	0.8	CH

3.三軸 CIU 壓縮試驗

試驗目的為求取土壤之總應力強度、有效應力強度之參數 c、ϕ 及 c'、ϕ'值。本項試驗之土樣取自 3"Ø 薄管，以鋼絲修裁一直徑與高度比為 1:2 之試體，置於三軸室之基座上，上下置以濾紙及飽和之透水石，外面再套以不透水之橡皮薄膜，欲使試體飽和先以每分鐘增加 0.07kg/cm^2 之壓力施加於三軸室室壓(Cell Pressure)及反水壓力(Back Pressure)達 2.00 或 4.00 kg/cm^2 時為止，並使三軸室室壓力大於反水壓力約 0.05~0.10 kg/cm^2，以避免試體因吸水而過量膨脹。試體飽和後，施加壓力於三軸室至所需之圍壓(Confining Pressure)令其壓密，壓密時間一般約需 2~4 小時，待壓密完成後繪製時間與體積變化圖，求得試驗破壞時間及加壓速度，置三軸室於壓力機上進行加壓，以壓力環(Proving Ring)量測試體所受之荷重，測微錶量測試體之軸向變形，電子式孔隙水壓儀量測試體內之孔隙水壓。試驗步驟依(ASTM.D4767-02)之規定進行。試驗結果如表 2-4 及附錄 C.所示。

表 2-4.土壤三軸 CIU 壓縮試驗結果表

孔號	樣號	深度 (m)	c (kg/cm²)	ϕ (°)	c' (kg/cm²)	ϕ' (°)	Soil Type
B-1	T-1	6.30-7.05	0.11	20.2	0.08	27.7	CH

4.單向度壓密試驗

單向度壓密試驗目的為求取土壤壓縮性常數，如壓縮指數、再壓縮指數、前期最大荷重、估計土層受荷重之沉陷量及時間等。本試驗使用定環式壓密儀，加壓架採用平衡槓桿式，荷重採用標準重量鐵塊，土樣係取自三吋薄管之原狀土樣，以

鋼絲修裁一直徑約 6.35 公分，厚度約 2.0 公分之試體，置於壓密儀中，上下置放濾紙及飽和之透水石，試驗時先施加接觸壓力 0.03kg/cm^2，並盡快施加第一階壓力後即加水飽和，加壓荷重採用階梯式加壓方法，加壓後試體之壓縮量是以電子變位計度量之，試體之壓縮量測至次要壓縮部份為一直線段，通常約為 2~3 小時，即可繼續施加下一階壓力，加壓及解壓階段的設定是以土樣深度及現地情況決定之。試驗步驟依(ASTM.D2435-03)之規定進行。試驗結果如表 2-5 及附錄 C. 所示。

表 2-5.土壤單向度壓密試驗結果表

孔號	樣號	深度 (m)	預壓密應力 σ'_p (kg/cm^2)	C_c	C_r	Soil Type
B-2	T-2	15.30-16.05	2.323	0.342	0.041	CH

第三章 基地地質概況與地層工程特性

3.1 基地地層工程特性

根據現場鑽孔調查，現地試驗與實驗室試驗結果，整理繪製地質剖面圖如圖 3-1 所示。經整理分析後，本基地地層可分成五個主要次層。各地層之工程特性參數表列如表 3-1，地層分佈與工程特性簡述如下：

1.粉土質砂夾礫石層

本層為包含覆蓋於地表約 0.5~0.8 公尺厚的回填土(礫石夾砂土、磚塊、混凝土等)，及回填層以下的粉土質砂夾礫石層，層底分布深度為地表下 2.5~2.8 公尺。

本層 SPT-N 值為 2，依試驗結果，濕單位重為 1.94~1.96 t/m^3，含水量為 22.4~25.8 %，平均孔隙比 e=0.70，按統一土壤分類法分類結果為 SM。

2.高塑性砂質黏土層

本層層底分布深度為地表下 11.3 公尺，由灰色高塑性砂質黏土組成。本層 SPT-N 值分布在 1~3，依試驗結果，濕單位重為 1.69~1.92 t/m^3，含水量為 30.4~47.1 %，平均液性限度 LL=54，平均塑性指數 PI=33，平均孔隙比 e=1.04，按統一土壤分類法分類結果為 CH。

3.粉土質黏土層

本層層底分布深度為地表下 20.7~21.0 公尺，由灰色粉土質黏土偶夾薄層細砂組成。本層 SPT-N 值分布在 2~7，依試驗結果，濕單位重為 1.64~1.90 t/m^3，含水量為 32.8~45.6 %，平均液性限度 LL=45，平均塑性指數 PI=21，平均孔隙比 e=1.15，按統一土壤分類法分類結果為 CL。

4.粉土質砂層

本層層底分布深度為地表下 23.7~24.2 公尺，由灰色粉土

質細砂組成。本層 SPT-N 值分布在 10~31，依試驗結果，濕單位重為 1.92~2.06 t/m^3，含水量為 21.3~29.4 %，平均孔隙比 e=0.68，按統一土壤分類法分類結果為 SM，ML。

5.岩塊夾砂土層

分布深度約地表面下 23.7~24.2 公尺以下至鑽探最大深度 30 公尺，由岩塊、岩屑夾砂土構成，本層 SPT-N 值分布>50，無取得樣品進行試驗。

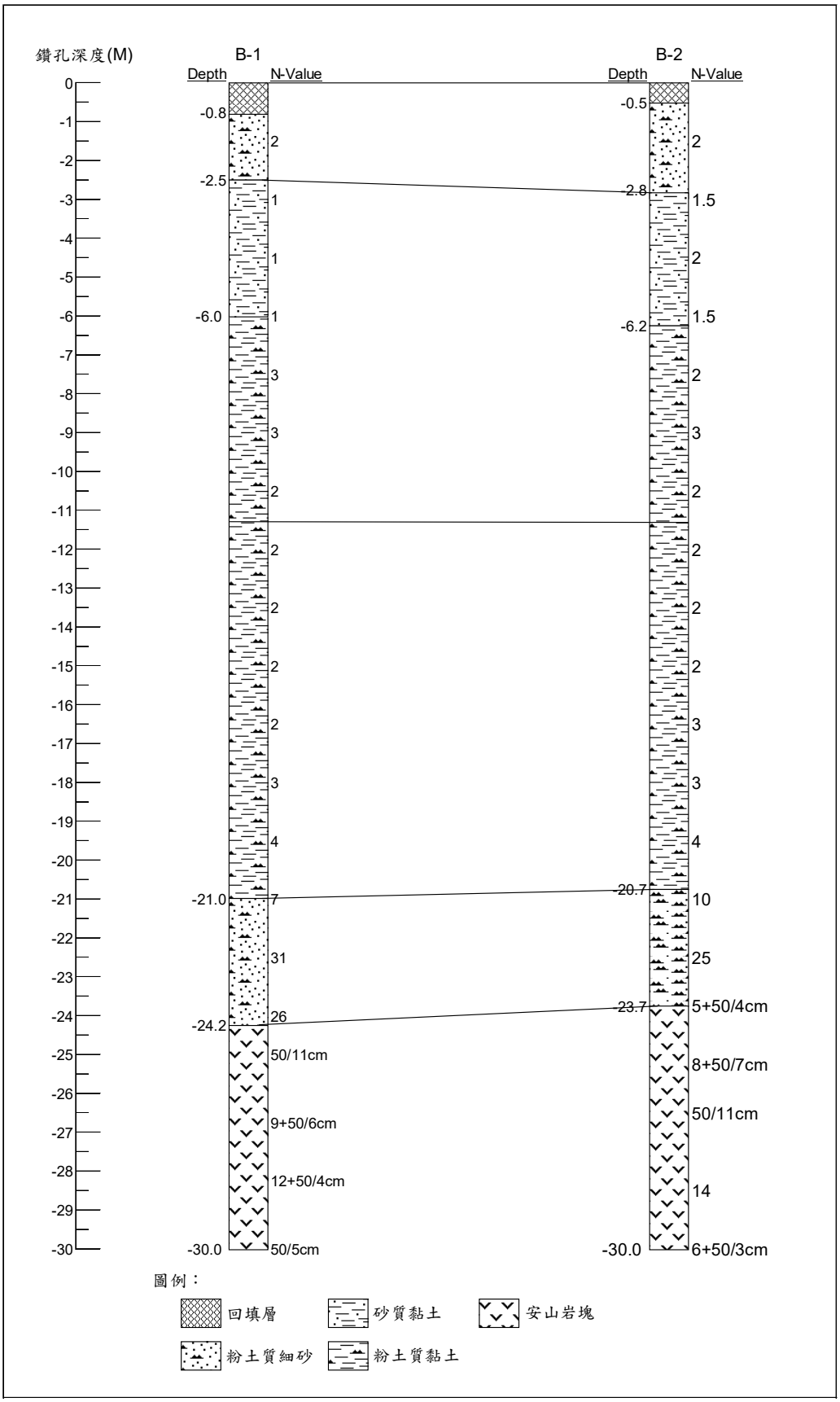

鑽孔深度(M)
B-1
Depth
N-Value
B-2
Depth
N-Value
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-9
-10
-11
-12
-13
-14
-15
-16
-17
-18
-19
-20
-21
-22
-23
-24
-25
-26
-27
-28
-29
-30
-0.8
2
-2.5
1
1
-6.0
1
3
3
2
2
2
2
2
3
4
-21.0
7
31
26
-24.2
50/11cm
9+50/6cm
12+50/4cm
-30.0
50/5cm
-0.5
2
-2.8
1.5
2
-6.2
1.5
2
3
2
2
2
2
3
3
4
-20.7
10
25
-23.7
5+50/4cm
8+50/7cm
50/11cm
14
-30.0
6+50/3cm
圖例：
回填層
砂質黏土
安山岩塊
粉土質細砂
粉土質黏土

圖 3-1.地質剖面圖

表 3-1.設計用土層簡化剖面及建議參數

平均深度	地層描述 (uscs)	SPT-N (N_{AVG})	γ_t (t/m^3)	ω (%)	e	LL / PI	C_c / C_s	S_u (t/m^2)	c' (t/m^2)	ϕ' (Deg.)	K_v / K_h (tf/m^3)
2.7	粉土質砂夾礫石 (SM)	2	1.95	24	0.70	-	-	-	0*	30*	600* / 600*
5.4 8.2 11.3	高塑性粉土質黏土 (CH)	1~3 (2)	1.83	37	1.04	54 / 33	0.396* / 0.04*	2.0* 2.55 3.0*	0.08	28	600* / 600*
14.5 17.7 20.9	粉土質黏土 (CL)	2~7 (3)	1.79	41	1.15	45 / 21	0.342 / 0.04	3.5* 4.1 4.6*	0.08	28	900* / 750*
24.0	粉土質砂 (SM)	10~31 (23)	1.97	24	0.68	-	-	-	0*	30*	6900* / 2450*
30.0	岩塊夾砂土 (GP)	>50	2.10*	-	-	-	-	-	0*	33*	10000* / 3400*

說明：1.“ * ”表建議值。SPT-N：標準貫入試驗打擊數；ω：含水量；γ_t：單位重；c'：凝聚力；ϕ'：摩擦角；C_c：壓縮指數；C_s：再壓(回脹)指數；S_u：不排水剪力強度；K_h：水平土壤反力係數；K_v；垂直土壤反力係數。

2.壓縮指數 C_c、回脹指數 C_s，引用自歐章煜(2018)，基礎開挖工程實務，科技圖書，pp.14-15：
C_c=0.009(LL-10)，Terzaghi and Peck(1967)；C_s/C_c = 0.05~0.1

3.黏土層之不排水剪力強度參數 S_u，參照表 3-2。

4.砂土層之之力學參數，參照表 3-3。

5.垂直地盤反力係數 K_v，引用自謝旭昇等人(1996)“論筏基設計用地盤反力係數”，地工技術 53 期，pp.45-54，K_v=150~300N tf/m^3(N：SPT-N)。

6.水平地盤反力係數 K_h，引用自趙基盛、陳福勝(1983)“臺北盆地地層水平地盤反力係數推估公式之選擇”，地工技術 2 期，pp.45-54。
砂土層：福岡、宇都 K_h=0.691N$^{0.406}$×1000 tf/m^3。
黏土層：赤井、高橋公式 K_h=0.502N$^{0.37}$×1000 tf/m^3。

表 3-2.黏性土壤 C 值與 N 值之近似關係對照表

N 值	黏土種類	無圍強度*	黏土之 C 值		
		q_u KN/m^2	KN/m^2	kgf/cm^2	tf/m^2
< 2	極軟弱	0～24	-----	-----	-----
2～4	軟弱	24～48	12～24	0.12～0.24	1.2～2.4
4～8	中等	48～96	24～48	0.24～0.49	2.4～4.9
8～15	硬實	96～192	48～96	0.49～0.98	4.9～9.8
15～30	極硬實	192～383	96～190	0.98～1.94	9.8～19.4
> 30	堅硬	＞383	＞190	＞1.94	＞19.4

房性中(1998)，標準貫入試驗 N 值應用的比較與探討，文笙書局，再版，p.6-7

表 3-3.砂之相對密度、內摩擦角與 N 值關係表

N 值	相對密度(Relative Density) Dr (%)		內摩擦角ϕ		靜性錐形承載力 q_u (kgf / cm^2)
			Peck	Meyerhof	Meyerhof
< 4	極鬆散(very loose)	< 20	< 28.5°	< 30°	< 20
4~10	鬆散(loose)	20～40	28.5°～30°	30°～35°	20～40
10~30	中級(medium)	40～60	30°～36°	35°～40°	40～120
30~50	緊密(dense)	60～80	36°～41°	40°～45°	120～200
> 50	極緊密(very dense)	80～100	> 41°	> 45°	> 200

房性中(1998)，標準貫入試驗 N 值應用的比較與探討，文笙書局，再版，p.6-10
潘國樑(2013)，工程地質通論，五南圖書出版公司，第二版，

3.2 地下水位概況

根據調查期間量測之結果，量得地下水位分布在地表下 0.89~1.40 公尺範圍，觀測紀錄如表 3-4 所示。建議設計之常時地下水位訂於地表下 1.0 公尺處；暴雨之短期地下水位訂於地表處。

表 3-4.地下水位觀測記錄表

埋設種類		觀測井
埋設深度(m)		12.00
鑽孔編號		B-1
安裝日期		112.06.27
觀測日期	天氣	水位深度(GL.-M)
112.06.28	晴/雨	0.92
112.06.29	晴	0.94
112.07.02	晴	0.89
112.07.10	晴	1.20
112.07.14	晴	1.40

第四章 土壤液化潛能分析

4.1 液化潛勢機制與分析說明

土壤液化現象乃係地震或其他動力反覆作用於土壤，而使土壤顆粒結構重新調整，同時因瞬間排水緩慢，導致土壤內孔隙水壓的迅速上升，此上升的孔隙水壓降低了土壤的有效應力，更甚者將抵消全部的有效應力，而使土壤降低了承受荷重的能力或呈液性型態。

本章之土層液化分析，依據「建築物耐震設計規範及解說(111 年版)」之第二章、第十一章內容，及「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」之第十章內容進行評估與分析。

4.2 土壤液化潛能評估

按本工址鑽孔調查結果，及依據最新公布「建築物耐震設計規範及解說(111 年版)」之液化潛能分析參數訂定與分析，如下說明：

1. 一般區域、近斷層區域之震區短週期水平譜加速度係數：設計考量 S^D_S、最大考量 S^M_S，依規範 2.3 節、2.4 節訂之。
   在規範 2.4 節中，近斷層區域之 S^D_S、S^M_S 以工址至斷層之距離線性內插方式求出，並在工址鄰近超過一條以上之活動斷層時，應分別計算 S^D_S、S^M_S，及取最大值。

2. 工址短週期水平譜加速度係數，設計考量 S_{DS}、最大考量 S_{MS}，詳規範 2.5 節訂之。
   a. 臺北盆地以外地區，需考量平均剪力波速(V_{S30})及依計算式：$S_{MS}=F_a \cdot S^M_S$，$S_{DS}= F_a \cdot S^D_S$。
      放大係數：F_a，依規範 2.5 節，表 2-4(a))選取。
   b. 由工址地表面下 30 公尺或依鑽探之土層深度範圍，計算土層平均剪力波速(V_{S30})以決定地盤分類。

3. 依據本案工址之土層分布，分析與建立震時參數。

4. 依據規範之 11.1.3 節內容中的雙曲線函數法(HBF，2012)進行液化評估與檢核判定，如圖 4-1 所示；按各鑽孔各別分析。

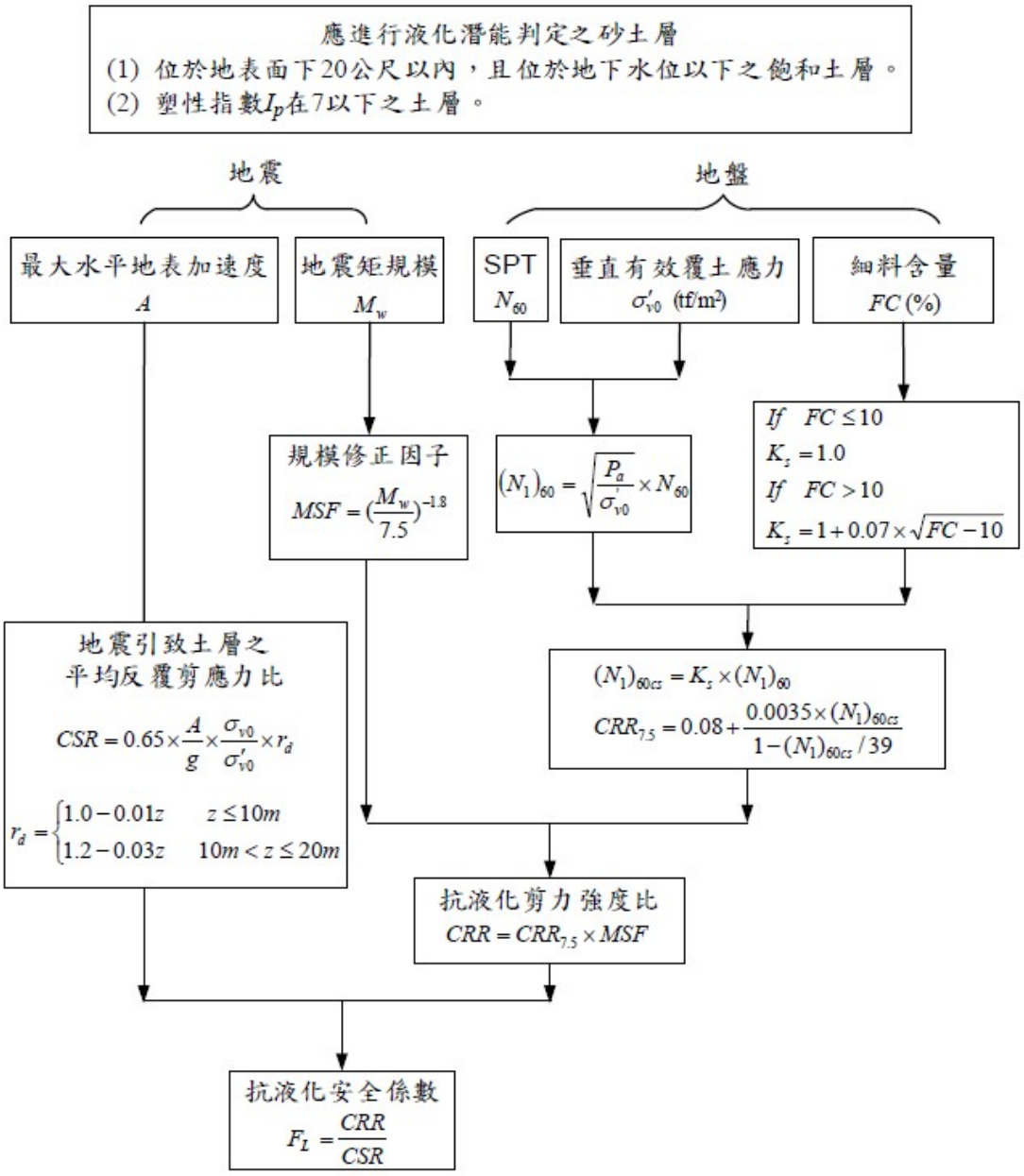


圖 4-1.雙曲線函數法(HBF，2012)液化評估分析流程

5. 液化地層土壤參數折減，依「建築物耐震設計規範及解說(111 年版)」之 11.1.4 節及「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」之 10.5 節等內容，建立折減係數 D_E 值。

6. 各鑽孔位置之液化之判定，依「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」中 10.4 節內容之 Iwasaki et al.(1982)提出的液化潛

能指數 P_L 判斷液化程度，定義分為三級：

$P_L>15$→嚴重液化；$5 < P_L < 15$→中度液化；$P_L<5$→輕微液化。

定義：$P_L=\int^{20}_{0} F(z)W(z)\,dz$，$P_L$＝0～100

式內，z ＝地盤深度(m)，考慮之深度範圍為 0～20m

F(z)＝抗液化係數，介於 0~1 之間，以下式估計：

$F(z)=1 - F_L$ 若 $F_L > 1$，則 $F(z)=0$

W(z)＝深度權重係數，$w(z) = 10 - 0.5z$

4.3 液化潛能分析結果

本工址位處台北市北投區稻香里新興路 151 號旁，經查詢規範及中央地調所土壤液化潛勢查詢系統網站，屬臺北盆地微分區之台北二區的土壤低液化潛勢區，震時之地層分析相關參數，如表 4-1 所示。

各鑽孔位置之液化潛能分析判斷，如表 4-2 所示，經分析，本案工址地層之抗液化安全係數 F_L 及折減係數 D_E 的分布情形，如表 4-3 所示。(各鑽孔之液化潛勢分析計算，如表 4-4、表 4-5 之所示)

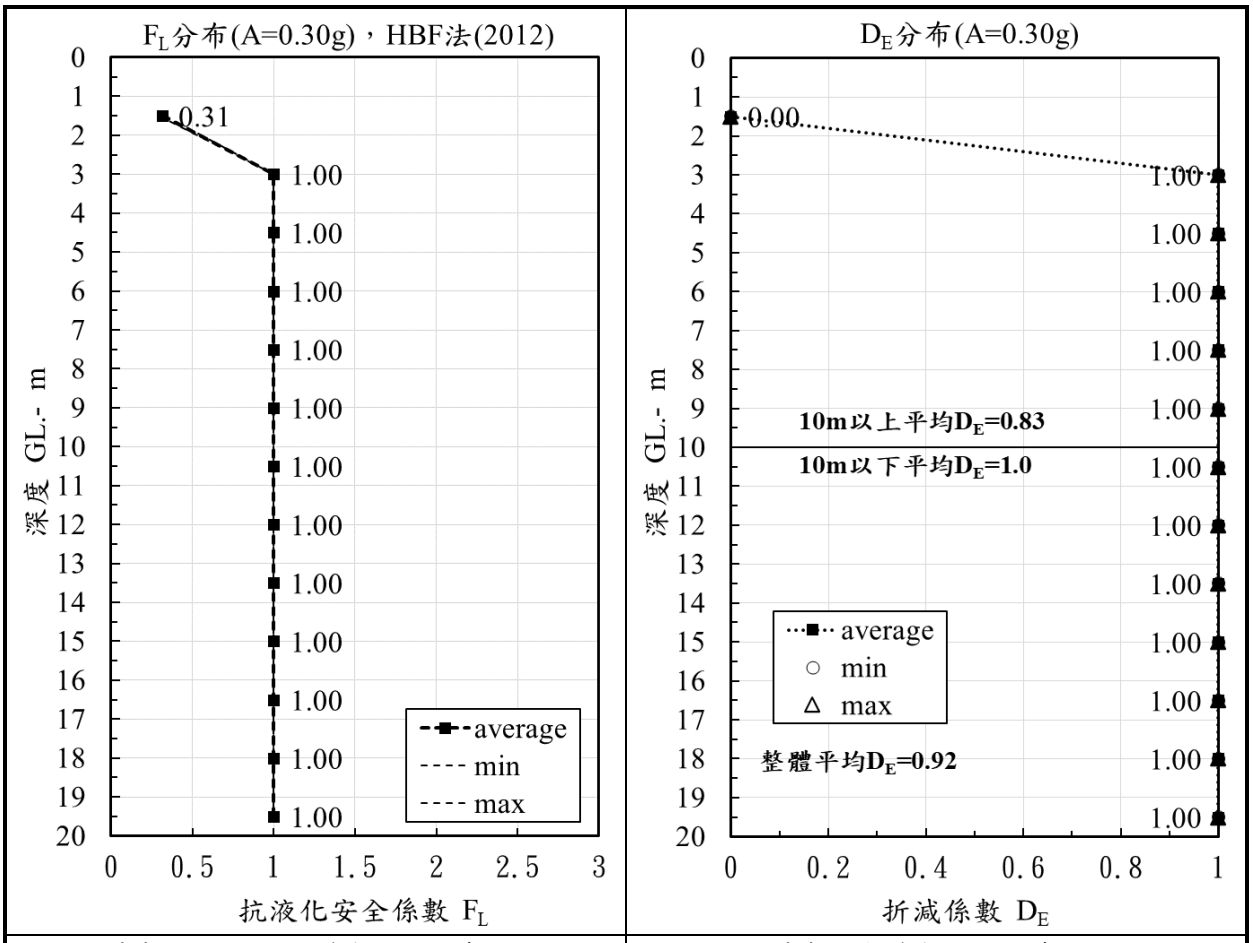
表 4-1.震時地表水平加速分析表

分析與查詢項目	引用參數	說明
用途係數	I=1.25	依規範 2.8 節查表
工址短週期水平譜加速度係數	最大 S_{MS}=0.8 設計 S_{DS}=0.6	臺北盆地，依規範 2.7 節查表
震時地表加速度	A_{max}=0.4 S_{MS} I=0.40 (g) A_{design}=0.4 S_{DS} I=0.30 (g) A_{min}=(A_{design}) I/3.5=0.09 (g)	臺北盆地， 依規範 11.1.3 節分析
依據「建築物耐震設計規範及解說(111 年版)」之第二章(靜力分析方法)、第十一章(其他耐震相關規定)進行分析。		

表 4-2.各鑽孔位置之液化潛能分析判斷

鑽孔 整體液化潛勢	B-1	B-2
最大地震	中度	中度
設計地震	中度	中度
中小地震	無液化	無液化
說明	依表 4-4、表 4-5 液化潛勢分析計算表結果	

表 4-3.液化潛勢分析結果(設計地震 A_{des} =0.30g)



(a)抗液化安全係數 FL 分布圖　　(b)折減係數 DE 分布圖

表 4-4.液化潛勢分析計算表，鑽孔 B-1

液化評估與檢核表
HBF法(2012)

鑽孔：	B-1
地下水位：	0.9 m

1.依據「建築物耐震設計規範及解說(111年版)」之11.1.3節的解說1.HBF法(2012)。
2.參考國研院國家地震工程研究中心大地組開發建置之 SPT-based HBF 液化評估分析程式(V04)紀錄，排除統一土壤分類屬 CH、CL、SC、MH 土壤。
3.抗液化安全係數F_L值大於3.0時，以FL=3.0表示之。

輸入欄															
深度	分類	N_{SPT}	r_m	FC	PI	q_u	分析點	σ_{V0}	σ_{V0}'	N_{60}	$(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60CS}$	$CRR_{7.5}$	K_S	γ_d
m			t/m^3	%		t/m^2	m	t/m^2	t/m^2						
1.5	SM	2	1.96	45	NP	-	0.75	1.47	0.87	2.4	4.1	2.9	0.09	1.4	0.99
3	CH	1	1.85	69.2	32.7	-	2.25	4.16	2.06	1.2	2.0	1.3	0.08	1.5	0.97
4.5	CH	1	1.75	86.1	46.9	-	3.75	6.56	2.96	1.2	2.0	1.3	0.08	1.6	0.96
6	CH	1	1.82	88.8	34.2	-	5.25	9.56	4.46	1.2	1.8	1.1	0.08	1.6	0.94
7.5	CH	3	1.69	95.1	39.5	-	6.75	11.41	4.81	3.6	5.3	3.2	0.09	1.6	0.93
9	CH	3	1.87	86.1	25.3	-	8.25	15.43	7.33	3.6	4.3	2.7	0.09	1.6	0.91
10.5	CH	2	1.82	89.8	31.8	-	9.75	17.75	8.15	2.4	2.7	1.7	0.09	1.6	0.89
12	CH	2	1.85	85.4	36.2	-	11.25	20.81	9.71	2.4	2.5	1.5	0.09	1.6	0.84
13.5	CL	2	1.78	98.2	20.2	-	12.75	22.70	10.10	2.4	2.4	1.5	0.09	1.7	0.80
15	CL	2	1.79	98.4	21.9	-	14.25	25.51	11.41	2.4	2.3	1.4	0.08	1.7	0.75
16.5	CL	2	1.74	98.1	22.3	-	15.75	27.41	11.81	2.4	2.2	1.4	0.08	1.7	0.71
18	CL	3	1.77	99.1	22.6	-	17.25	30.53	13.43	3.6	3.2	1.9	0.09	1.7	0.66
19.5	CL	4	1.83	96.4	13.3	-	18.75	34.31	15.71	4.8	3.9	2.4	0.09	1.7	0.62

B-1	最大地震考量					設計地震考量					中小地震考量				
	Mw= 7.5		水平加速度A= 0.40 g			Mw= 7.3		水平加速度A= 0.30 g			Mw= 7.1		水平加速度A= 0.09 g		
深度	CRR	CSR	F_L	D_E	P_{Li}	CRR	CSR	F_L	D_E	P_{Li}	CRR	CSR	F_L	D_E	P_{Li}
m															
1.5	0.09	0.43	0.21	0	10.96	0.10	0.32	0.29	0	9.79	0.10	0.09	1.08	1	0
3	0.08	0.51	1.00	1	0	0.09	0.38	1.00	1	0	0.09	0.11	1.00	1	0
4.5	0.08	0.55	1.00	1	0	0.09	0.41	1.00	1	0	0.09	0.12	1.00	1	0
6	0.08	0.52	1.00	1	0	0.09	0.39	1.00	1	0	0.09	0.11	1.00	1	0
7.5	0.09	0.57	1.00	1	0	0.10	0.43	1.00	1	0	0.10	0.12	1.00	1	0
9	0.09	0.50	1.00	1	0	0.09	0.37	1.00	1	0	0.10	0.11	1.00	1	0
10.5	0.09	0.50	1.00	1	0	0.09	0.38	1.00	1	0	0.10	0.11	1.00	1	0
12	0.09	0.47	1.00	1	0	0.09	0.35	1.00	1	0	0.09	0.10	1.00	1	0
13.5	0.09	0.46	1.00	1	0	0.09	0.35	1.00	1	0	0.09	0.10	1.00	1	0
15	0.08	0.44	1.00	1	0	0.09	0.33	1.00	1	0	0.09	0.09	1.00	1	0
16.5	0.08	0.43	1.00	1	0	0.09	0.32	1.00	1	0	0.09	0.09	1.00	1	0
18	0.09	0.39	1.00	1	0	0.09	0.29	1.00	1	0	0.10	0.08	1.00	1	0
19.5	0.09	0.35	1.00	1	0	0.09	0.26	1.00	1	0	0.10	0.07	1.00	1	0
液化潛能指數$P_L=\Sigma P_{Li}$=				中度液化	10.96	$P_L=\Sigma P_{Li}$=			中度液化	9.79	$P_L=\Sigma P_{Li}$=			無液化	0.00

折減係數D_E： 係依據「建築物耐震設計規範及解說(111年版)」之11.1.4節的解說2.(b)：……，對評估可能產生液化之土壤，應折減其耐震設計用之土壤參數。此處所指之土壤參數為土壤彈簧模式中之側向地盤反力係數(k_{hl})與側向地盤極限反力(p_{yl})。
D_E的分析，依據規範11.1.4節的解說3.5之表C11-2土壤參數之折減係數D_E(下表)。相關參數則按規範之11.1.3節的解說1.之HBF法(2012)相關說明。

深度	FL	$(N_1)_{60CS}\leq 5$	$5<(N_1)_{60CS}\leq 10$	$10<(N_1)_{60CS}\leq 20$	$20<(N_1)_{60CS}$
≤10 m	≤0.5	0	0	0.05	0.1
	0.5~0.75	0	0.05	0.1	0.2
	0.75~1	0.05	0.1	0.2	0.5
>10 m	≤0.5	0	0.05	0.1	0.2
	0.5~0.75	0.05	0.1	0.2	0.5
	0.75~1	0.1	0.2	0.5	1

表 4-5.液化潛勢分析計算表，鑽孔 B-2

液化評估與檢核表
HBF法(2012)

鑽孔：	B-2
地下水位：	1 m

1.依據「建築物耐震設計規範及解說(111年版)」之11.1.3節的解說1.HBF法(2012)。
2.參考國研院國家地震工程研究中心大地組開發建置之 SPT-based HBF 液化評估分析程式(V04)紀錄，排除統一土壤分類屬 CH、CL、SC、MH 土壤。
3.抗液化安全係數F_L值大於3.0時，以FL=3.0表示之。

輸入欄															
深度	分類	N_{SPT}	r_m	FC	PI	q_u	分析點	σ_{V0}	σ_{V0}'	N_{60}	$(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60CS}$	$CRR_{7.5}$	K_S	γ_d
m			t/m^3	%		t/m^2	m	t/m^2	t/m^2						
1.5	SM	2	1.94	22.9	NP	-	0.75	1.46	0.96	2.4	4.1	3.3	0.09	1.3	0.99
3	CH	1.5	1.87	65.5	36	-	2.25	4.21	2.21	1.8	3.1	2.0	0.09	1.5	0.97
4.5	CH	2	1.89	68.3	39.7	-	3.75	7.09	3.59	2.4	4.1	2.7	0.09	1.5	0.96
6	CH	1.5	1.79	86.7	24.1	-	5.25	9.40	4.40	1.8	2.8	1.7	0.09	1.6	0.94
7.5	CH	2	1.84	78.2	33.5	-	6.75	12.42	5.92	2.4	3.2	2.0	0.09	1.6	0.93
9	SC	3	1.92	49	12.5	-	8.25	15.84	7.84	3.6	4.1	2.9	0.09	1.4	0.91
10.5	CH	2	1.86	93.7	38.7	-	9.75	18.14	8.64	2.4	2.6	1.6	0.09	1.6	0.89
12	CL	2	1.81	95.3	16.7	-	11.25	20.36	9.36	2.4	2.5	1.5	0.09	1.6	0.84
13.5	CL	2	1.89	87	18.3	-	12.75	24.10	11.60	2.4	2.3	1.4	0.09	1.6	0.80
15	CH	2	1.82	98.7	35.6	-	14.25	25.94	11.94	2.4	2.2	1.3	0.08	1.7	0.75
16.5	CL	3	1.64	99.2	24.3	-	15.75	25.83	10.33	3.6	3.6	2.2	0.09	1.7	0.71
18	CL	3	1.79	99.1	21.8	-	17.25	30.88	13.88	3.6	3.1	1.9	0.09	1.7	0.66
19.5	CL	4	1.77	97.7	22.5	-	18.75	33.19	14.69	4.8	4.0	2.4	0.09	1.7	0.62

B-2	最大地震考量					設計地震考量					中小地震考量				
	Mw= 7.5		水平加速度A= 0.40 g			Mw= 7.3		水平加速度A= 0.30 g			Mw= 7.1		水平加速度A= 0.09 g		
深度	CRR	CSR	F_L	D_E	P_{Li}	CRR	CSR	F_L	D_E	P_{Li}	CRR	CSR	F_L	D_E	P_{Li}
m															
1.5	0.09	0.39	0.24	0	10.59	0.10	0.29	0.33	0	9.27	0.10	0.08	1.22	1	0
3	0.09	0.48	1.00	1	0	0.09	0.36	1.00	1	0	0.10	0.10	1.00	1	0
4.5	0.09	0.49	1.00	1	0	0.09	0.37	1.00	1	0	0.10	0.11	1.00	1	0
6	0.09	0.52	1.00	1	0	0.09	0.39	1.00	1	0	0.10	0.11	1.00	1	0
7.5	0.09	0.50	1.00	1	0	0.09	0.38	1.00	1	0	0.10	0.11	1.00	1	0
9	0.09	0.48	1.00	1	0	0.10	0.36	1.00	1	0	0.10	0.10	1.00	1	0
10.5	0.09	0.48	1.00	1	0	0.09	0.36	1.00	1	0	0.09	0.10	1.00	1	0
12	0.09	0.47	1.00	1	0	0.09	0.36	1.00	1	0	0.09	0.10	1.00	1	0
13.5	0.09	0.43	1.00	1	0	0.09	0.32	1.00	1	0	0.09	0.09	1.00	1	0
15	0.08	0.42	1.00	1	0	0.09	0.32	1.00	1	0	0.09	0.09	1.00	1	0
16.5	0.09	0.46	1.00	1	0	0.09	0.34	1.00	1	0	0.10	0.10	1.00	1	0
18	0.09	0.38	1.00	1	0	0.09	0.29	1.00	1	0	0.10	0.08	1.00	1	0
19.5	0.09	0.36	1.00	1	0	0.09	0.27	1.00	1	0	0.10	0.08	1.00	1	0
液化潛能指數$P_L=\Sigma P_{Li}$=				中度液化	10.59	$P_L=\Sigma P_{Li}$=			中度液化	9.27	$P_L=\Sigma P_{Li}$=			無液化	0.00

折減係數D_E： 係依據「建築物耐震設計規範及解說(111年版)」之11.1.4節的解說2.(b)：……，對評估可能產生液化之土壤，應折減其耐震設計用之土壤參數。此處所指之土壤參數為土壤彈簧模式中之側向地盤反力係數(k_{hl})與側向地盤極限反力(p_{yl})。
D_E的分析，依據規範11.1.4節的解說3.5之表C11-2土壤參數之折減係數D_E(下表)。相關參數則按規範之11.1.3節的解說1.之HBF法(2012)相關說明。

深度	FL	$(N_1)_{60CS}\leq 5$	$5<(N_1)_{60CS}\leq 10$	$10<(N_1)_{60CS}\leq 20$	$20<(N_1)_{60CS}$
≤10 m	≤0.5	0	0	0.05	0.1
	0.5~0.75	0	0.05	0.1	0.2
	0.75~1	0.05	0.1	0.2	0.5
>10 m	≤0.5	0	0.05	0.1	0.2
	0.5~0.75	0.05	0.1	0.2	0.5
	0.75~1	0.1	0.2	0.5	1

4.4 液化損害評估

經查詢規範及中央地調所土壤液化潛勢查詢系統網站，本案工址屬臺北盆地微分區之台北二區的土壤低液化潛勢區，在設計地震考量分析有中度液化潛勢情形。

在設計地震考量(A_{des} =0.24 g)時，由表 4-3 之(a)抗液化安全係數 F_L 分布圖顯示，土層僅在地表層屬於液化潛勢土層。由表 4-3 之(b)折減係數 D_E 分布圖，建議整體地層折減係數採平均值 D_E=92。在本案建物基礎地層之震時(短期)承載力，建議採安全係數 F.S.=2。

第五章 基礎型式分析

5.1 基礎型式之選擇

一般在選擇基礎之型式時，需考慮之因素至少應包括下列各點：

1.基礎土壤之安全承載力。

2.基礎總沉陷量與差異沉陷量。

3.基礎受地下水壓作用產生上舉現象之檢核。

4.建築物之勁度要求，施工方法之可行性與基礎之工程費用和工期等因素。

本案於工址擬興建地上七層、地下一層之建物一棟，規劃採筏式基礎型式，基礎開挖深度為6.0公尺，估計建物約有14.9 t/m^{2}之(靜+活)載重。

5.2 基礎上浮現象檢核

依據「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」之 2.6 節對建物基礎之上浮力進行檢討。根據調查期間量得之地下水位，當暴雨期地下水位訂於地表處，基礎底上浮力約有 6.0 t/m^2，估計建物靜載重約為 11.8 t/m^2，此時之抗浮安全係數 F.S.=1.967，大於規範 2.12 節內容所建議之施工階段 F.S.>1.03、完工後 F.S.>1.07 等限制，故建物均無基礎上浮問題；但仍須監控基礎開挖施工階段造成的基礎上舉問題。

5.3 基礎承載力分析

依據「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」之 4.3 節，建議淺基礎之極限支承力公式估算基礎地層之支承力如下：

$Q_{ult}=cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci}+r_2D_fN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi}+0.5r_1BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$

$Q_{all}= (Q_{ult} -r_2D_f)/FS+r_2D_f$

式中 Q_{ult} = 土壤之極限支承力，t/m^2

Q_{all} = 土壤之容許支承力，t/m^2

c = 黏土層之單位凝聚力，t/m^2

r_1= 基礎面以下土壤有效單位重，t/m^3

r_2= 基礎面以上土壤有效單位重，t/m^3

B = 基礎寬度，m

L = 基礎長度，m

D_f = 基礎埋置深度，m

FS=安全係數

支承力因素 N_C、N_q、N_γ

形狀因素 F_{cS} 、F_{qS} 、$F_{\gamma S}$

深度因素 F_{cd} 、F_{qd} 、$F_{\gamma d}$

傾斜因素 F_{ci} 、F_{qi} 、$F_{\gamma i}$

本案於本基地當筏式基礎開挖深度為 6.0 公尺，經計算基礎地層支承力如下說明：

極限狀態(F.S.=1.1)支承力為 25.53 t/m^2，

短期(F.S.=2)容許支承力為 19.09 t/m^2，

常時(F.S.=3)容許支承力為 16.47 t/m^2，

考量震時液化(F.S.=2，D_E=0.92)容許支承力為 18.01 t/m^2。

以上基礎地層支承力均大於建物之基礎淨載重 8.9 t/m^2(扣除上浮力作用)，基礎地層容許承載力無不足之虞。

5.4 基礎沉陷量分析

依據「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」之 4.4 節，一般基礎沉陷量之容許建議值(建築物基礎構造設計規範)，如表 5-1 所示；沉陷量分析說明，如表 5-2 所示。

表 5-1.容許沉陷量

構造物種類	混凝土	鋼筋混凝土		
基礎型式	連續基腳	單柱及聯合基腳	連續基腳	筏式基礎
總沉陷量	4.0	10.0	20.0	30.0

單位=cm

表 5-2.沉陷量分析說明

分析項目	解析說明
黏性土層 壓密沈陷量	計算式：$\Delta H_c=\Delta H_{c(回脹)}+\Delta H_{c(壓縮)}$ $=[H_0 / (1+e_0)] \times [Cr \times \log(\sigma_p' / \sigma_{v0}') + Cc \times \log(\sigma_{v1}' / \sigma_p')]$
	H_0，土層厚度 m
	e_0，黏土層初始孔隙比
	C_c，壓縮指數
	C_r，回脹指數(C_s 再壓縮指數)，正常壓密黏土層時不計。
	σ_p'，土層前期最大壓密壓力 tf/m^2
	σ_{v0}'，原有之有效載重壓力 tf/m^2
	σ_{v1}'，土層於結構加載之壓力增量 tf/m^2，採 Boussinesq(1886)計算
黏性土層 瞬間沈陷量	計算式：Janbu、Bjerrum、and Kjaernsli (1956) $\Delta H_i=(4/3)\ \mu_0\ \mu_1(\Delta q\ B/E)\ (1-u^2)$
	Δq，載重面作用之均佈載重 tf/m^2
	B，載重面寬度 m
	μ_0，影響因子
	μ_1，影響因子
	E ，黏性土之不排水變形模數 tf/m^2
	u，卜松比
非凝聚性土層 瞬時沉陷量	計算式：$\Delta H_i = ((1-u^2)/E)\ \Delta q\ B\ I$
	Δq，載重面作用之均佈載重 tf/m^2
	B，載重面寬度 m
	I，(基礎型狀)影響係數
	E，變形模數 tf/m^2
	u，卜松比

依據　建築物基礎構造設計規範(內政部內營字第 9085629 號，90 年 10 月 1 日)

因建物基礎採用筏式基礎型式，基礎開挖深度為 6.0 公尺，當扣除挖除土方載重之基礎地層沉陷量約有 33.3 / 30.3 公分(中央/角隅)，採用筏式基礎之沉陷量將大於 30 公分，超出規範容許值的限制(表 5-1)；因基礎地層沉陷量過大，建議採用地盤改良作業改善沉陷量過大問題。

5.5 地盤改良初步評估建議

對黏土層之地盤改良之分析評估依據有：(Ⅰ)林宏達等人(2001)“深開挖工程設計與施工實務”(科技圖書股份有限公司，初版二刷)。(Ⅱ)內政部建築研究所協同研究報告(093-30107000G3-016，蕭江碧、廖洪鈞等人，2004)“建築物基礎構造設計規範修訂之研究—地層改良”。(Ⅲ)內政部建研所研究報告(94301070000G3053，歐章煜，2004)“深開挖鄰產保護研究(一)”。依上述之相關內容與文獻彙整：

1. 分析之計算式：$S_{um}=(1-I_r)S_u+\alpha I_r(q_u/2)$；

   S_{um}：改良後土體不排水剪力強度，

   S_u：土體(原)不排水剪力強度，

   I_r：土壤改良率 I_r=(改良體斷面積)/(每支改良體作用面積)，

   α：攪拌樁體折減係數，

   q_u：預估攪拌樁單軸抗壓強度，

2. 依據林宏達等人(2001)“深開挖工程設計與施工實務”(科技圖書股份有限公司，初版二刷)：

   (a). 建議改良率 $I_r < 20\%$。

   (b). 改良後之單軸抗壓強度 $q_u \leq 200$ tf/m^2。($q_u \leq 20$ kgf/cm^2)

   (c). 建議攪拌樁體折減係數取 $\alpha=0.5$。

依前述說明，對本案工址之地盤改良評估結果，如表 5-3 所示；如下說明與建議：

1. 因黏土層由基礎底分布至地表下 20.9 公尺處，故改良範圍訂於黏土層(SPT-N=2~3，整體地盤改良範圍在 GL.-6.0m~GL.-20.9m)。
2. 地盤改良目的以改善基礎地層沉陷量過大為目標，假設以提升基礎地層常時(F.S.=3)支承力 1.5 倍之條件進行改良，使 q_a=24.8 tf/m^2，並反推算獲得 S_{um}=6.6 tf/m^2。並在土壤改良率

I_r=20%(=0.2)，攪拌樁體折減係數 α=0.5 之條件進行分析。

3. 經分析結果，攪拌樁單軸抗壓強度須達到 q_u=91.2 tf/m^2 以上，如表 5-3 所示。

表 5-3.地盤改良評估分析表

參數	說明	單位	計算值
	改良深度	m	6.0~20.9
q_a	計畫地盤改良後地層常時(F.S.=3)承載力	tf/m^2	24.8
S_{um}	由改良後承載力反推算等值不排水剪力強度值	tf/m^2	6.6
S_u	(黏性土層)原地層不排水剪力強度	tf/m^2	2.55
I_r	土壤改良率；(改良體斷面積)/(每支改良體作用面積)	-	0.2
α	攪拌樁體折減係數	-	0.5
q_u	(黏性土層)預估攪拌樁單軸抗壓強度；ϕ=0，$S_{um}=(1-I_r)S_u+\alpha I_r(q_u/2)$；$q_u \leq$ 200 tf/m^2	tf/m^2	91.20

4. 依林宏達等人(2001)之建議：攪拌樁樁徑在 60~80 公分，間距在 1.5~2.0 公尺，以梅花樁型配置為宜。
5. 估計改良後之壓密沉陷量有 24.7/22.9 公分(中央/角隅)，瞬時沉陷量有 1.2/0.9 公分(中央/角隅)；改良後之總沉陷量估計有 25.9/23.8 公分(中央/角隅)，符合規範容許值的限制(表 5-1，>30 公分)。
   (a). 地盤改良後之壓密沉陷量評估，係依據建築物基礎構造設計規範修訂之研究—地層改良(蕭江碧、廖洪鈞等人，2004，內政部建築研究所協同研究報告，093-30107000G3-016)，改良後地層壓密沉陷量，$S = \beta' \times \Delta H_i$；沉陷抵減係數，$\beta'=[(\sigma_p/\sigma_c) \times I_r+1] - 1$。
   (b). 地盤改良後之瞬時(彈性)沉陷量評估，係以改良後地層重新調整變形模數估計。
6. 建議之地盤改良施作深度，已涵蓋液化潛能評估結果的大多數發生液化土層範圍。

第六章 開挖擋土與安全措施建議

本章節各項有關之穩定分析與檢核項目，主要依據「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」之第七章(擋土牆)、第八章(基礎開挖)等相關內容進行分析與建議。

6.1 開挖擋土設施建議

開挖擋土壁之選擇，主要須考慮壁體之勁度、止水性、工程費用等，其優劣之比較詳如表 6-1。本工程最大開挖深度 6.0 公尺，初步建議採用鑽掘排樁或鋼板樁工法及內撐式支撐系統。

表 6-1.開挖擋土工法優缺點比較表

擋土工法	施工方法	適用 地層	優點	缺點
兵樁 (鋼軌樁、 H 型鋼樁)	打擊、 震動、 油壓貫入、 預鑽孔	堅實黏土層 開挖深度<8m	施工簡單； 便宜； 位置調整容易； 可重複使用；	須要降水； 垂直度差； 水密性不佳； 背側沉陷量大； 拔除後常有空洞
鋼板樁	打擊、 震動、 油壓貫入	軟弱黏土層 開挖深度<8m	可重複使用； 水密性良好； 品質控制容易	施工噪音及震動； 變形量大； 背側沉陷量大(施工中及拔除後)
預壘排樁	螺旋鑽	軟弱土層 開挖深度<10m	施工簡單； 便宜； 快捷	水密性不佳； 垂直度差
鑽掘排樁	衝擊、 鑽掘	各類土層， 卵塊石較不宜 開挖深度<15m	剛性良好；	水密性不佳； 垂直度差； 昂貴； 用地較多
手掘式沉箱	人工挖掘	卵塊石地層 開挖深度<15m	無噪音振動； 剛性良好； 多組人員同時施工	昂貴；安全性差； 工作條件差； 須要降水配合
連續壁	抓斗、 反循環	各類土層， 卵塊石較不宜 開挖深度不限	低噪音、 無震動； 剛性良好； 水密性佳； 可作永久結構使用	昂貴； 技術要求較高； 用地較多

建築物基礎構造設計規範(內政部內營字第 1120807974 號，113 年 1 月 1 日)

6.2 側向土壓力分析

參照「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」之第七章相關內容進行檢討，如下說明。

側向壓力分析可分為臨時性側向壓力分析及永久性側向壓力分析，前者提供作為臨時性擋土施設設計用，後者則作為永久性地下室結構設計用，經分析臨時性、永久性之擋土措施設計用側壓力分佈，如圖 6-1 所示。側向土壓力之分析式如下：

$P_a=(q+\Sigma\ r\cdot h)\ \tan^2(45-\phi/2)-2\ c\ \tan(45-\phi/2)$

其中，P_a：土壤側壓力

q：地表外加載重

$r\cdot h$：土層自重之單位應力

$K_a = \tan^2(45-\phi/2)$：(主動)側向土壓力係數

ϕ：土層摩擦角

c：土層凝聚力

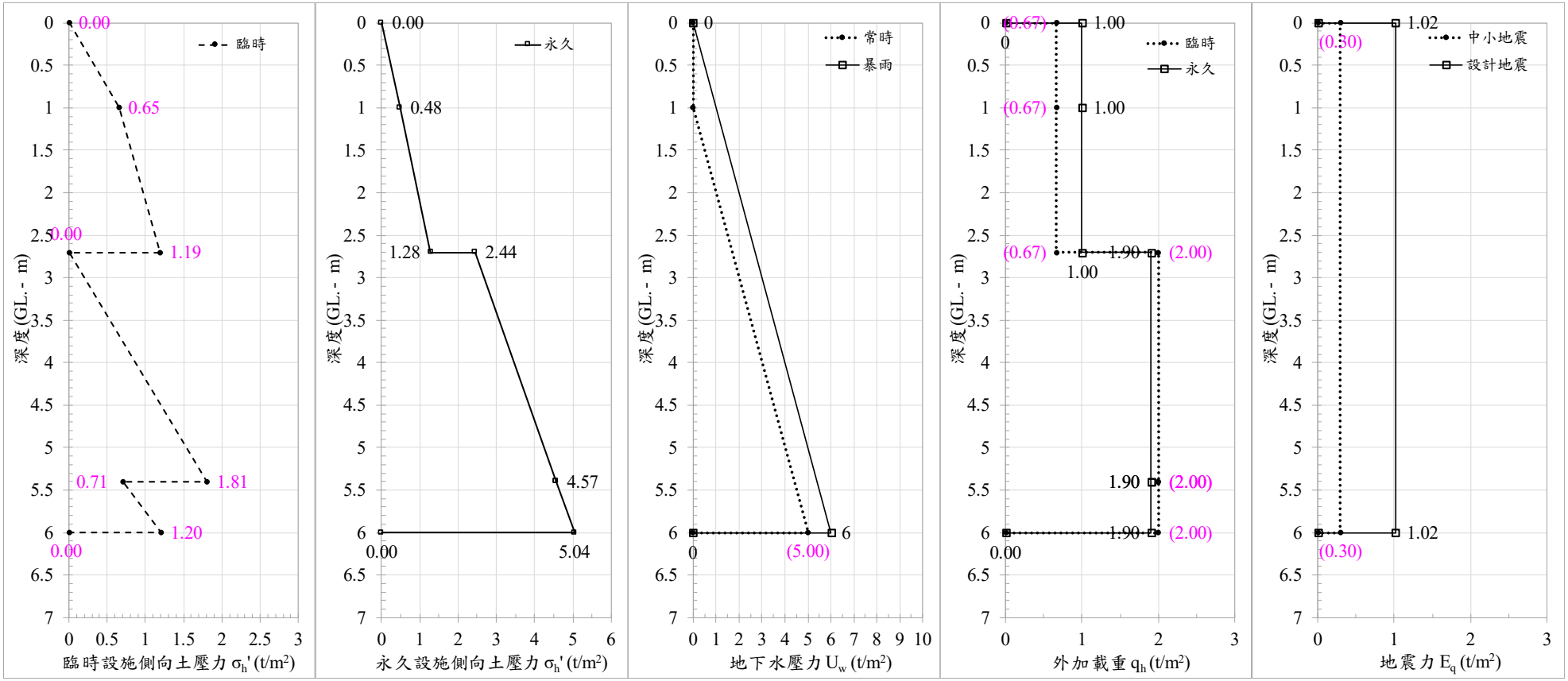
開挖時臨時擋土結構所受之土壤側壓力，在地下室開挖之臨時擋土措施，不論係採用剛性較高之連續壁、擋土排樁，抑或採用柔性之鋼版樁、鋼軌橫板條，用於分析設計擋土壁體之斷面、支撐系統之斷面，所考慮之土壓力狀態係依據 C.A.Coulomb (1776)之土壓力理論。

至於地下水所產生之水壓力，須視施工時所採用之排水系統及擋土結構之止水性而定；倘以裝置於擋土結構體外圍之深井或點井降低地下水位，或採用諸如主樁橫板條等不具止水性之擋土結構，則可不考慮水壓力對擋土結構體之影響；倘係以開挖區內集水坑彙集滲流入區內之水，再藉抽水機排至基地外，則需考慮水壓力之影響。作用在擋土結構體之水壓力大小及分佈，因為滲流的影響，開挖底面下之水壓會較靜態水壓為小。

永久性側向土壓力採有效應力分析；按 Jaky(1944)，

Brooker、Ireland(1965)等專家學者研究，提出有關土壤之有效內摩擦角 ϕ'與靜止土壓力係數 K_0 值間之經驗關係式，如下說明；

1. 依建築物基礎構造設計規範之 7.3.1 節規定，設計所採之 K_0 值，不得低於 0.50。砂性土壤：$K_0 = 1-\sin\phi'$；黏性土壤：$K_0 = 0.95-\sin\phi'$。
2. 依建築物基礎構造設計規範之 8.7.7 節規定，因地震作用增加之水平動態側向壓力參考 Seed & Whitman (1970)分析式：$\Delta P=3/8\cdot r\cdot H\cdot A$；A：震時地表水平加速度/g。



NO.	地層	深度	
1	SM	2.7	m
2	CH	5.4	m
3	CH	6	m，基礎開挖深度

常時地下水位	GL.-	1	m
永久地下水位	GL.-	0	m

地表外加載重	q =	2	tf/m^2

中小地震	A_{min}=	0.07	g
設計地震	A_{des}=	0.24	g

圖 6-1.擋土設施側壓力圖

6.3 開挖穩定分析

開挖穩定性分析之項目包括：(1)擋土設施貫入深度；(2)開挖面塑性隆起分析；(3)砂湧分析；(4)上舉分析。依據「建築物基礎構造設計規範(112 年版)」第八章之相關內容進行分析與建議。

(1).擋土設施貫入深度(內擠)分析

基礎開挖深度為 6.0 公尺，如表 6-2、圖 6-2 所示。經擋土設施分析結果建議：擋土設施深度須達 16.0 公尺以上，安全係數 F.S.=1.35 > 1.2，符合規範要求。

(2).基礎開挖底面之塑性隆起、砂湧、上舉等不穩定分析結果，如表 6-3 所示，無開挖底面不穩定情形。

(3).依據 5.5 節(地盤改良初步評估建議)之建議，於基礎開挖前先進行地盤改良作業，則擋土設施範圍內之改良後土體不排水剪力強度 S_{um} =6.6 tf/m^2。因考量地盤改良工法為攪拌樁，估計對基礎底面以下的土層被動土壓力提供約 0.6×S_{um} 的凝聚力效能(S_u=0.6×6.6=3.96 tf/m^2，ϕ'=0)，故地改後開挖穩定分析，如下說明：

(a).經擋土設施分析結果建議：擋土設施深度須達 12.0 公尺以上，安全係數 F.S.=1.40 >1.2，符合規範要求。

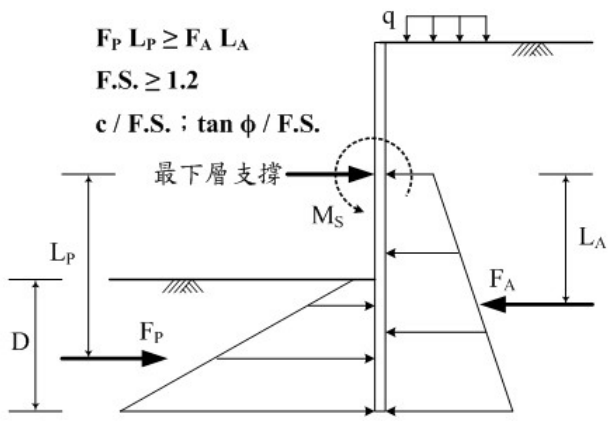
(b).依擋土設施深度 12.0 公尺，分析基礎開挖底面之不穩定分析結果：

塑性隆起：F.S. = M_r / M_d = 1.31 >1.2，符合規範要求。

砂湧：F.S.= [2 r_{sub} D] / [r_w ΔH_w] = 1.65 >1.5 及 F.S.= [r_{sub} (ΔH_w + 2D)] / [r_w ΔH_w] = 2.54 >2.0，符合規範要求。

上舉：F.S.= $\Sigma(r_m \Delta h) / U_w$ = 1.83 >1.2，符合規範要求。

表 6-2.擋土牆貫入深度(內擠)分析及評估建議表

<table>
<tr><td colspan="2">擋土牆貫入深度(內擠分析)
 
</td><td>分析說明</td><td>1. 係以其所擋之土壤處於塑性穩定平衡狀態(Plastic Equilibrium Condition)時，土壤對擋土結構體兩側所作用之主動、被動土壓分析。
2. 分析結果，如圖 6-3 所示。
F.S. = =1.35 > 1.2，符合。</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td>評估建議</td><td>依開挖深度 H=6.0 公尺，
擋土設施深度 H+D=16 公尺，
貫入深度 D=10 公尺。</td></tr>
<tr><td colspan="4">建築物基礎構造設計規範(內政部內營字第 1120807974 號，112 年 6 月 20 日)</td></tr>
</table>

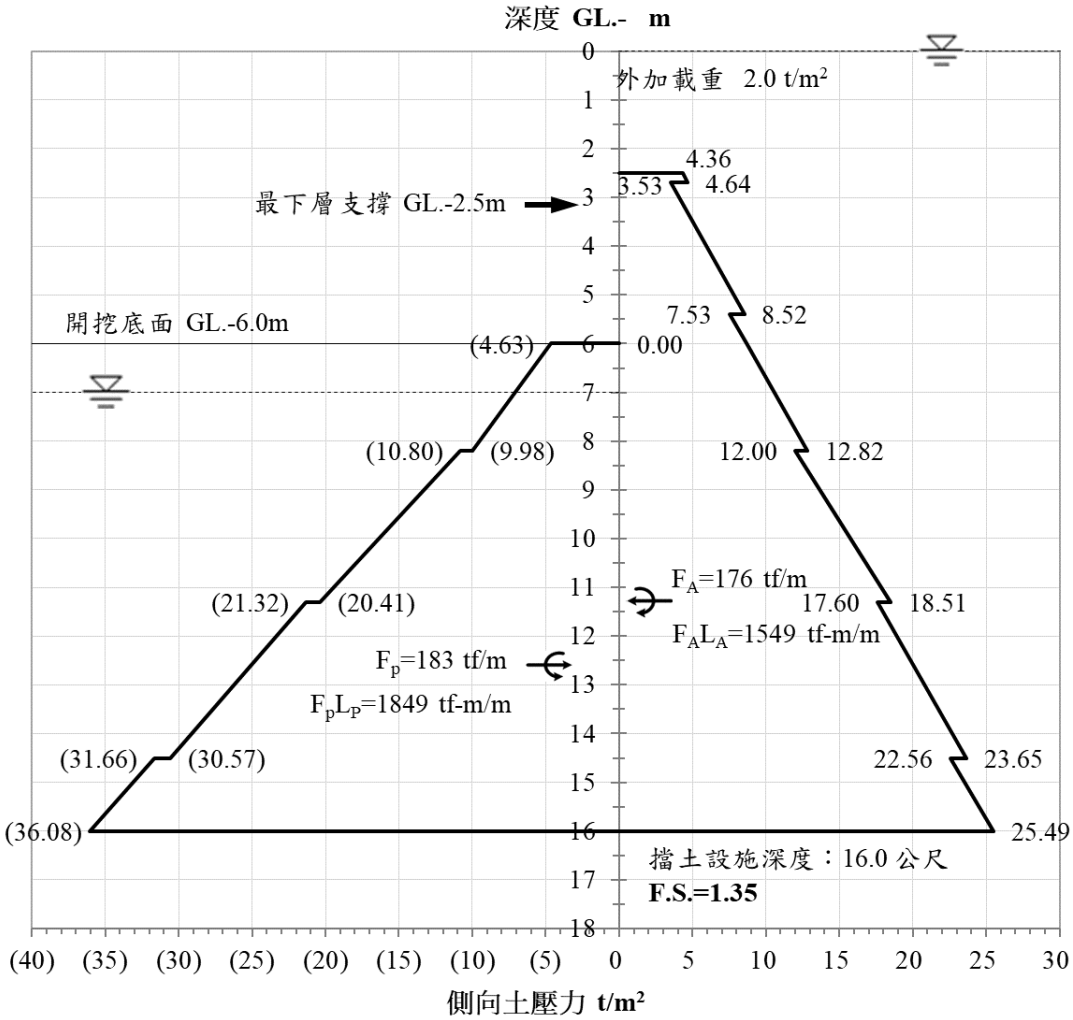
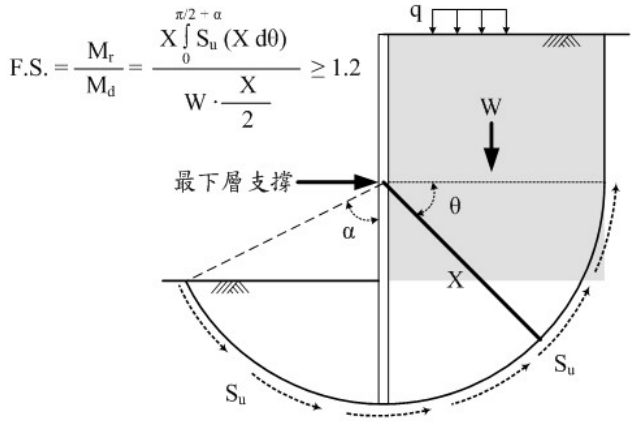
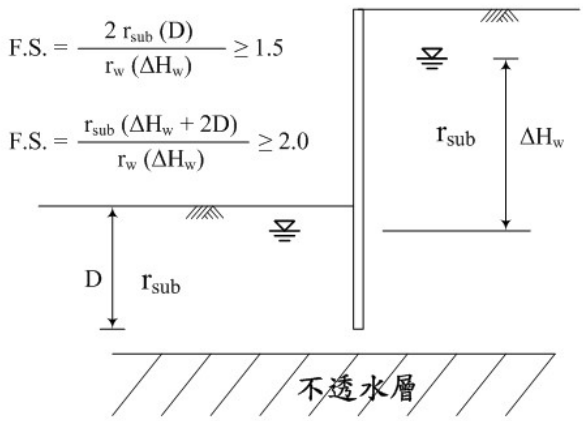
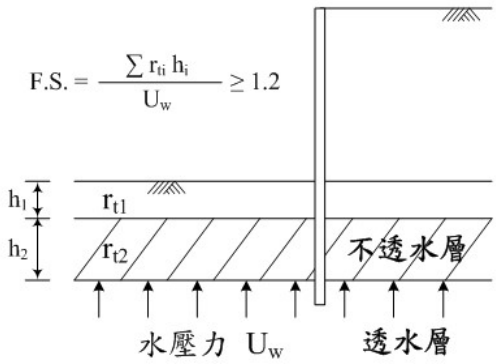


圖 6-2.建議貫入深度側向土壓力分析圖

表 6-3.基礎開挖面穩定分析及評估建議表

<table>
<tr><td rowspan="2">隆起分析
 
</td><td>分析說明</td><td>依貫入深度計算：
X’=13.5m。
∫X’·dθ=36.01m。
$S_{u\text{-}total}$ =S_u(∫X’·d θ) = 107.9 tf /m。
M_r=X’·$S_{u\text{-}total}$=1457 tf-m/m。
M_d=1213 tf-m/m。
F.S. = M_r/ M_d =1.201 > 1.2，符合。</td></tr>
<tr><td>評估建議</td><td>依貫入深度檢核，符合規範要求。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">砂湧分析
 
</td><td>分析說明</td><td>依貫入深度計算：
貫入深度 D=10.0m。
2r_{sub} D = 19.24 tf/m^2。
r_{sub} ΔH_w =5.36 tf/m^2。
r_w (ΔH_W) = 6.0 tf/m^2。
F.S.=3.21 > 1.5，符合。
F.S.=4.10 > 2.0，符合。</td></tr>
<tr><td>評估建議</td><td>依貫入深度檢核，符合規範要求。
考量土層分布型態，開挖面受隆起破壞控制，黏土層為不透水層，開挖側水位採開挖面計算。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">上舉分析
 
</td><td>分析說明</td><td>依貫入深度計算：
(Σr_{ti} h_i)= 19.62 tf/m^2。
U_w= 10.0 tf/m^2。
F.S.=1.96 > 1.2，符合。</td></tr>
<tr><td>評估建議</td><td>依貫入深度檢核，符合規範要求。
考量土層分布型態，開挖面受隆起破壞控制，黏土層為不透水層，開挖側水位採開挖面計算。</td></tr>
<tr><td colspan="3">建築物基礎構造設計規範(內政部內營字第 1120807974 號，112 年 6 月 20 日)</td></tr>
</table>

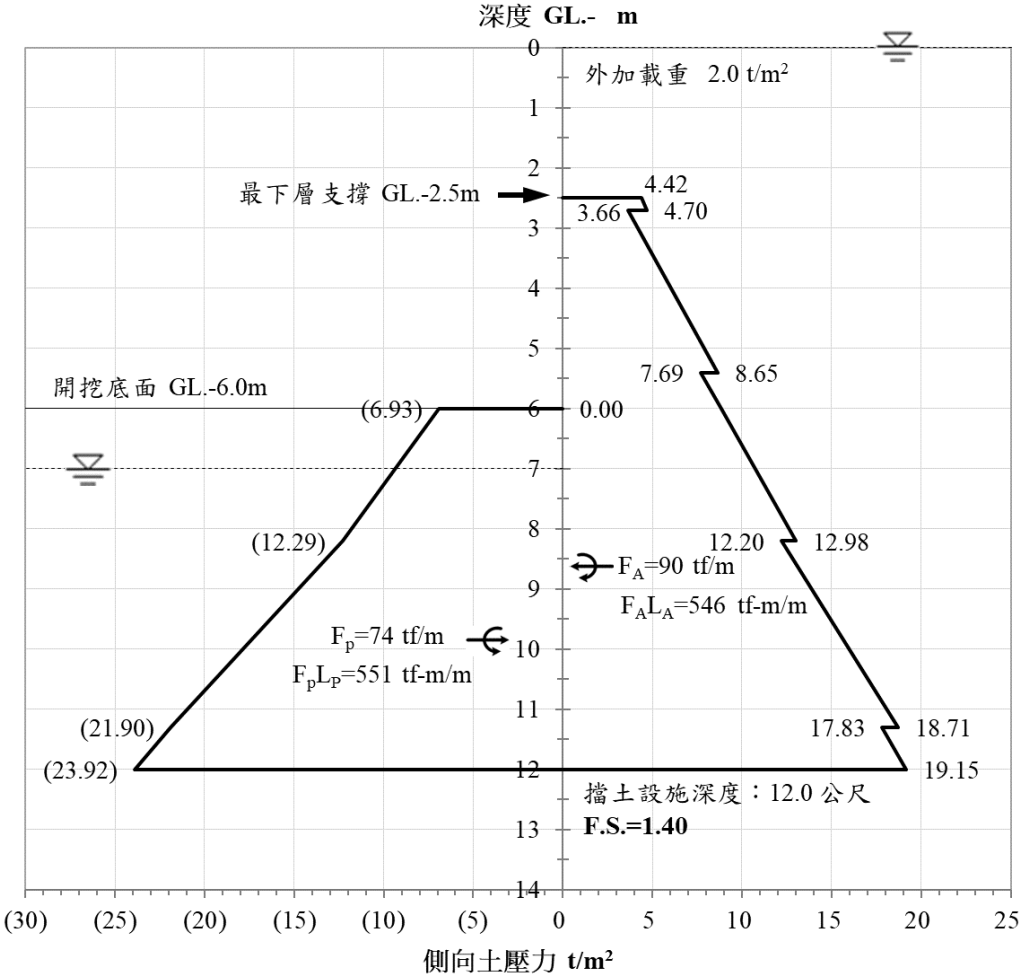


圖 6-3.建議(地改後)貫入深度側向土壓力分析圖

6.4 安全監測建議

基礎施工安全措施為針對作業期間採取之計畫與作業，仍建議於施工前與施工中配置適當之安全監測系統，監測項目與裝設位置建議，如表 6-4 所示。

施工作業期間應慎防墜落與吊掛搬運之人物之安全虞慮，仍有下列安全作業原則：

1. 保證施工安全，及確實掌握施工狀況之變化。
2. 防止鄰近建築物之損壞，及避免發生公共危險。
3. 提供具體資料以彌補調查資料之不足。

表 6-4.開挖之監測項目及儀器

項次	監測項目	監測儀器	建議安裝位置
1	地表沉陷觀測	水準儀及沉陷釘	開挖坑頂之地表面；在可能的影響範圍內、四周以地毯式的佈設。
2	鄰方傾斜觀測	傾度儀	在地表可能沉陷範圍內，考慮鄰房的重要性，以適當間距安裝。
3	地下水位及水壓計	水位計及水壓計	水位及水壓可能變化處。

摘自　施國欽(2010)，大地工程學(二)基礎施工篇

通常地下水問題也成為開挖作業之難易程度問題，茲將常用各種排水工法特點綜述於下表 6-5 供參酌。地下水排水措施，則建議開挖面設置臨時導水路與集水坑，並配合發電機與抽水泵進行排水。

表 6-5.地下水之祛水工法建議

集水坑工法 (Shallow sump method)	係為重力式排水之代表性工法。開挖同時設置集水坑，通常是在水量不多，地下水也較淺之情況下使用，但也常常與其他排水工法合併使用。
深井工法 (Deep well method)	開挖前先行挖掘深井，放入井架構而抽水，此法對於透水性良好之地盤很有效，如能增加井數及抽水機之能力，亦可得相同之排水效果。
真空式深井工法	較上述之深井工法更有效率，使用於水量多且透水性良好之地層，與其點井工法不同者為口井數少，深度較深。
點井工法 (Well point method)	係為強制排水之代表性工法。使用水量多但透水性不良之地盤，通常每一點井之抽水深度約 5.5m，若作更深之開挖時，可分數段進行抽水。

摘自　林耀煌(2000)“高層建築基礎開挖施工法與設計實例”，長松出版社，增訂九版

第七章 結論與建議

1.本工址位於「台北市北投區桃源段一小段 693 地號」(台北市北投區稻香里新興路 151 號旁)，本案佈設鑽孔數共計 2 孔，鑽孔深度分別為 30M×2 孔，總鑽探深度為 60 公尺。

2.依據現場鑽探調查資料與試驗結果顯示，本基地地層大致可區分為五個主要層次：(1)粉土質砂夾礫石層，(2).高塑性砂質黏土層，(3).粉土質黏土層，(4).粉土質砂層，(5).岩塊夾砂土層。

3.根據調查期間量測之結果，量得地下水位分布在地表下 0.89~1.40 公尺範圍，建議設計之常時地下水位訂於地表下 1.0 公尺處；暴雨之短期地下水位訂於地表處。。

4.經查詢規範及中央地調所土壤液化潛勢查詢系統網站，本案工址屬臺北盆地微分區之台北二區的土壤低液化潛勢區，在設計地震考量分析有中度液化潛勢情形。土層屬於液化潛勢土層，建議整體地層折減係數採平均值 D_E=0.92。

5.本案於工址擬興建地上七層、地下一層之建物，規劃採筏式基礎型式，基礎開挖深度為 6.0 公尺，估計建物約有 14.9 t/m^2 之(靜+活)載重。當暴雨期地下水位訂於地表處，無基礎上浮問題。

6.基礎地層承載力分析結果，基礎地層容許支承力均大於估計之建物基礎淨載重壓力，基礎地層容許承載力無不足之虞慮。

7.依沉陷量分析結果，建物採用筏式基礎，其沉陷量將超過規範容許值的限制，建議採用地盤改良作業改善沉陷量過大問題。

8.基礎開挖深度為 6.0 公尺，經擋土設施分析結果建議：擋土設施深度須達 16 公尺以上，及開挖面之塑性、砂湧、上舉等穩定分析之安全係數均符合規範要求。

9.如基礎開挖前先進行地盤改良作業，則建議：擋土設施深度須達 12 公尺以上；塑性隆起、砂湧、上舉等安全係數均符合規範要求，無開挖底面不穩定情形。

10.開挖擋土壁之選擇，初步建議採用鑽掘排樁或鋼板樁工法及內撐式水平支撐系統。

附錄A.地質鑽探柱狀圖

地 質 鑽 探 柱 狀 圖

工程名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

工程地點： 北投區新興路(新興公園旁)　孔位座標：

孔　　號： B-1　孔口標高：　鑽孔日期： 112.06.25-27

鑽孔深度： 30.00M　鑽探工作地下水位： GL.-0.90M　領　　班： 蘇大榮

深度 m	取樣施鑽深度	樣號	分類	標準貫入試驗	N值	柱狀圖	土層狀況說明	埋設儀器
1	1.05-1.50	S-1	SM	1+1+2	2		0.00-0.80M 回填層(棕褐色砂土夾混凝土、岩塊、磚塊、礫石)	
2	2.55-3.00	S-2	CH	0.5+0.5+0.5	1		0.80-2.50M 灰色粉土質細砂夾黏土 含少量礫石	
3								
4	4.05-4.50	S-3	CH	0.5+0.5+0.5	1		2.50-6.00M 灰色砂質黏土	
5								
6	5.55-6.00	S-4	CH	0.5+0.5+0.5	1			
7	6.30-7.05	T-1					6.00-21.00M 灰色粉土質黏土 偶夾薄層細砂	觀測井
	7.05-7.50	S-5	CH	1+1+2	3			
8								
9	8.55-9.00	S-6	CH	1+1+2	3			
10	10.05-10.50	S-7	CH	1+1+1	2			
11								
12	11.55-12.00	S-8	CH	1+1+1	2			
13	13.05-13.50	S-9	CL	1+1+1	2			
14								
15	14.55-15.00	S-10	CL	1+1+1	2			
16	16.05-16.50	S-11	CL	1+1+1	2			
17								
18	17.55-18.00	S-12	CL	1+1+2	3			
19	18.30-19.05	T-2						
	19.05-19.50	S-13	CL	2+2+2	4			
20								

SHEET NO.　2-1

開泰工程有限公司

地 質 鑽 探 柱 狀 圖

工程名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

工程地點： 北投區新興路(新興公園旁)　孔位座標：

孔　　號： B-1　孔口標高：　鑽孔日期： 112.06.25-27

鑽孔深度： 30.00M　鑽探工作地下水位： GL.-0.90M　領　　班： 蘇大榮

深度 m	取樣施鑽深度	樣號	分類	標準貫入試驗	N值	柱狀圖	土層狀況說明	埋設儀器
21	20.55-21.00	S-14	CL	2+3+4	7		6.00-21.00M 灰色粉土質黏土偶夾薄層細砂	
22	22.05-22.50	S-15	SM	10+14+17	31		21.00-24.20M 灰色粉土質細砂 含岩塊、岩屑	
23	23.55-24.00	S-16	SM	9+10+16	26			
24								
25	25.05-25.16	S-17		50/11cm	>50		24.20-30.00M 安山岩塊 夾棕灰色粉土質細砂、貝屑	
26	26.55-26.76	S-18		9+50/6cm	>50			
27								
28	28.05-28.24	S-19		12+50/4cm	>50			
29								
30	30.00-30.05	S-20		50/5cm	>50			
31							鑽探結束!!	
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

SHEET NO.　2-2

開泰工程有限公司

地 質 鑽 探 柱 狀 圖

工程名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

工程地點： 北投區新興路(新興公園旁)　孔位座標：

孔　　號： B-2　孔口標高：　鑽孔日期： 112.06.27-29

鑽孔深度： 30.00M　鑽探工作地下水位： GL.-1.00M　領　　班： 蘇大榮

深度 m	取樣施鑽深度	樣號	分類	標準貫入試驗	N值	柱狀圖	土層狀況說明	埋設儀器
1	1.05-1.50	S-1	SM	0.5+1+1	2		0.00-0.50M 回填層(混凝土鋪面、級配黏土)	
2	2.55-3.00	S-2	CH	0.5+0.5+1	1.5		0.50-2.80M 棕灰色粉土質細砂夾黏土	
3								
4	4.05-4.50	S-3	CH	0.5+1+1	2		2.80-6.20M 灰色砂質黏土	
5								
6	5.55-6.00	S-4	CH	0.5+0.5+1	1.5			
7	7.05-7.50	S-5	CH	1+1+1	2		6.20-20.70M 灰色粉土質黏土 偶夾薄層細砂及少量礫石	
8	7.80-8.55	T-1						
9	8.55-9.00	S-6	SC	1+1+2	3			
10	10.05-10.50	S-7	CH	1+1+1	2			
11								
12	11.55-12.00	S-8	CL	0.5+1+1	2			
13	13.05-13.50	S-9	CL	1+1+1	2			
14								
15	14.55-15.00	S-10	CH	0.5+1+1	2			
16	15.30-16.05	T-2						
	16.05-16.50	S-11	CL	1+1+2	3			
17								
18	17.55-18.00	S-12	CL	1+1+2	3			
19	19.05-19.50	S-13	CL	1+2+2	4			
20								

SHEET NO.　2-1

開泰工程有限公司

地 質 鑽 探 柱 狀 圖

工程名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

工程地點： 北投區新興路(新興公園旁)　孔位座標：

孔　　號： B-2　孔口標高：　鑽孔日期： 112.06.27-29

鑽孔深度： 30.00M　鑽探工作地下水位： GL.-1.00M　領　　班： 蘇大榮

深度 m	取樣施鑽深度	樣號	分類	標準貫入試驗	N值	柱狀圖	土層狀況說明	埋設儀器
21	20.55-21.00	S-14	ML	3+6+4	10		6.20-20.70M 灰色粉土質黏土 偶夾薄層細砂及少量礫石	
22	22.05-22.50	S-15	ML	13+9+16	25		20.70-23.70M 灰色砂質粉土夾細砂 含岩塊、岩屑	
23	23.55-23.74	S-16		5+50/4cm	>50			
24							23.70-30.00M 安山岩塊 夾棕色粉土質細砂	
25	25.05-25.27	S-17		8+50/7cm	>50			
26	26.55-26.66	S-18		50/11cm	>50			
27								
28	28.05-28.50	S-19		14+5+9	14			
29								
30	30.00-30.18	S-20		6+50/3cm	>50			
31							鑽探結束!!	
32								
33								
34								
35								
36								
37								
38								
39								
40								

SHEET NO.　2-2

開泰工程有限公司

附錄B.土壤一般物理性質試驗結果

一般物理試驗結果表

PROJECT:台北市北投區桃源段一小段693地號

鑽探記錄 Boring Data			試驗結果 Testing Results									
土樣編號	N值	取樣深度	土壤分類	顆粒分析			含水量(W)%	單位重(γt) t/m³	孔隙比(e)	液性限度(LL)%	塑性指數(PI)%	比重(Gs)
				礫石	砂	粉土/黏土						
B-1												
S-1	2	1.05 - 1.50	SM	1.8	53.2	45.0	25.8	1.96	0.71	--	NP	2.67
S-2	1	2.55 - 3.00	CH	0.0	30.8	69.2	35.8	1.85	0.99	51.8	32.7	2.71
S-3	1	4.05 - 4.50	CH	0.0	13.9	86.1	47.1	1.75	1.29	68.5	46.9	2.73
S-4	1	5.55 - 6.00	CH	0.0	11.2	88.8	39.1	1.82	1.08	54.2	34.2	2.72
S-5	3	7.05 - 7.50	CH	0.0	4.9	95.1	40.3	1.69	1.25	60.7	39.5	2.71
S-6	3	8.55 - 9.00	CH	0.0	13.9	86.1	36.2	1.87	0.99	52.3	25.3	2.73
S-7	2	10.05 - 10.50	CH	0.0	10.2	89.8	36.5	1.82	1.04	51.4	31.8	2.72
S-8	2	11.55 - 12.00	CH	0.0	14.6	85.4	34.8	1.85	0.98	56.5	36.2	2.72
S-9	2	13.05 - 13.50	CL	0.0	1.8	98.2	43.7	1.78	1.20	46.9	20.2	2.73
S-10	2	14.55 - 15.00	CL	0.0	1.6	98.4	42.8	1.79	1.18	48.5	21.9	2.73
S-11	2	16.05 - 16.50	CL	0.0	1.9	98.1	43.8	1.74	1.25	49.3	22.3	2.72
S-12	3	17.55 - 18.00	CL	0.0	0.9	99.1	43.5	1.77	1.21	49.7	22.6	2.72
S-13	4	19.05 - 19.50	CL	0.0	3.6	96.4	39.4	1.83	1.08	30.2	13.3	2.73
S-14	7	20.55 - 21.00	CL	0.0	17.2	82.8	32.8	1.90	0.91	37.2	14.7	2.73
S-15	31	22.05 - 22.50	SM	0.9	51.8	47.3	21.3	1.97	0.64	--	NP	2.66
S-16	26	23.55 - 24.00	SM	0.0	83.0	17.0	21.3	2.06	0.57	--	NP	2.67

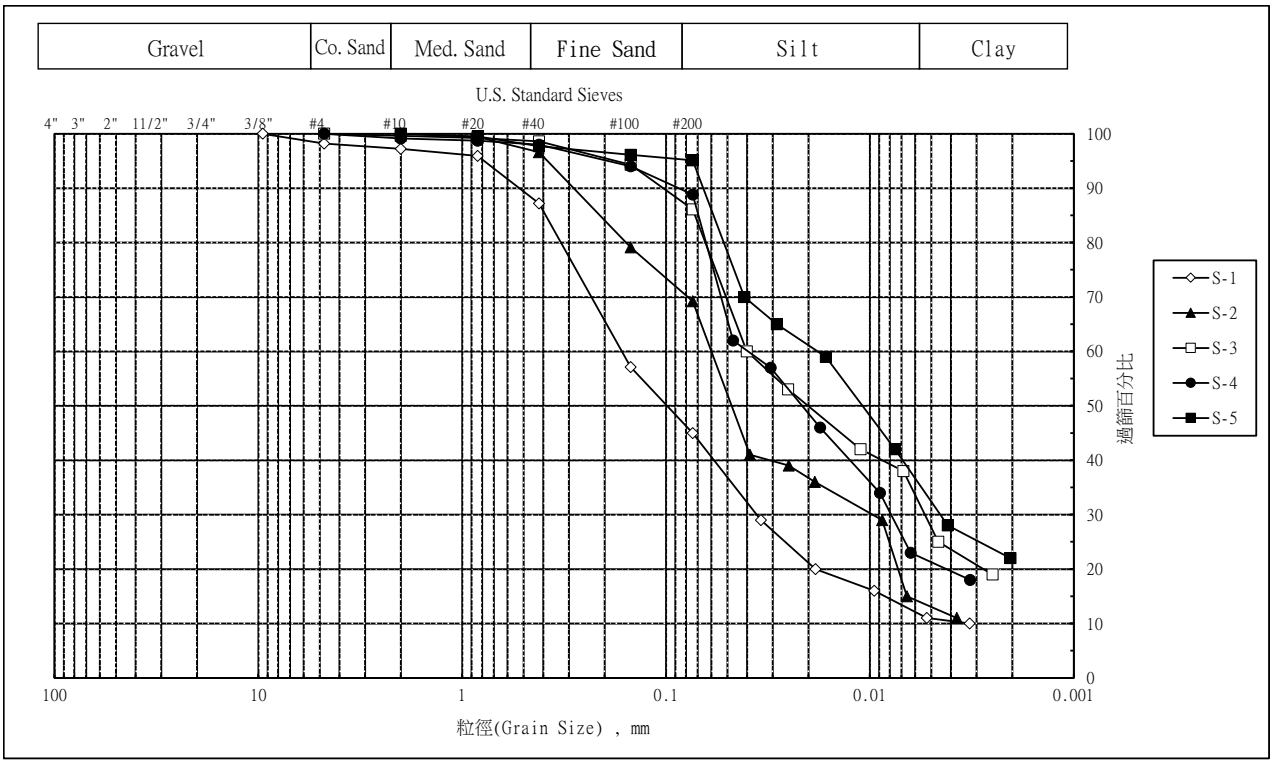
開泰工程有限公司

一般物理試驗結果表

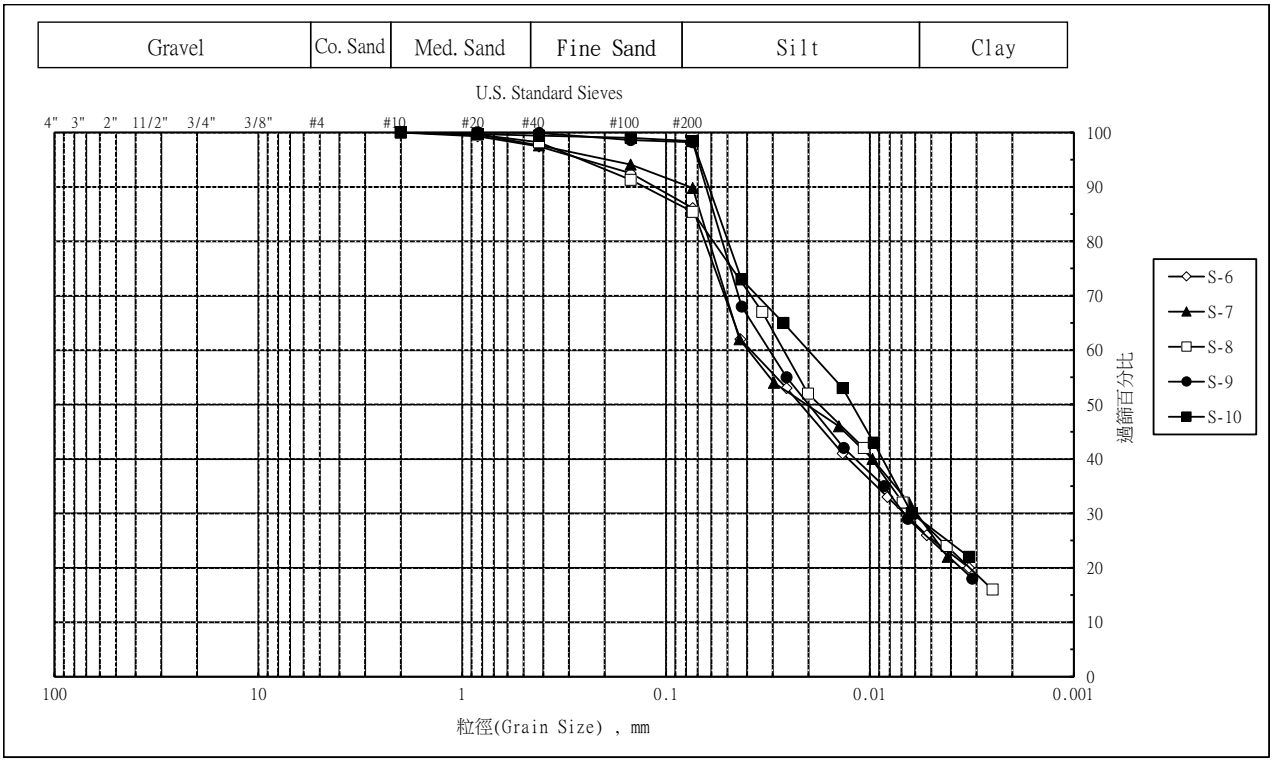
PROJECT:台北市北投區桃源段一小段693地號

鑽探記錄 Boring Data			試驗結果 Testing Results									
土樣編號	N值	取樣深度	土壤分類	顆粒分析			含水量(W)%	單位重(γt) t/m³	孔隙比(e)	液性限度(LL)%	塑性指數(PI)%	比重(Gs)
				礫石	砂	粉土/黏土						
B-2												
S-1	2	1.05 - 1.50	SM	0.0	77.1	22.9	22.4	1.94	0.68	--	NP	2.66
S-2	1.5	2.55 - 3.00	CH	0.0	34.5	65.5	35.2	1.87	0.97	51.6	36.0	2.72
S-3	2	4.05 - 4.50	CH	0.0	31.7	68.3	33.8	1.89	0.93	64.1	39.7	2.73
S-4	1.5	5.55 - 6.00	CH	0.0	13.3	86.7	42.6	1.79	1.16	50.3	24.1	2.71
S-5	2	7.05 - 7.50	CH	0.0	21.8	78.2	38.6	1.84	1.06	54.3	33.5	2.73
S-6	3	8.55 - 9.00	SC	0.0	51.0	49.0	30.4	1.92	0.83	34.6	12.5	2.69
S-7	2	10.05 - 10.50	CH	0.0	6.3	93.7	36.4	1.86	1.00	55.9	38.7	2.73
S-8	2	11.55 - 12.00	CL	0.0	4.7	95.3	40.5	1.81	1.12	37.0	16.7	2.73
S-9	2	13.05 - 13.50	CL	0.0	13.0	87.0	33.4	1.89	0.93	40.5	18.3	2.73
S-10	2	14.55 - 15.00	CH	0.0	1.3	98.7	39.2	1.82	1.09	57.1	35.6	2.73
S-11	3	16.05 - 16.50	CL	0.0	0.8	99.2	45.6	1.64	1.41	47.8	24.3	2.71
S-12	3	17.55 - 18.00	CL	0.0	0.9	99.1	42.8	1.79	1.17	44.5	21.8	2.72
S-13	4	19.05 - 19.50	CL	1.1	1.2	97.7	43.8	1.77	1.21	45.9	22.5	2.72
S-14	10	20.55 - 21.00	ML	0.0	21.0	79.0	29.4	1.94	0.79	--	NP	2.69
S-15	25	22.05 - 22.50	ML	0.0	44.1	55.9	23.7	1.92	0.73	--	NP	2.68

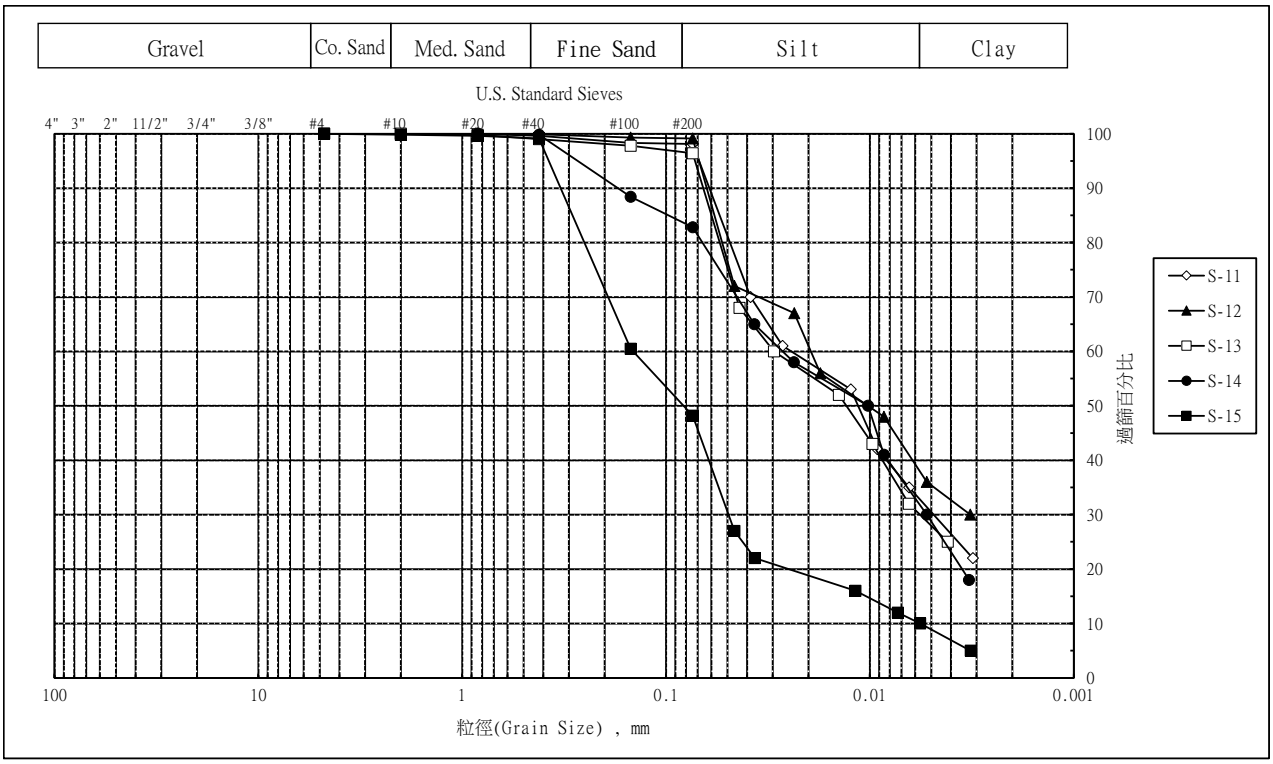
開泰工程有限公司



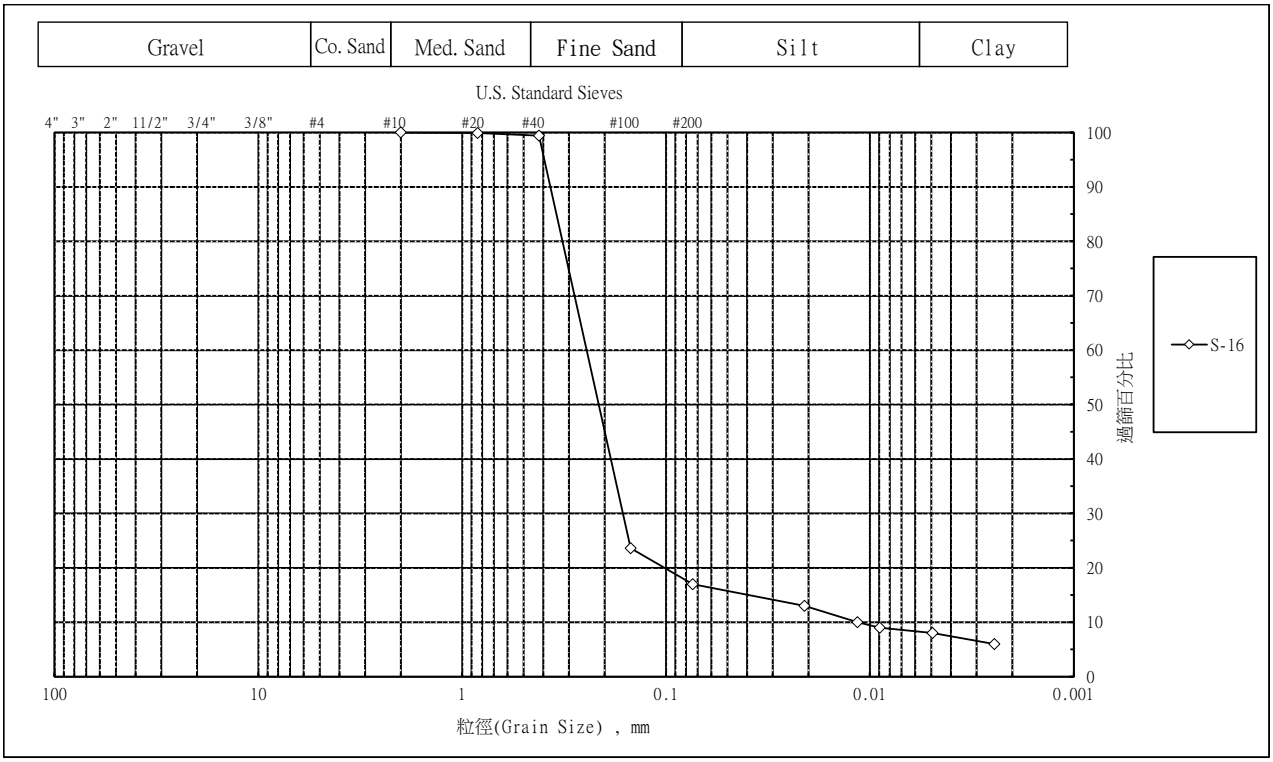
開泰工程有限公司	PROJECT :台北市北投區桃源段一小段693地號	HOLE NO.： B-1
	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	DATE： 112.07.14



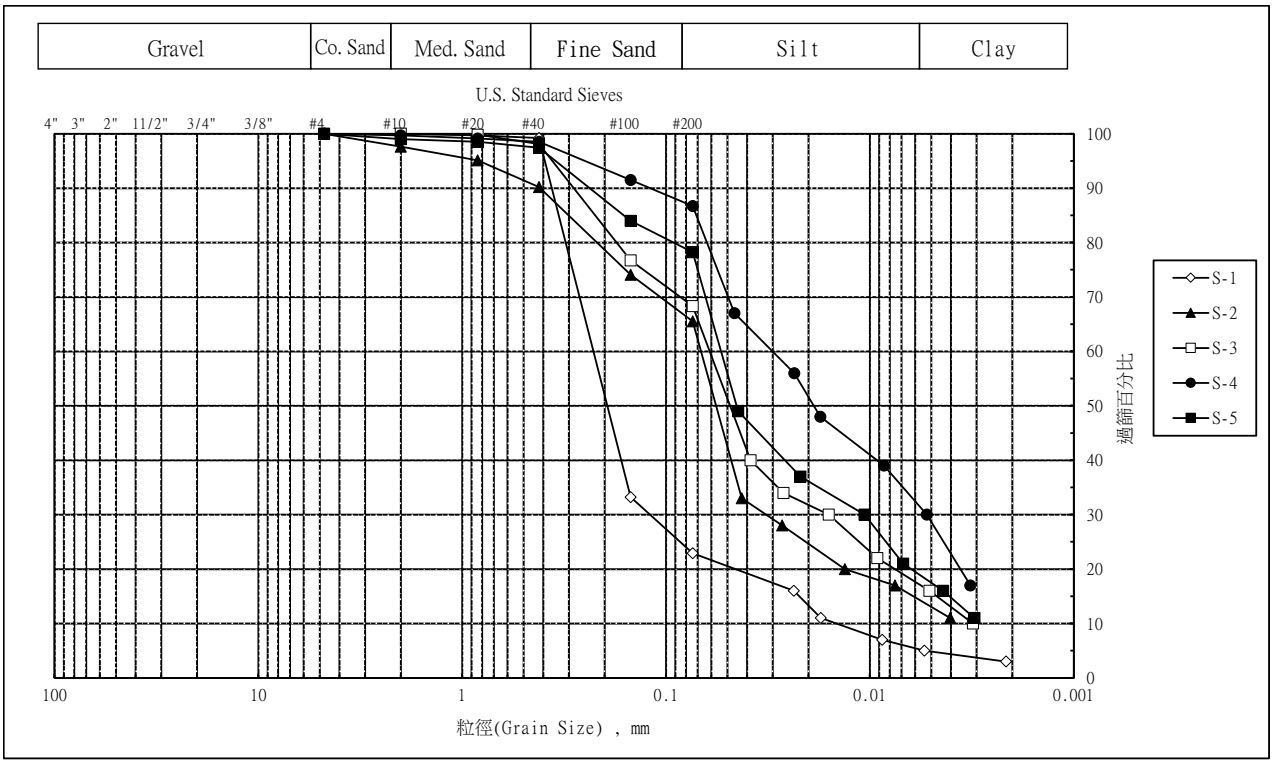
開泰工程有限公司	PROJECT :台北市北投區桃源段一小段693地號	HOLE NO.： B-1
	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	DATE： 112.07.14



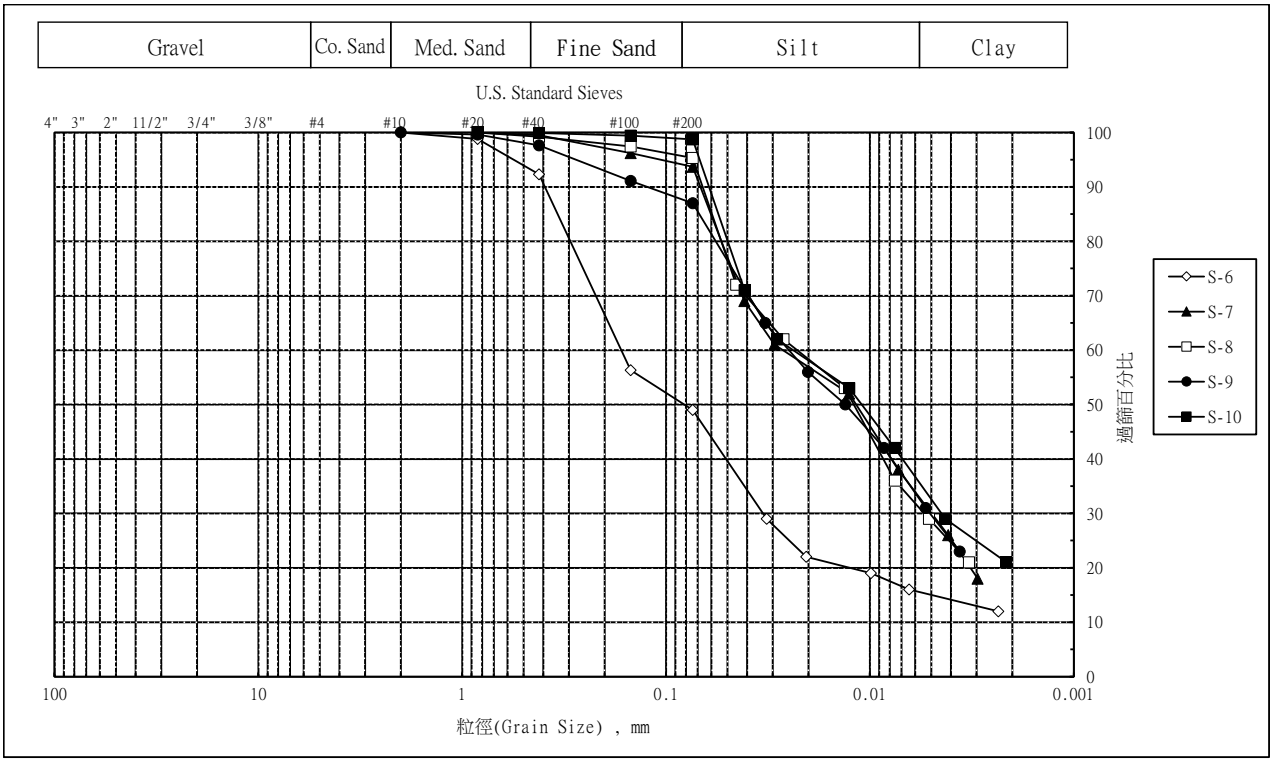
開泰工程有限公司	PROJECT :台北市北投區桃源段一小段693地號	HOLE NO.： B-1
	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	DATE： 112.07.14



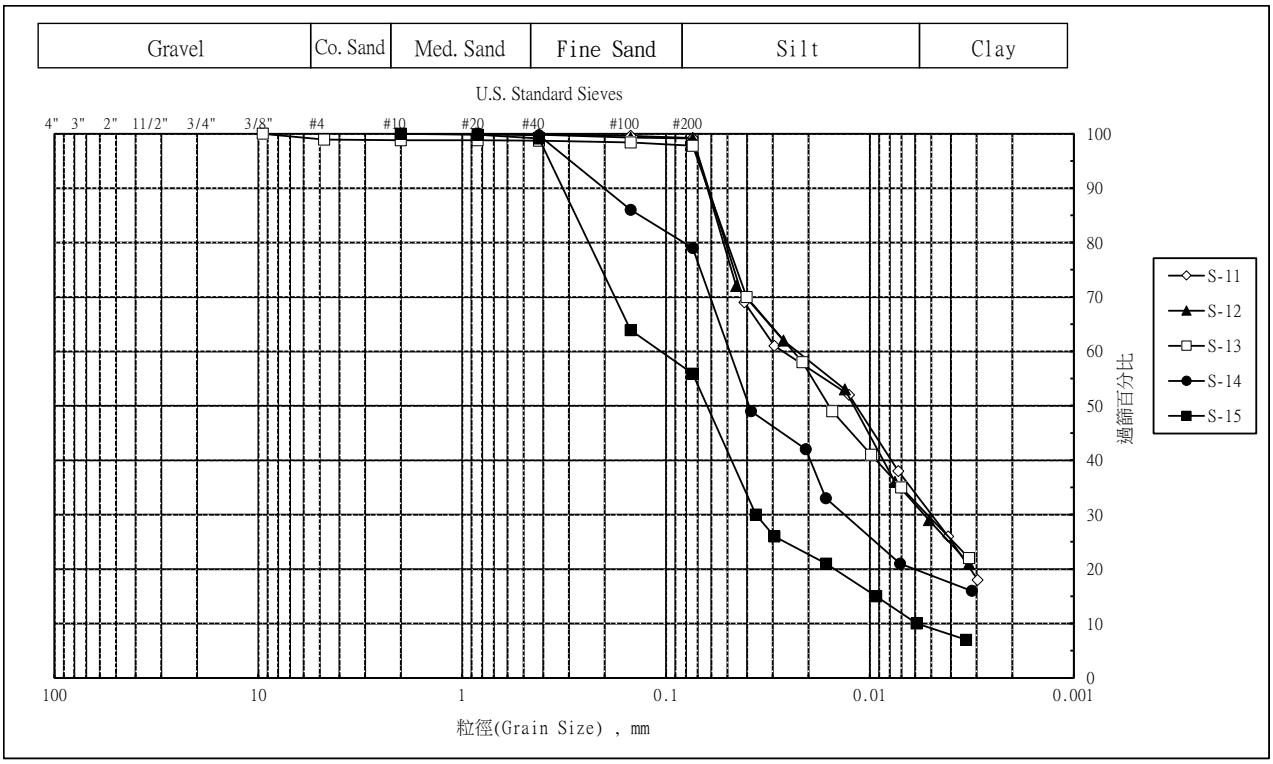
開泰工程有限公司	PROJECT :台北市北投區桃源段一小段693地號	HOLE NO.： B-1
	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	DATE： 112.07.14



開泰工程有限公司	PROJECT :台北市北投區桃源段一小段693地號	HOLE NO.： B-2
	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	DATE： 112.07.14



開泰工程有限公司	PROJECT :台北市北投區桃源段一小段693地號	HOLE NO.： B-2
	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	DATE： 112.07.14

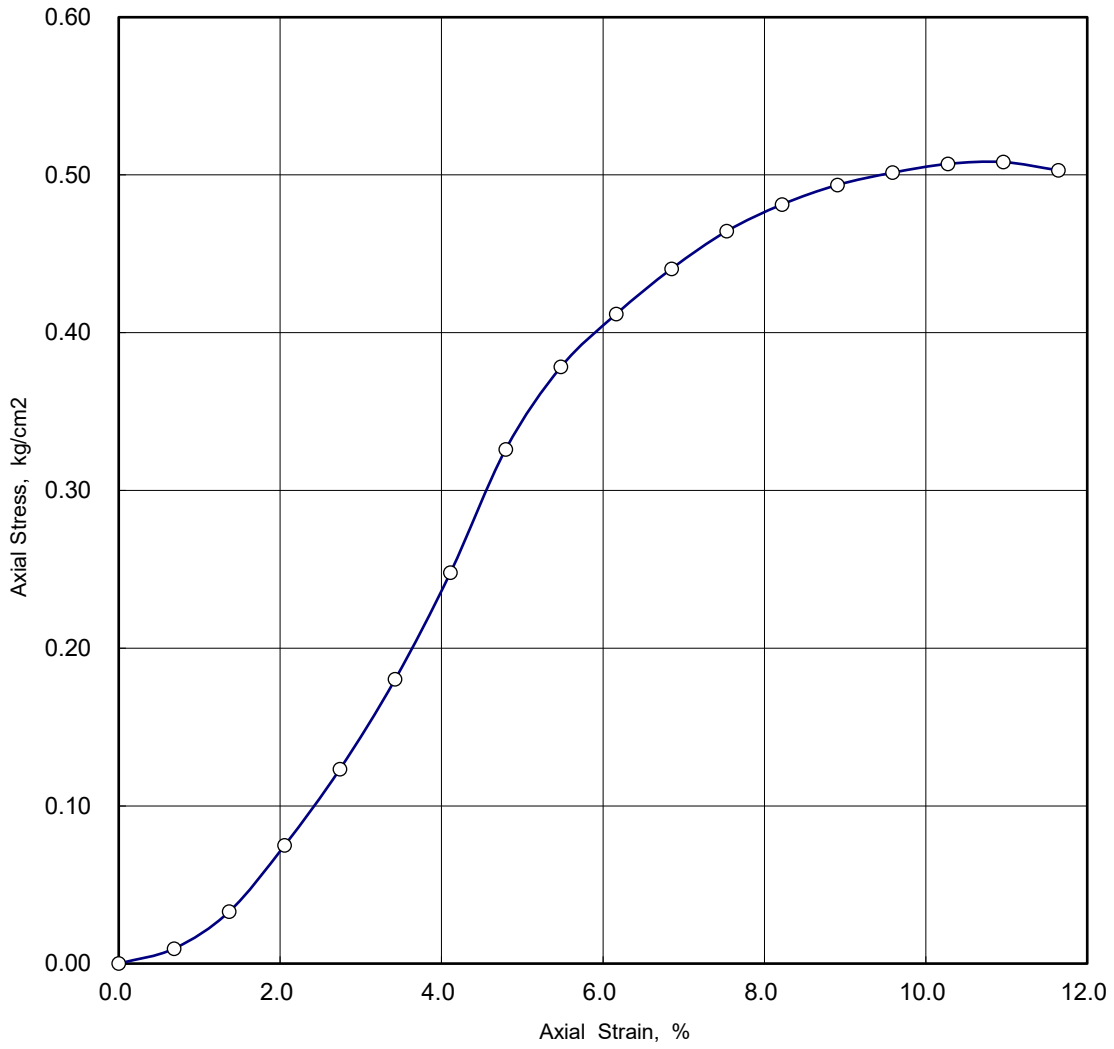


開泰工程有限公司	PROJECT :台北市北投區桃源段一小段693地號	HOLE NO.： B-2
	GRAIN SIZE DISTRIBUTION	DATE： 112.07.14

附錄C.土壤力學試驗結果

Project：台北市北投區桃源段一小段693地號

Hole No.:	B-2		
Sample No.:	T-1		
Sample Depth (m):	7.80-8.55	qu (kg/cm^2):	0.51
γ_t (t/m^3):	1.69		
ω (%):	48.87	εu (%):	10.96
Type of Soil:	CH		



開泰工程有限公司	Unconfined Compression Test (q_u)	
	TEST BY: 古立緯	DATE: 112.07.14

委 辦 試 驗 報 告 書

工程名稱：台北市北投區桃源段一小段693地號

報告書編號：CUC1120705-GL317

送樣單位：開泰工程有限公司

委託單位：開泰工程有限公司

委託日期：112.07.05

報告日期：112.07.19

委託內容：

項次	試 驗 項 目	數量	試驗編號	頁次	備　　註
1	土壤三軸UUU試驗	1	317UUUA	-	
2	土壤三軸CIU試驗	1	317CIUA	-	
3	土壤單向度壓密試驗	1	317CNA	-	
	以下空白				

中聯工程顧問股份有限公司 中聯土壤實驗室 試驗報告 專用章 CHINA UNITED SOIL LABORATORY

備註：1.本試樣由委託者自行取樣，報告所列紀錄僅對樣品負責。

2.本試驗報告不得塗改及摘錄複製，除非獲得本試驗室書面同意。

土 壤 力 學 試 驗 總 表

工程名稱：台北市北投區桃源段一小段693地號　　試驗編號:GL317

孔號 Hole No.	樣號 Sample No.	深度 Depth m	單軸 qu kg/cm²	直接剪力 C kg/cm²	直接剪力 φ 度	三軸透水 k cm/sec	三軸CIU,*CID,!UUU,**SUU試驗 總應力 C kg/cm²	總應力 φ 度	有效應力 $\bar{C}$ kg/cm²	有效應力 $\bar{\phi}$ 度	單向度壓密試驗 e_0	Py kg/cm²	Cc	Cs	Cr	土質敘述 Description
B-1	T-1	6.30~7.05					0.11	20.2	0.08	27.7						深灰色粉土質黏土
B-1	T-2	18.30~19.05					! 0.41	! 0.8								灰色粉土質黏土
B-2	T-2	15.30~16.05									1.299	2.323	0.342	0.040	0.041	灰色粉土質黏土

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

土壤三軸壓縮強度試驗
(UUU Test)

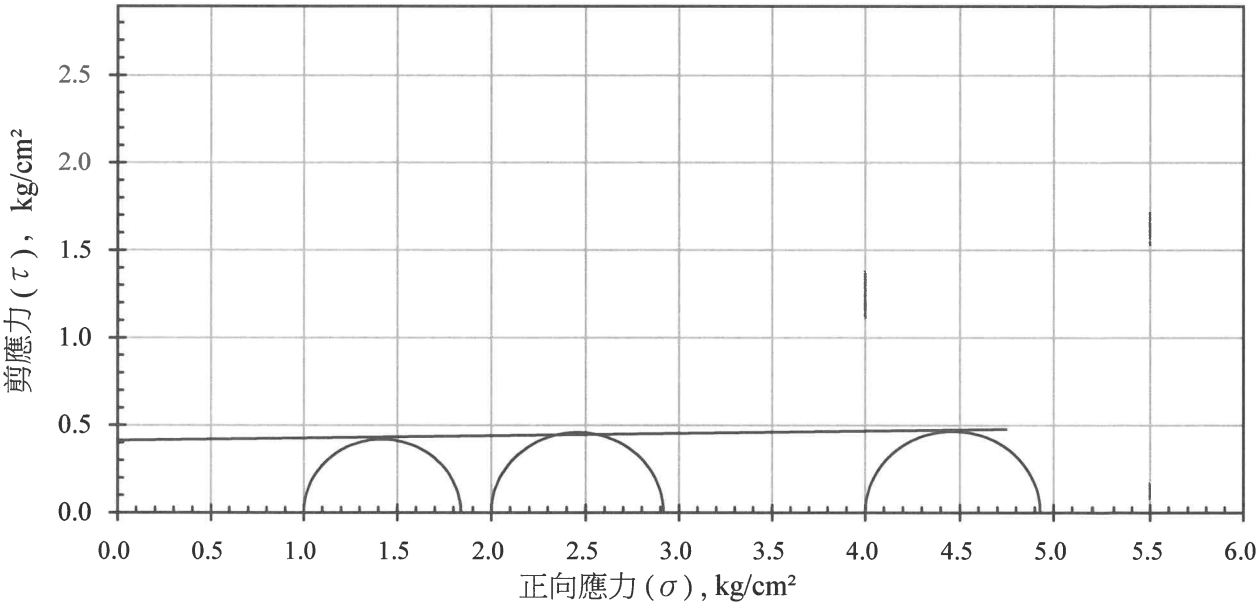
計畫名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

計畫編號： 317UUUA　　試驗日期： 112.07.11

鑽孔編號	B-1	樣號	T-2	取樣深度	18.30~19.05 m
液限, LL	-	塑限, PL	-	土壤分類	CH
比重, Gs	2.72	土樣描述	灰色粉土質黏土		

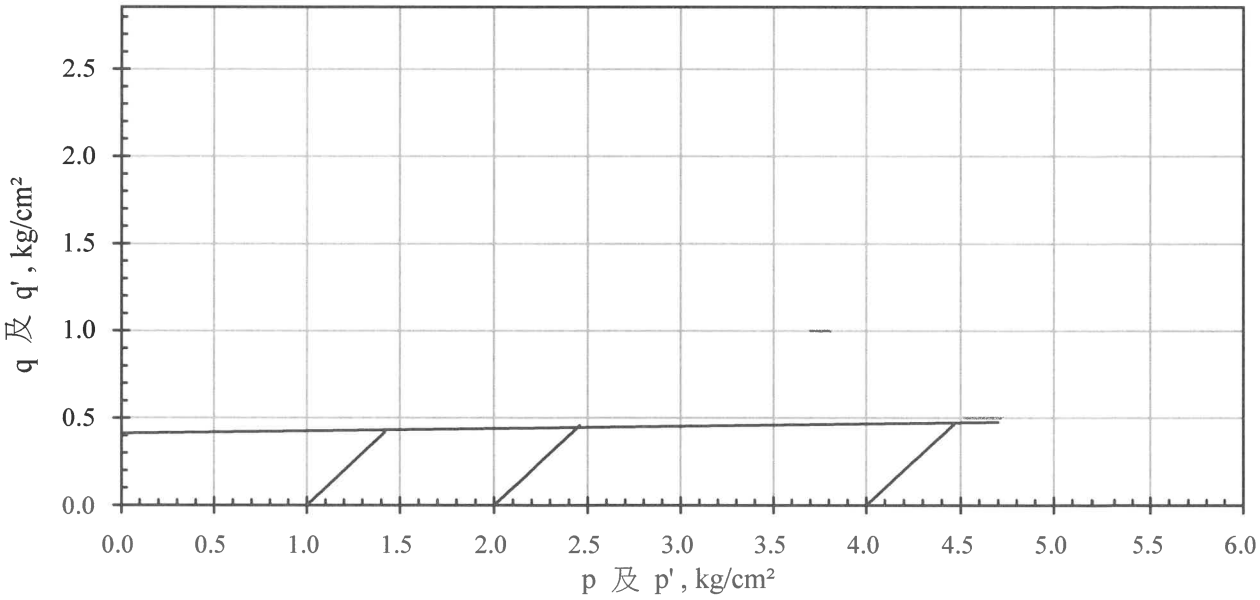
** MOHR 圓 及 破壞包絡線 **

C (kg/cm²)	0.41	Ø (°)	0.8	C' (kg/cm²)	-	Ø' (°)	-



** 應力路徑 **

a (kg/cm²)	0.41	ϕ (°)	0.8	a' (kg/cm²)	-	ϕ' (°)	-



——————— 總應力　　—·—·—·— 有效應力

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

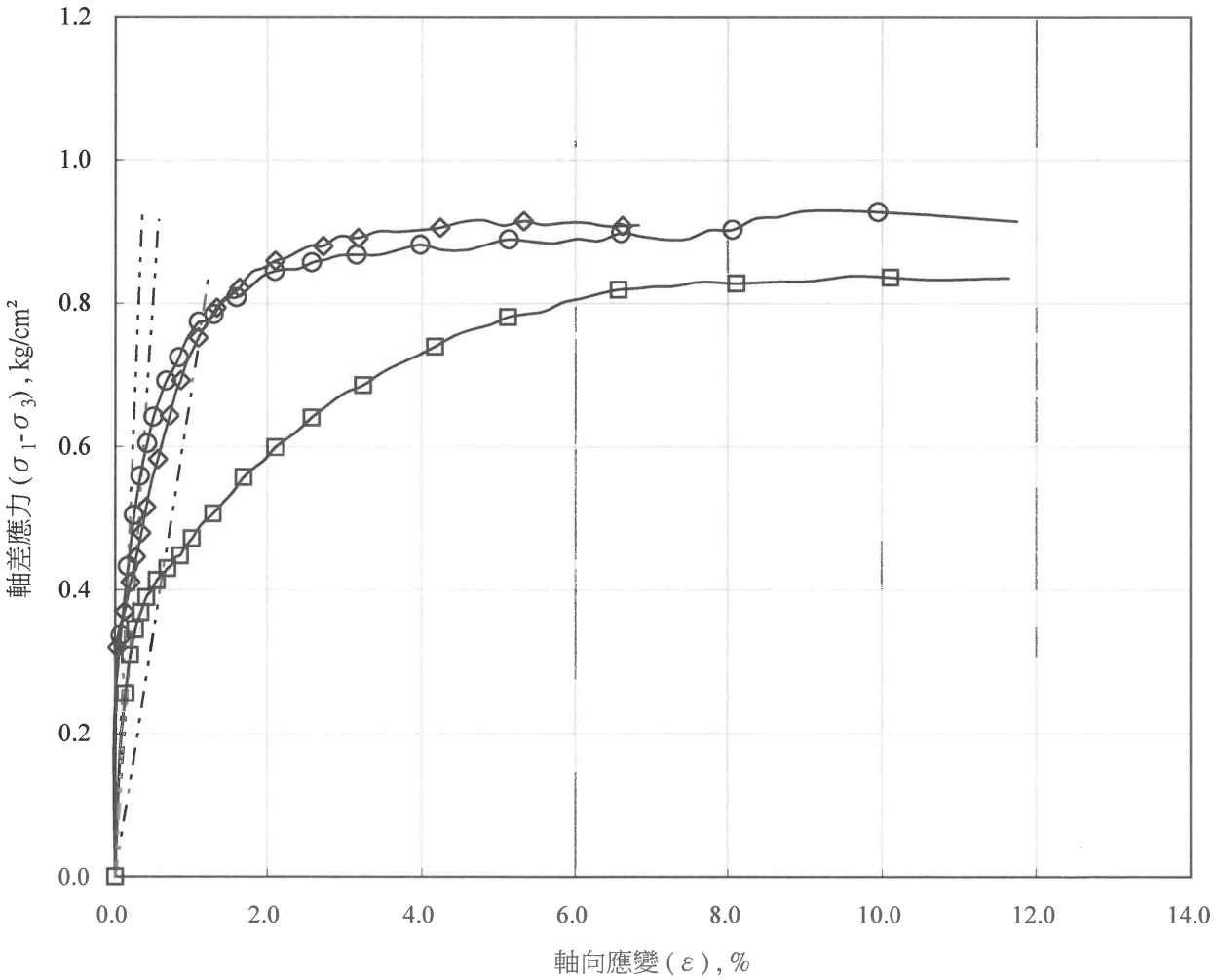
土壤三軸壓縮強度試驗
(UUU Test)

計畫名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

計畫編號： 317UUUA　　試驗日期： 112.07.11　　試驗方法： D2850-03

鑽孔編號	B-1	樣號	T-2	取樣深度	18.30~19.05 m
液限, LL	-	塑限, PL	-	土壤分類	CH
比重, Gs	2.72	土樣描述	灰色粉土質黏土		

試體編號	代表符號	圍壓 (σ_c) kg/cm^2	試體狀態						試體破壞軸差應力 (σ_1-σ_3) kg/cm^2	彈性係數 (Es) kg/cm^2
			試驗前			試驗後				
			含水量 (W) %	孔隙比 (e)	乾密度 (γ_d) g/cm^3	含水量 (W) %	孔隙比 (e)	乾密度 (γ_d) g/cm^3		
1	□	1.00	40.0	1.15	1.26	40.0	1.15	1.26	0.84	68.3
2	◇	2.00	40.0	1.15	1.26	40.0	1.15	1.26	0.92	163.3
3	○	4.00	40.0	1.15	1.26	40.0	1.15	1.26	0.93	261.4



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

土壤三軸壓縮強度試驗
(CIU Test)

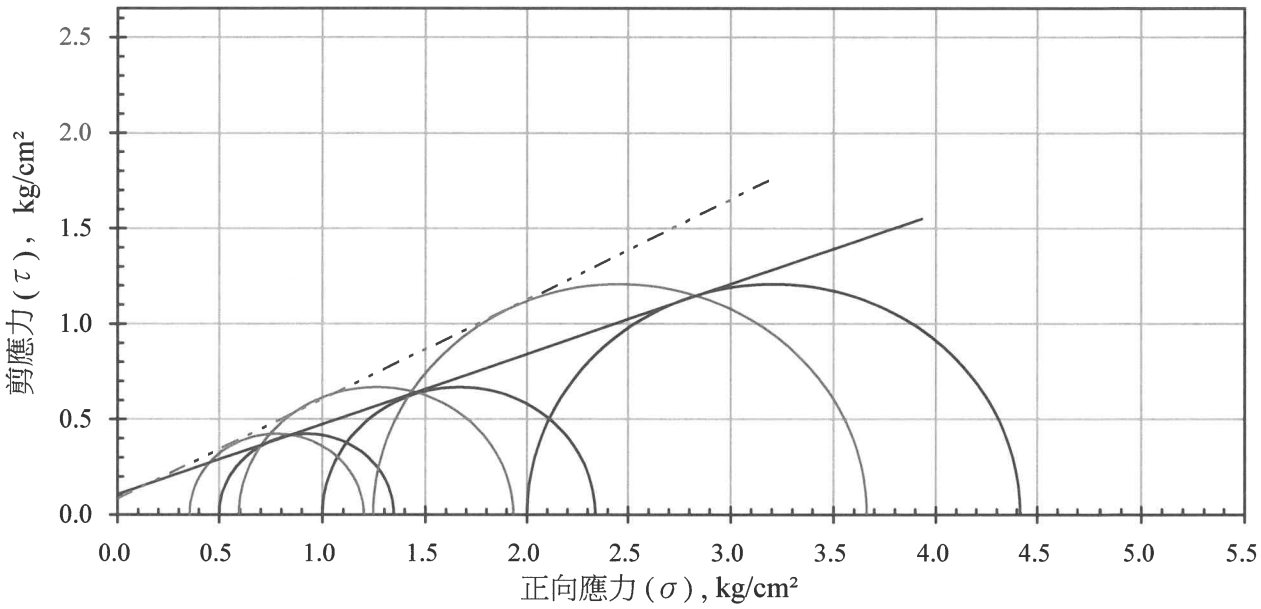
計畫名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

計畫編號： 317CIUA　　試驗日期： 112.07.12

鑽孔編號	B-1	樣號	T-1	取樣深度	6.30~7.05 m
液限, LL	-	塑限, PL	-	土壤分類	CH
比重, Gs	2.73	土樣描述	深灰色粉土質黏土		

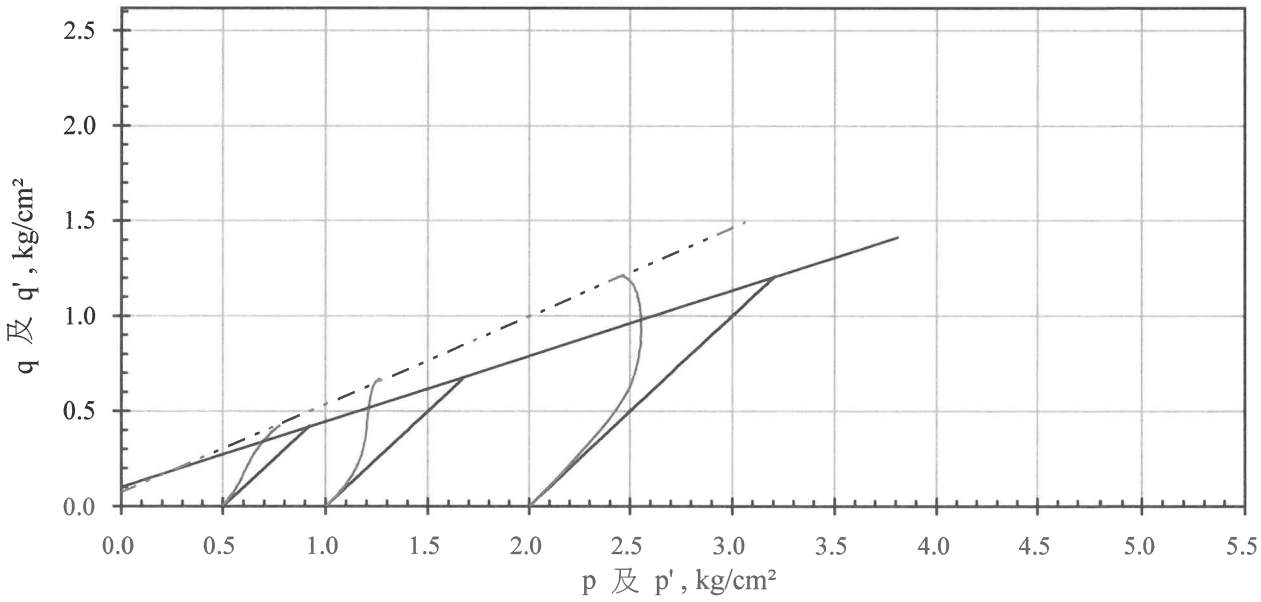
** MOHR 圓 及 破壞包絡線 **

C (kg/cm²)	0.11	Ø (°)	20.2	C' (kg/cm²)	0.08	Ø' (°)	27.7



** 應力路徑 **

a (kg/cm²)	0.10	ϕ (°)	19.0	a' (kg/cm²)	0.07	ϕ' (°)	24.9



總應力　　有效應力

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

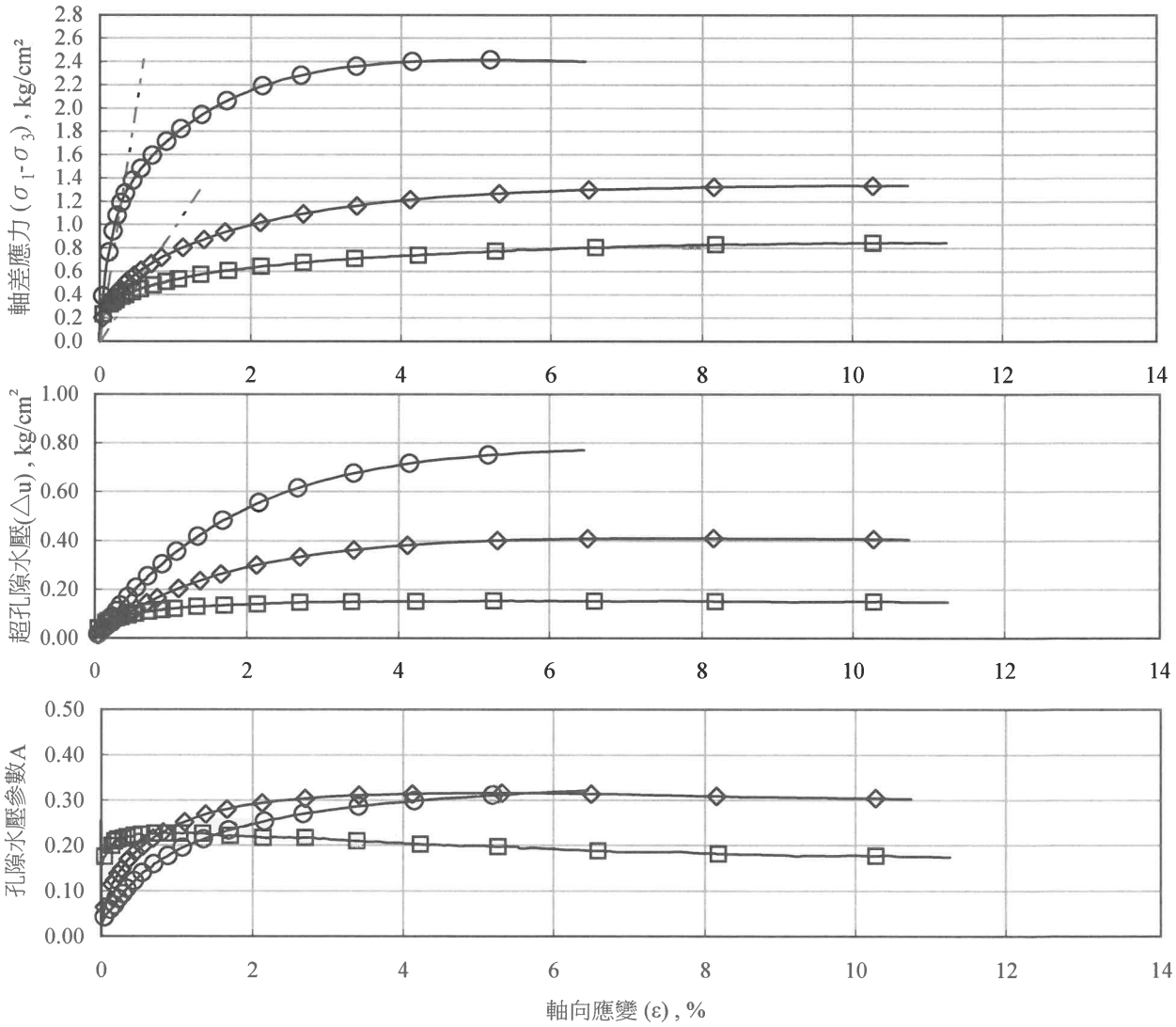
土壤三軸壓縮強度試驗
(CIU Test)

計畫名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

計畫編號： 317CIUA　　試驗日期： 112.07.12　　試驗方法：D4767-04

鑽孔編號	B-1	樣號	T-1	取樣深度	6.30~7.05 m
液限, LL	-	塑限, PL	-	土壤分類	CH
比重, Gs	2.73	土樣描述	深灰色粉土質黏土		

試體編號	代表符號	圍壓 (σ_c) kg/cm^2	試體狀態						試體破壞軸差應力 (σ_1-σ_3) kg/cm^2	彈性係數 (Es) kg/cm^2
			壓密後			破壞後				
			含水量 (W) %	孔隙比 (e)	乾密度 (γ_d) g/cm^3	含水量 (W) %	孔隙比 (e)	乾密度 (γ_d) g/cm^3		
1	□	0.50	54.0	1.47	1.10	54.0	1.47	1.10	0.85	96.9
2	◇	1.00	52.0	1.42	1.13	52.0	1.42	1.13	1.34	97.6
3	○	2.00	50.3	1.37	1.15	50.3	1.37	1.15	2.42	414.0



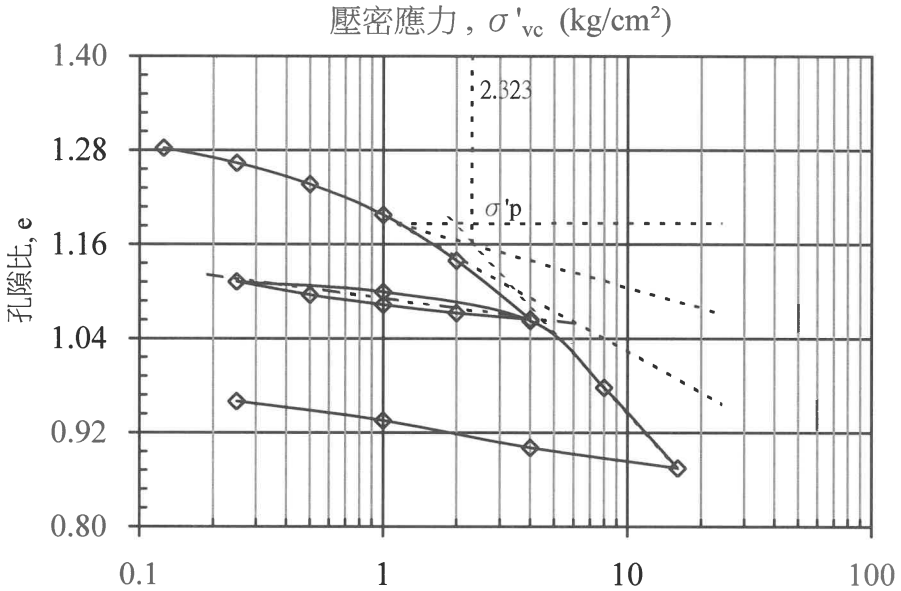
中聯工程顧問股份有限公司
CHINA UNITED ENGINEERING CONSULTANT CO., LTD.
CUC

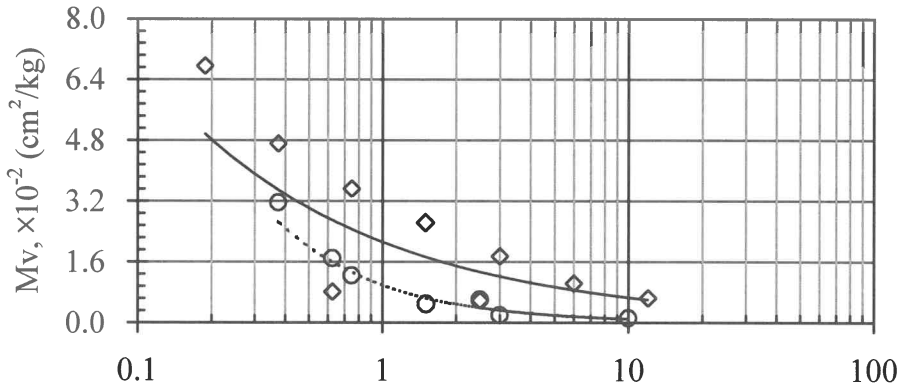
土壤單向度壓密試驗

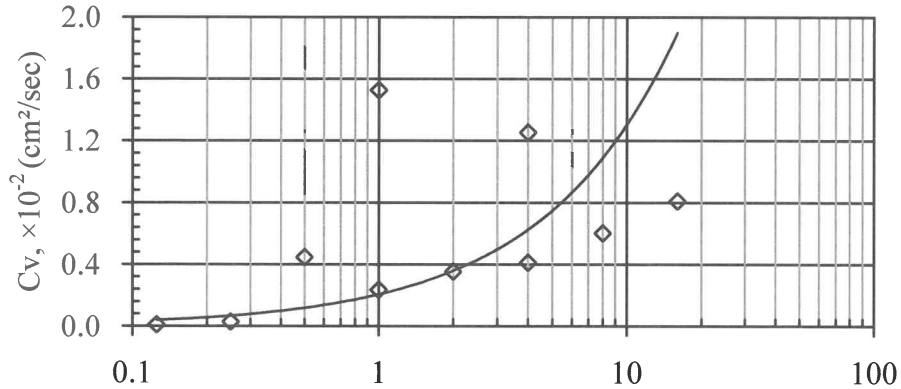
計畫名稱： 台北市北投區桃源段一小段693地號

計畫編號： 317CNA　　試驗日期： 112.07.10

鑽孔編號	B-2	樣號	T-2	取樣深度 (m)	15.30~16.05m
液限, LL	-	塑限, PL	-	土壤分類	CH
比重, Gs	2.73	土樣描述	灰色粉土質黏土		







試體狀態		
試驗前	含水量，W (%)	47.00
	乾密度，γ_d (g/cm³)	1.188
	孔隙比，e	1.299
	飽和度，S (%)	98.8
	試體高，H_i (cm)	2.00
	試體直徑，D (cm)	6.40
試驗後	含水量，W (%)	35.17
	乾密度，γ_d (g/cm³)	1.393
	孔隙比，e	0.960
	飽和度，S (%)	100.0
	試體高，H_f (cm)	1.71

預壓密應力，σ'_p (kg/cm²)	2.323
壓縮指數，Cc	0.342
再壓縮指數，Cr	0.041
膨脹指數，Cs	0.040

附錄D.岩心箱與現場施工照片

工程名稱	台北市北投區桃源段一小段693地號			顏色比對	
孔號	B-1	深度	25-30M	箱號	1/1
日期	112.06.25-112.06.27			地點	北投區新興路(新興公園旁)

工程名稱	台北市北投區桃源段一小段693地號			顏色比對	
孔號	B-2	深度	20-30M	箱號	1/2~2/2
日期	112.06.27-112.06.29			地點	北投區新興路(新興公園旁)

工程名稱:
台北市北投区利源段一小段
693地号
地質鉆探工程
孔号: B-1
項目: 施工中

B-1 鑽孔

工程名稱:
台北市北投区利源段一小段
693地号
地質鉆探工程
孔号: B-2
項目: 施工中

B-2 鑽孔