第四章　工程技術可行性分析

第一節　基礎資料調查分析

一、地形地勢

本計畫區地勢平坦，大多為一級坡，僅東側鄰接保護區坡度較陡，在三至五級坡間，整體而言範圍內為平緩適宜開發之地區。

表 4-1　坡度分析表

坡度級別	範圍	面積(㎡)	百分比(%)
一級坡	S≦5%	20,790	74.44%
二級坡	5%≦S＜15%	3,630	12.97%
三級坡	15%≦S＜30%	2,410	8.6%
四級坡	30%≦S＜40%	157	0.56%
五級坡	40%≦S＜55%	962	3.43%
合計		27,949	100.00%

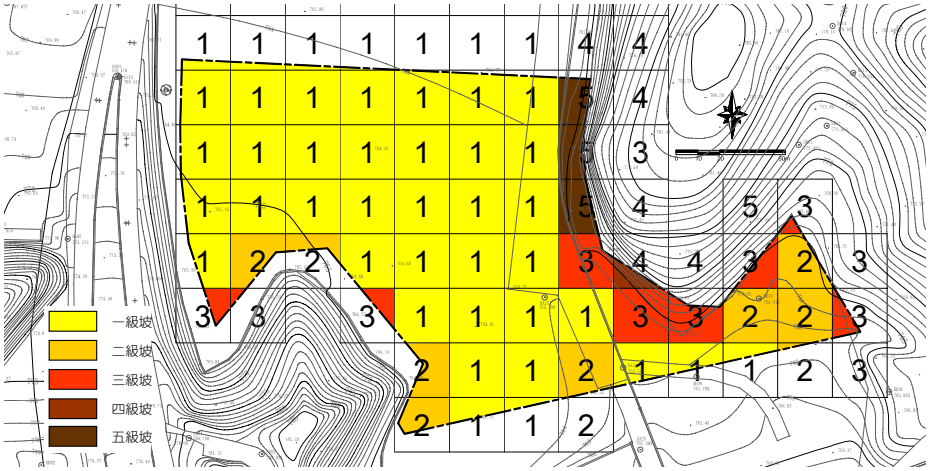


圖 4-1　基地坡度圖

二、地質

經日月潭國家風景區管理處於民國九十年九月及九十四年九月委託專業地質技師，經地質調查及鑽探結果評估分析，本報告摘錄重要成果說明如下：

(一)向山行政中心基地地質(摘錄九十四年九月鑽探報告資料)

1.地層分佈

依據鑽探結果顯示，本工程基地之主要地層在最大鑽探深度 29.00 公尺之內，可區分 4 個主要地層層次。茲將各層之特性分別敘述如下：

(1)回填岩塊、卵礫石夾棕灰色粉土質粘土、細砂、砂質粉土、磚塊

本層分佈於 GL：0.00m 至 GL：-15.50m，厚度約為 15.50m。由回填岩塊、卵礫石夾棕灰色粉土質粘土、細砂、砂質粉土、磚塊所組成。

現場標準貫入試驗 N 值遇細顆粒時 N 值為 7~76，平均 N 值約為 25，係屬疏鬆至極緊密之回填層；遇粗顆粒時 N 值為 Over 100，係極緊密之回填層。

由現場所取土樣進行一般物理性試驗結果如下：

1.含水量平均約為 20.4 %

2.比重平均約為 2.68

3.土壤單位重平均約為.2.00 t/m^3

4.孔隙比平均約為 0.68

5.土壤工程分類為 GM、GP-GM、SP-SM、SM、ML、GC、CL

(2)棕黃色、灰色粉土質粘土夾粘土質粉土、砂質粉土、細砂含少量岩塊

本層分佈於 GL：-15.50m 至 GL：-26.90m 之間，厚度約為 11.40m。由棕黃色、灰色粉土質粘土夾粘土質粉土、砂質粉土、細砂含少量岩塊所組成。

現場標準貫入試驗 N 值遇細顆粒時 N 值為 7~12，平均 N 值約為 9，係中等堅實至堅實之粘土層。

由現場所取土樣進行一般物理性試驗結果如下：

1.含水量平均約為 24.6 %

2.比重平均約為 2.67

3.土壤單位重平均約為 1.95 t/m^3

4.孔隙比平均約為 0.74

5.液性限度（LL）約為 34.5 %

6.塑性指數（PI）約為 11.0 %

7.土壤工程分類為 CL、ML

(3)灰色岩塊、礫石含細砂

本層分佈於 GL:-26.90m 至 GL:-28.50m 之間，厚度約為 1.60m。由灰色岩塊、礫石含細砂所組成。

經現場標準貫入試驗 N 值為 46，係屬緊密之地層。

(4)灰黑色頁岩

本層分佈於 GL：-28.50m 至 GL：-29.00m(最大鑽孔深度)。由灰黑色頁岩所組成。

經現場標準貫入試驗 N 值約為 Over 100。

相關之簡化地層及參數表如表 4-2 所示。

表 4-2　簡化地層參數表

項目 / 分層	平均分佈深度 (m)	平均厚度 (m)	γ_t t/m^3	SPT N 值	C'(C) (t/m^2)	ψ'(ψ) (deg.)	S_u (t/m^2)	Cc (Cs)
回填岩塊、卵礫石夾棕灰色粉土質粘土、細砂、砂質粉土、磚塊(SF1)	0.00m~15.50m	15.50	2.00	7~>100 (25)	0.0*	31.0*	-	-
棕黃色、灰色粉土質粘土夾粘土質粉土、砂質粉土、細砂含少量岩塊(CL2)	15.50m~26.90m	11.40	1.95	7~12 (9)	0.0 (2.0)	30.0 (18.0)	4.9	0.301 (0.028)
灰色岩塊、礫石含細砂(RF3)	26.90m~28.50m	1.60	2.10*	46	0.0*	36.0*	-	-
灰黑色頁岩(SH4)	28.50m~29.00m	0.50	-	>100	-	-	-	-

註：*：建議值

2.水位概況

水為直接影響基礎工程的重要因素，其中最主要為土壤之孔隙水所引起的超額孔隙水壓的消散，對基礎工程的破壞之影響至鉅。

由現場鑽探結束後，經量測各鑽孔之地下水位約在 GL:-3.55m~GL：-6.70m 之間，表 4-3 量測結果表。考慮季節性之水位變化或暴雨之影響，建議於進行基礎分析設計時，低水位採用位於地表面下 8.00 m 處；平常水位採用位於地表面下 5.00m 處；而高水位則採用位於地表面下 2.00m 處。

表 4-3　位量測結果表

孔號	完工日期	觀測井深度(m)	7 月 27 日	8 月 2 日	8 月 10 日	8 月 17 日	8 月 26 日
BH-1	94.08.07	12.0	-	-	-6.00	-5.50	-5.30
BH-2	94.07.29	12.0	-	-	-6.05	-5.80	-5.35
BH-3	94.08.09	15.0	-	-	-	-6.70	-6.50
BH-4	94.08.17	29.0	-	-	-	-	-5.10
BH-5	94.08.15	15.0	-	-	-5.70	-5.45	-5.30
BH-6	94.08.03	12.0	-	-	-4.50	-4.50	-4.45
BH-7	94.08.10	12.0	-	-	-	-4.00	-3.70
BH-8	94.08.13	15.0	-	-	-	-3.70	-3.55
BH-9	94.07.31	12.0	-	-4.20	-4.25	-4.30	-4.35
BH-10	94.08.02	15.0	-	-	-5.65	-5.40	-5.20
BH-11	94.08.15	15.0	-	-	-	-6.05	-5.55
BH-12	94.07.28	12.0	-	-5.85	-5.90	-5.45	-5.25

3.地震力分析

(1)分析方法

依據內政部 94.12.21 台內營字第 0940087319 號令修正「建築物耐震設計規範及解說」(自 95 年 1 月 1 日生效實施)，有關工址設計水平譜加速度係數說明如下：一般工址之震區短週期與一秒週期水平譜加速度係數，震區短週期及一秒週期之設計水平譜加速度係數 S_S^D 與 S_1^D 分別代表工址所屬震區在堅實地盤下，設計地震作用時之短週期結構與一秒週期結構之 5%阻尼譜加速度與重力加速度 g 之比值。震區短週期及一秒週期之最大考量水平譜加速度係數 S_S^M 與 S_1^M 分別代表工址所屬震區在堅實地盤下，最大考量地震作用時之短週期結構與一秒週期結構之 5%阻尼譜加速度與重力加速度 g 之比值。我國之震區係以鄉、鎮、市等行政區為單位劃分，各微分區內之震區設計水平譜加速度係數 S_S^D 與 S_1^D 乃根據 50 年 10%超越機率之均布危害度分析訂定，地震回歸期為 475 年；震區最大考量水平譜加速度係數 S_S^M 與 S_1^M 則根據 50 年 2%超越機率之均布危害度分析訂定，地震回歸期為 2500 年。

地盤之分類除臺北盆地區域外，餘依表 4-2 以工址地表面下 30 公尺內之土層平均特性決定之。

表 4-4　地盤分類表

地盤種類	V_S (m/sec)	N 或 N_{CH}	Su (kgf/cm^2)
第一類地盤(堅實地盤)	$V_S > 360$	N >50	Su >1.02
第二類地盤(普通地盤)	180　V_S　360	15　N　50	0.51　Su　1.02
第三類地盤(軟弱地盤)	$V_S<180$	N <15	Su<0.51

工址短週期與一秒週期水平譜加速度係數：除臺北盆地外，一般工址區域之工址短週期與一秒週期設計水平譜加速度係數 S_{DS} 與 S_{D1} ，以及工址短週期與一秒週期最大考量水平譜加速度係數 S_{MS} 與 S_{M1} 依下式計算：

$$S_{DS} = F_a S_S^D; \qquad S_{MS} = F_a S_S^M$$

$$S_{D1} = F_v S_1^D; \qquad S_{M1} = F_v S_1^M$$

其中，F_A 為反應譜等加速度段之工址放大係數，隨地盤種類與震區短週期水平譜加速度係數 S_S (S_S^D 或 S_S^M)而改變；而 F_v 為反應譜等速度段之工址放大係數，隨地盤種類與震區一秒週期水平譜加速度係數 S_1 (S_1^D 或 S_1^M)而改變，可分別由表 4-3 及表 4-4 求得工址放大係數 F_A 與 F_V。

表 4-5　短週期結構之工址放大係數 FA (線性內插求值)

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

表 4-6　長週期結構之工址放大係數 FV (線性內插求值)

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

近斷層區域之工址短週期與一秒週期水平譜加速度係數，考慮近斷層效應之臺灣地區活動斷層如表 4-5 所列。近斷層區域工址短週期及一秒週期設計水平譜加速度係數 S_{DS} 與 S_{D1} ，及工址短週期及一秒週期最大考量水平譜加速度係數 S_{MS} 與 S_{M1} 直接依下式計算：

N_A 與 N_V 分別代表反應譜等加速度段與等速度段之近斷層調整因子，其值在設計地震與最大考量地震下並不相同，並隨工址與斷層之水平距離 r 而改變，如表 5-4 所列。

$$S_{DS} = F_a S_S^D N_A; \qquad S_{MS} = F_a S_S^M N_A; \qquad N_A \geq 1.0$$

$$S_{D1} = F_v S_1^D N_V; \qquad S_{M1} = F_v S_1^M N_V; \qquad N_V \geq 1.0$$

表 4-7　各斷層調整因子 N_A 與 N_V

斷層	用途	因子	γ≦2km	2＜γ≦5km	5＜γ≦8km	8＜γ≦12km	γ＞12km
車籠埔斷層	設計	N_A	1.23	1.16	1.07	1.03	1.00
		N_V	1.36	1.32	1.22	1.10	1.00
	最大	N_A	1.25	1.20	1.10	1.03	1.00
		N_V	1.50	1.45	1.30	1.15	1.00
斷層	用途	因子	γ≦2km	2＜γ≦5km	5＜γ≦8km	γ＞8km	
獅潭神桌山埔斷層	設計	N_A	1.28	1.20	1.10	1.00	
		N_V	1.33	1.27	1.10	1.00	
	最大	N_A	1.26	1.18	1.05	1.00	
		N_V	1.42	1.32	1.15	1.00	
斷層	用途	因子	γ≦2km	2＜γ≦5km	5＜γ≦10km	γ＞10km	
屯子腳斷層	設計	N_A	1.28	1.20	1.10	1.00	
		N_V	1.31	1.25	1.15	1.00	
	最大	N_A	1.26	1.17	1.05	1.00	
		N_V	1.42	1.32	1.15	1.00	
斷層	用途	因子	γ≦2km	2＜γ≦5km	5＜γ≦8km	γ＞8km	
梅山斷層	設計	N_A	1.37	1.28	1.15	1.00	
		N_V	1.44	1.36	1.20	1.00	
	最大	N_A	1.30	1.20	1.05	1.00	
		N_V	1.48	1.36	1.15	1.00	
斷層	用途	因子	γ≦2km	2＜γ≦5km	γ＞5km		
新化斷層	設計	N_A	1.23	1.06	1.00		
		N_V	1.15	1.05	1.00		
	最大	N_A	1.29	1.10	1.00		
		N_V	1.30	1.15	1.00		
斷層	用途	因子	γ≦2km	2＜γ≦5km	5＜γ≦8km	γ＞8km	
大尖山觸口斷層	設計	N_A	1.15	1.08	1.00	1.00	
		N_V	1.15	1.10	1.03	1.00	
	最大	N_A	1.21	1.17	1.05	1.00	
		N_V	1.42	1.35	1.15	1.00	
斷層	用途	因子	γ≦2km	2＜γ≦5km	5＜γ≦8km	8＜γ≦12km	γ＞12km
花東地區斷層	設計	N_A	1.42	1.37	1.28	1.14	1.00
		N_V	1.58	1.53	1.38	1.20	1.00
	最大	N_A	1.32	1.26	1.10	1.02	1.00
		N_V	1.58	1.48	1.30	1.16	1.05 γ＞15km 1.00

依據內政部 94.12.21 台內營字第 0940087319 號令修正「建築物耐震設計規範及解說」(自 95 年 1 月 1 日生效實施)，以中央地質調查所公告之第一類活動斷層為評估對象。



圖 4-2　工址短週期設計水平譜加速度係數 S_S^D 分布圖

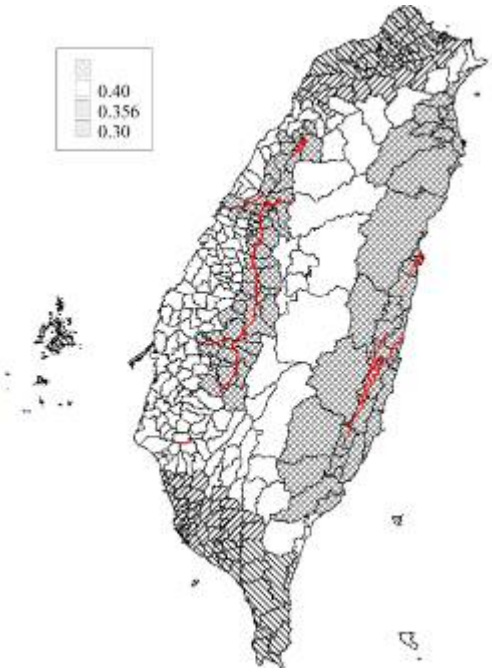


圖 4-3　工址一秒週期設計水平譜加速度係數 S_1^D 分布圖

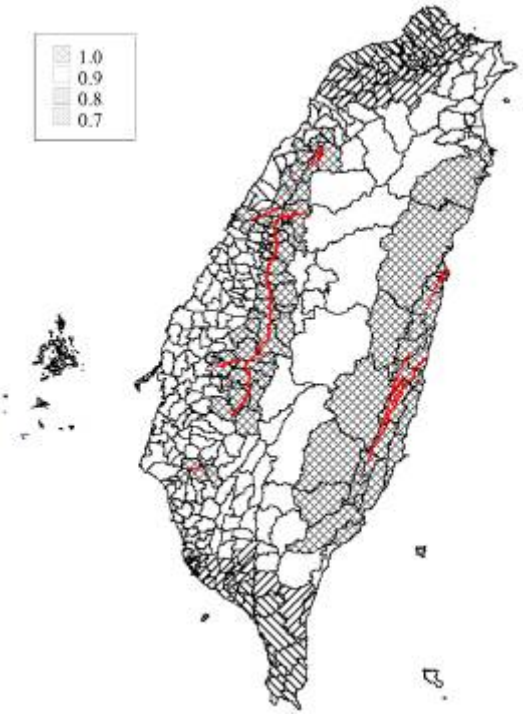


圖 4-4　工址短週期設計水平譜加速度係數 S_S^M 分布圖

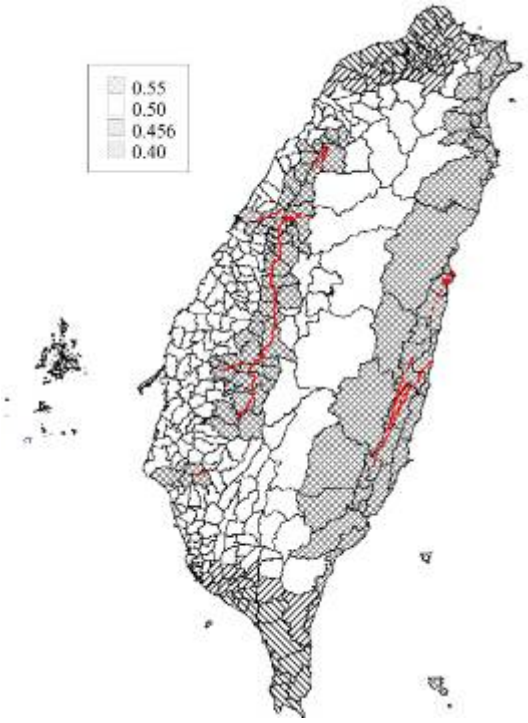


圖 4-5　工址短週期設計水平譜加速度係數 S_1^M 分布圖

(2)分析結果

本區屬於第二類地盤，其地層如下表所示：

表 4-8　各分層深度、單位重、N 值綜合整理表

項目 / 分層	深度分布(m)	γ_t(t/m^3)	SPT-N
回填層(SF)	0.0~21.8	1.98	15~30 (22)

經查表得S_S^D、S_1^D、S_S^M、S_1^M、F_A、F_V、N_A、N_V 等如下表所示：

表 4-9　水平譜加速度係數S_S^D、S_1^D、S_S^M、S_1^M、FA、FV、NA、NV 表

縣市	南投縣	F_A (設計用)	1.00
鄉鎮市區	魚池鄉	F_A (最大地震考量)	1.00
S_S^D	0.70	F_V (設計用)	1.30
S_1^D	0.40	F_V (最大地震考量)	1.10
S_S^M	0.90	N_A (設計用)	1.00
S_1^M	0.50	N_A (最大地震考量)	1.00
臨近活動斷層	12km 範圍內無第一類活動斷層	N_V (設計用)	1.00
		N_V (最大地震考量)	1.00
S_{DS}	0.70	$=F_A S_S^D N_A$ (設計用)	
S_{D1}	0.52	$=F_V S_1^D N_V$ (設計用)	
S_{MS}	0.90	$=F_A S_S^M N_A$ (最大地震考量)	
S_{M1}	0.55	$=F_V S_1^M N_V$ (最大地震考量)	
中小度地震時	$A/g=0.4\times S_{DS}\times I/4.2$	0.08	
設計地震時	$A/g=0.4\times S_{DS}\times I$	0.35	
最大地震時	$A/g=0.4\times S_{MS}\times I$	0.45	
	I(用途係數)=1.25		

(二)旅館區基地地質(摘錄九十年九月鑽探報告資料)

1.未固結岩層

(1)回填層(SF)

地表回填層厚度約在 11~21.8 公尺，為棕黃色砂土、沉泥、粘土，夾硬砂岩或頁岩碎塊、礫石、磚塊、木塊、雜物...等，為明湖、明潭抽蓄發電廠失工期間所形成之填土層，由於該土層多為非均質且強度較弱，具孔隙大、不易再壓實且抗剪力低等特性。其標準貫入試驗 N 值約分布在 5~77，遇硬砂岩或頁岩碎塊、礫石、磚塊時 N 值達 50 以上，或預更為堅硬緻密之岩塊

則 N 值大於 100，大部份在 15~30 間，惟在純沉泥、粘土之夾層中 N 值分布在 5~15 間，夾層厚度可能分布在 0.5~2 公尺間。

由現場所取土樣進行一般物理性試驗，礫石含量約在 0%~25%，砂含量約在 7%~45%，沉泥含量約在 19%~64%，黏土含量約在 5%~42%，土壤密度(γ_t)介於 1.83~2.13 t/m^3，平均為 1.98t/m^3，自然含水量(Wn)介於 14~32%，比重(Gs)約為 2.67~2.72，孔隙比(e)約為 0.43~0.75，含粘土量高之液性限度(LL)31~54%、塑性指數(PI)11~26%，所以土壤分類為 SM、SC、CL、CH、ML。部份土樣為含有機物，其土壤密度(γ_t)介於 1.45t/m^3，自然含水量(Wn)達 75%，比重(Gs)約為 2.58，孔隙比(e)約為 2.13，液性限度(LL)83%、塑性指數(PI)35%，所以土壤分類為 OH。

表 4-10　回填層深度表　　單位：公尺

孔號	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5	BH-6	BH-7	BH-8	BH-9	BH-10	BH-11	BH-12	BH-13	BH-14	BH-15
回填深度	11.0	21.8	11.9	21.5	12.8	12.3	17.7	13.5	18.0	15.0	14.85	18.3	17.8	25.0	14.0
鑽探深度	40	40	25	40	20	25	40	25	40	20	25	30	25	30	30

表 4-11　土壤試驗結果表

孔號	深度(M)	土壤無圍	土壤直剪		土壤三軸(CIU)			
					總應力		有效應力	
		qu (kg/cm^2)	C (kg/cm^2)	ϕ (deg)	C (kg/cm^2)	ϕ (deg)	C' (kg/cm^2)	ϕ' (deg)
BH-1	3.10~3.50	1.12	—	—	0.27	22.28	0.05	31.09
BH-2	6.10~6.40	—	0.27	26.2	0.19	24.01	0.05	30.60
BH-4	9.10~9.80	0.63	0.17	26.8	0.14	24.49	0.02	31.36
BH-7	15.10~15.40	0.85	0.24	26.3	—	—	—	—
BH-9	12.10~12.40	—	0.18	24.4	0.16	23.94	0.04	31.12

2.岩性地質

本基地之固結地層以水長流層之硬頁岩層為主，基地地層剖面及分層情形，如圖 4-3~圖 4-6 所示。以下就工程性質大致分為原始地層及新鮮岩層等兩種，各層性質分述如下。

(1)原始地層

原始地層為前節所述之回填層尚未回填整地前之地表地層，岩性主要為棕黃色至棕灰色輕度至中度風化頁岩，岩質膠結良好，但相當破碎，層理不明顯，節理發達但不規則。各孔此層深度分布情行如下表。

表 4-12　原始地層深度表　　單位：公尺

孔號	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5	BH-6	BH-7	BH-8	BH-9	BH-10	BH-11	BH-12	BH-13	BH-14	BH-15
深度分布	11.0 | 15.0	21.8 | 28.5	11.9 | 22.8	21.5 | 25.0	12.8 | 17.85	12.3 | >25.0	17.7 | 22.2	13.5 | >25.0	18.0 | 26.5	15.0 | >20.0	14.85 | 20.1	18.3 | 26.65	17.8 | 20.95	25.0 | >30.0	14.0 | 27.5
鑽探深度	40	40	25	40	20	25	40	25	40	20	25	30	25	30	30

此層間含有棕黃或棕灰色或灰黑色之沉泥粘土之夾層，原為接近地表附近，而經風化及地下水等作用下所致。其標準貫入試驗 N 值約分布在 25~35 間，當遇岩塊時則 N 值大於 100，顯示此層受風化作用相當顯著。

由現場所取土樣進行一般物理性試驗，礫石含量約在 0%~12%，砂含量約在 7%~25%，沉泥含量約在 43%~63%，黏土含量約在 19%~39%，土壤密度(γ_t)介於 1.92~2.10 t/m^3，平均為 2.01t/m^3，自然含水量(Wn)介於 16~28%，比重(Gs)約為 2.69~2.72，孔隙比(e)約為 0.50~0.81，含粘土量高之液性限度(LL)35~59%、塑性指數(PI)11~31%，所以土壤分類為 CL、CH。

表 4-13　土壤試驗結果表

孔號	深度(M)	土壤無圍	土壤直剪		土壤三軸(CIU)			
					總應力		有效應力	
		qu (kg/cm^2)	C (kg/cm^2)	ϕ (deg)	C (kg/cm^2)	ϕ (deg)	C' (kg/cm^2)	ϕ' (deg)
BH-2	22.6~22.9	1.76	0.53	22.3	—	—	—	—
BH-4	22.8~23.1	—	0.30	22.9	0.33	23.64	0.09	32.72
BH-7	18.10~18.50	1.98	—	—	0.35	22.23	0.11	32.28
BH-9	18.30~18.60	1.88	0.48	21.8	—	—	—	—
BH-12	19.60~20.00	0.46	—	—	0.19	22.95	0.06	30.07

表 4-14　岩石試驗結果表

孔號	深度(M)	岩石單軸	岩石弱面直接剪力試驗			
			尖峰應力		殘餘應力	
		qu (kg/cm^2)	Cp (kg/cm^2)	ϕp (deg)	Cr (kg/cm^2)	ϕr (deg)
BH-3	21.38~21.53	18.54	—	—	—	—
BH-5	16.75~17.00	—	0.2	24.2	0.0	21.4
BH-8	24.25~24.50	—	0.1	26.4	0.0	23.3
BH-10	15.80~16.00	—	0.2	28.6	0.0	26.3
BH-10	19.25~19.45	27.65	—	—	—	—
BH-14	26.00~26.25	425.63	—	—	—	—
BH-14	27.30~27.68	—	0.4	33.3	0.1	30.4

(2)新鮮岩層

原始地層以下即為新鮮岩層。所稱之新鮮岩層為未受風化作用岩層仍能保持原有岩質特性。此層岩質為灰黑色硬頁岩層，岩質膠結堅硬緻密，部份岩段相當破碎。其 RQD(岩石品質級數)約分布在 0~70 間，大部份在 50 以下，部份破碎岩段則 RQD=0。此層之標準貫入試驗 N 值均可達 100 以上，是為最佳基礎承載層。各孔新鮮岩層深度分布情形如下表。

表 4-15　新鮮岩層深度表　　單位：公尺

孔號	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5	BH-6	BH-7	BH-8	BH-9	BH-10	BH-11	BH-12	BH-13	BH-14	BH-15
深度分布	15.0 以下	28.5 以下	22.8 以下	25.0 以下	17.85 以下	>25.0 以下	22.2 以下	>25.0 以下	26.5 以下	>20.0 以下	20.1 以下	26.65 以下	20.95 以下	>30.0 以下	27.5 以下
鑽探深度	40	40	25	40	20	25	40	25	40	20	25	30	25	30	30

表 4-16　岩石試驗結果表

孔號	深度(M)	岩石單軸	岩石弱面直接剪力試驗			
			尖峰應力		殘餘應力	
		qu (kg/cm^2)	Cp (kg/cm^2)	ϕp (deg)	Cr (kg/cm^2)	ϕr (deg)
BH-3	23.00~23.21	—	0.2	23.7	0.0	18.9
BH-5	19.65~19.82	33.65	—	—	—	—
BH-9	35.75~35.96	57.86	—	—	—	—
BH-9	37.78~38.00	—	0.3	31.5	0.0	28.2
BH-11	20.80~21.00	—	0.3	21.6	0.0	19.2
BH-11	24.20~24.50	45.27	—	—	—	—
BH-15	27.30~27.68	4.11	—	—	—	—

表 4-17　地層簡化力學參數建議表

項目 / 分層	γ_t t/m^3	SPT N	C kg/cm^2	ϕ deg	C' kg/cm^2	ϕ' deg
SF	1.98	15~30 (22)	0.14	24.49	0.02	31.36
*SH1	2.01	25~35 (30)	0.19	22.95	0.06	30.07
+SH1	2.4	>100	0.1	26.4	0.0	23.3
+SH2	2.4	>100	0.2	23.7	0.0	18.9

註：SF：回填層

*SH1：原始地層中所夾沉泥粘土層

+SH1：原始地層之弱面力學參數（棕黃色至棕灰色輕度至中度風化頁岩）

+SH2：新鮮岩層之弱面力學參數（灰黑色硬頁岩層）

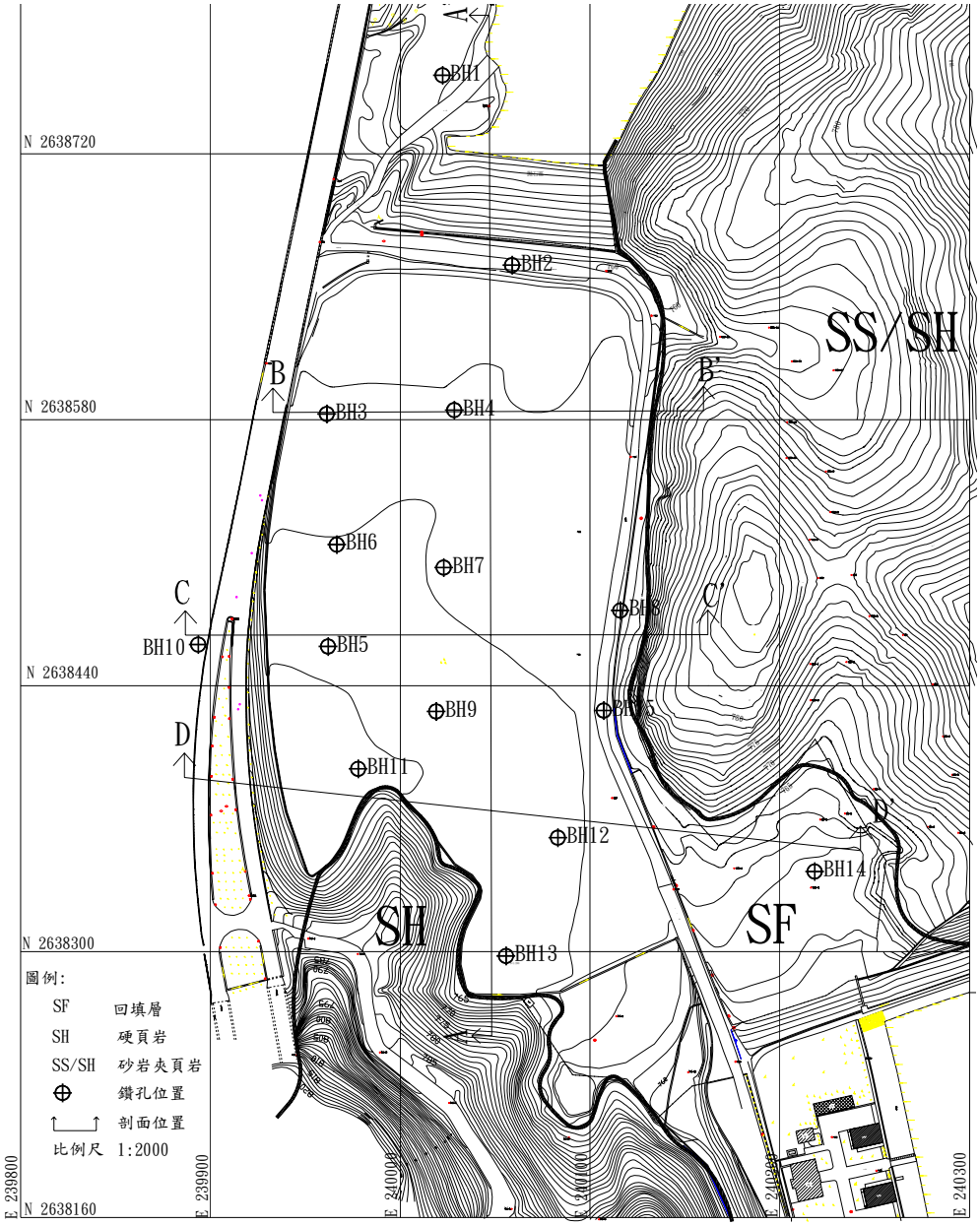

N 2638720
N 2638580
N 2638440
N 2638300
N 2638160
E 239800
E 239900
E 240000
E 240100
E 240200
E 240300
BH1
BH2
BH3
BH4
BH5
BH6
BH7
BH8
BH9
BH10
BH11
BH12
BH13
BH14
A
A'
B
B'
C
C'
D
D'
SS/SH
SH
SF
圖例:
SF 回填層
SH 硬頁岩
SS/SH 砂岩夾頁岩
鑽孔位置
剖面位置
比例尺 1:2000

圖 4-6　基地地質圖

圖例:

SF	回填層(棕黃色砂土沉泥粘土,夾硬砂頁岩碎塊,礫石,磚塊,木塊,雜物...等)
SH1	原始地層(棕黃色至棕灰色輕度至中度風頁岩)
SH2	新鮮地層(灰黑硬頁岩層)
BH2	鑽孔位置
比例尺	1:1500

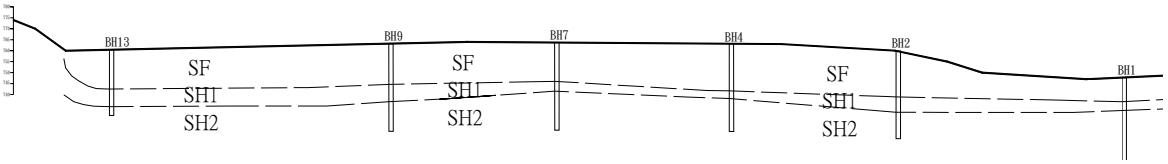


圖 4-7　地質剖面圖(A-A')

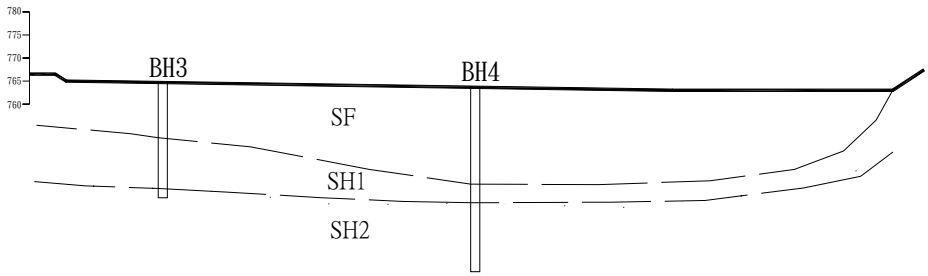


圖 4-8　地質剖面圖(B-B')

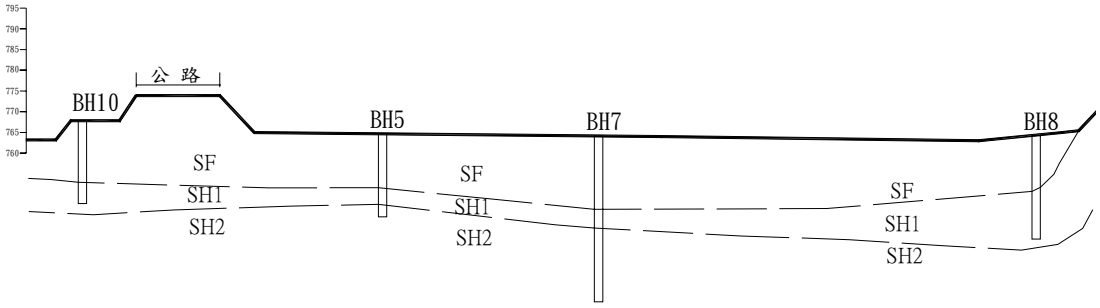


圖 4-9　地質剖面圖(C-C')

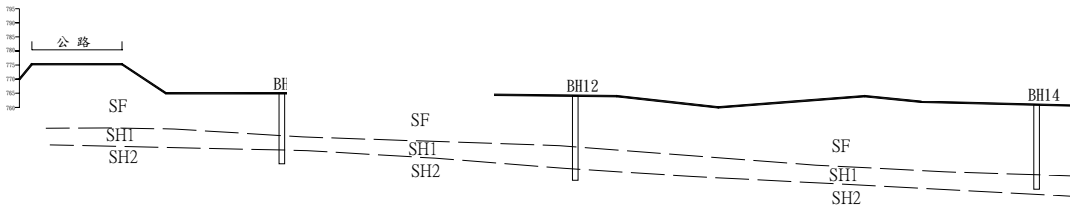


圖 4-10　地質剖面圖(D-D')

(三)基地地質構造

一般岩層構造主要係指層面、節理面及剪裂帶等三種不連續面。不連續面為岩體的軟弱面，岩體並且由於不連續面的存在，而切割成大小不等、形狀不一的岩塊(Blocks)。當不連續面露出(Day-light)於開挖面時，有可能造成滑落崩壞，而會影響工程品質與工程進行。因此，對不連續面的瞭解與分析掌握，有利於工程環境的控制。

以下就層面、節理面及剪裂帶等三種不連續面分別評估其工程性質：

1.層面

本基地地質構造受西側之頂崁向斜影響，所以地層位態大致呈南北走向向西傾斜約 30~40 度(N-S/30~40W)。由於基地中央地區地形平坦，原為經回填整地所成，在道路西側為坡地丘陵地山腳低窪地區，將來規劃為停車場用地，及基地東側靠近日月潭邊為一山脊地形則規劃為保育區，所以基地整體開發建築範圍位在中央地形平坦地區，本地區地層位態與地形關係並不致構成順向坡或平面滑動之情形。

2.節理面

由於基地整體開發建築範圍地形平坦，且該地區為經回填之砂土岩塊層。所以回填層下之地層節理構造對基地開發無影響。另在道路西側為坡地丘陵地帶及基地東側靠近日月潭邊為一山脊地形將不做為開發建築使用，以規劃保育區使用為宜。

3.剪裂帶

本基地鄰近地區之活動斷層為雙冬及車籠埔斷層，與基地之相對關係，為位在基地西側超過 10 公里以上，所以評估該斷層並不會造成本基地範圍直接錯動之影響。

另基地西側山脊有一條大致呈北北東走向之 A 斷層通過，此斷層依工研院能資所之研究為推測性之斷層，而鄰近地區有 B 向斜、A 向斜及 A 背斜之一系列連續之複摺取構造，所以受這些構造影響使得基地岩層顯得相當破碎，尤其現場所鑽取岩心，其 RQD(Rock Quality Designation，岩石品質級數)約分布在 0~70 間，大部份在 50 以下，部份破碎岩段則 RQD=0，而此層之標準貫入試驗 N 值均可達 100 以上，且本基地範圍預開發建築地區地形坡度相當平坦，所以此地層仍屬最佳基礎承載層。

(四)基地之地下水狀況

水為直接影響邊坡穩定與基礎工程的重要因素，其中最主要為地質材料中之孔隙水所引起的超額孔隙水壓的消散，對邊坡穩定與基礎工程的破壞之影響至巨。經由地質鑽探後所裝設之地下水位觀測井結果顯示，本基地的地下水狀況如下表所示。

表 4-18　地下水位觀測結果表　　單位：公尺

量測日期	BH-1	BH-2	BH-3	BH-4	BH-5	BH-6	BH-7	BH-8	BH-9	BH-10	BH-11	BH-12	BH-13	BH-14	BH-15
9/27			-4.10	-8.50											
9/28		-2.20	-4.20	-8.40											
9/29		-2.20	-4.20	-8.45											
9/30		-2.15	-4.15	-8.55											
10/1		-2.10	-4.20	-8.50	-4.30										
10/2		-2.20	-4.25	-8.50	-4.35		-4.90								
10/3	-1.20	-2.20	-4.20	-8.50	-4.30		-4.85								
10/4	-1.20	-2.20			-4.25		-4.95								
10/5	-1.20				-4.30	-3.90	-4.90								
10/6	-1.15				-4.30	-4.00	-4.90								
10/7	-1.25				-4.30	-3.95	-4.90		-8.55						
10/8	-1.20					-3.90	-4.90		-8.60						
10/9	-1.20					-3.85			-8.60	-2.60					
10/10						-3.90			-8.55	-2.65					
10/11						-3.90			-8.50	-2.55					
10/12									-8.55	-2.50					
10/13									-8.60	-2.60			-6.30		
10/14										-2.60			-6.30		
10/15										-2.60		-15.40	-6.35		
10/16												-15.30	-6.30		
10/17												-15.35	-6.25		
10/18												-15.40	-6.25	-16.65	
10/19												-15.35	-6.30	-16.65	
10/20												-15.40		-16.70	-16.40
10/21								-16.50			-5.50	-15.45		-16.75	-16.45
10/22								-16.45			-5.45			-16.65	-16.45
10/23								-16.50			-5.50			-16.60	-16.45
10/24								-16.60			-5.50			-16.65	-16.40
10/25								-16.55			-5.55				-16.40
10/26								-16.60			-5.60				-16.40
10/27								-16.65			-5.55				
10/28															
埋設深度(m)	40	40	25	40	20	25	40	25	40	20	25	30	25	30	30

資料來源：民國九十年向山旅館鑽探報告

(五)環境與工程地質評估

1.侵蝕、潛移、崩塌、滑動地區

由於基地中央地區地形平坦，原為經回填整地所成，在道路西側為坡地丘陵地山腳低窪地區，將來規劃為停車場用地，及基地東側靠近日月潭邊為一山脊地形則規劃為保育區，所以基地整體開發建築範圍位在中央地形平坦地區，所以本基地整體開發建築範圍地區不致構成有侵蝕、潛移、崩塌、滑動等情形。

2.基礎沉陷

本基地之地表回填土層，為明湖、明潭抽蓄發電廠失工期間所形成之填土層，由於該土層多為非均質且強度可能較弱，具孔隙大、不易再壓實且抗剪力低等特性。由現場之標準貫入試驗 N 值約分布在 5~77，遇硬砂岩或頁岩碎塊、礫石、磚塊時 N 值達 50 以上，或預更為堅硬緻密之岩塊則 N 值大於 100，大部份在 15~30 間，惟在純沉泥、粘土之夾層中 N 值分布在 5~15 間，夾層厚度可能分布在 0.5~2 公尺間。所以，本基地地表回填層對於建築結構體可能會有基礎差異沉陷(不等量沉陷)問題，建議以地質改良(機械式攪拌樁工法)工程方式來增加地層強度。

而在基地原始或新鮮之地層中，受鄰近地區構造影響使得基地岩層顯得相當破碎，尤其現場所鑽取岩心，其 RQD(Rock Quality Designation，岩石品質級數)約分布在 0~70 間，大部份在 50 以下，部份破碎岩段則 RQD=0，而此層之標準貫入試驗 N 值均可達 100 以上，且本基地範圍預開發建築地區地形坡度相當平坦，所以此地層仍屬最佳基礎承載層。

3.活動斷層

本基地鄰近地區之活動斷層為雙冬及車籠埔斷層，與基地之相對關係，為位在基地西側超過 10 公里以上，所以評估該斷層並不會造成本基地範圍直接錯動之影響，但在結構部份仍需考量其耐震設計。

4.礦坑、礦渣堆、隧道地區

基地範圍地層為水長流層及地表覆蓋之回填層，並不是台灣的產煤地層(木山層、石底層、南莊層)。本基地內無經濟價值之礦產，因此過去無礦業活動，地下開挖之礦坑、地面開採之礦場或廢棄之礦渣堆等，在本區均無。另外各式之人為隧道也未在本基地內發現。

三、工程地質建議對策

針對上述基地基礎資料分析結果顯示，因本計畫區屬填土區，地質調查結果乃為影響本計畫工程最重要之因子，未來需擬定適當之解決對策，使將影響層面降至最低。

(一)崩塌物質之處理對策及挖填方注意事項

由現場地質調查結果顯示，本基地範圍未發現明顯有崩塌物質。基地中央回填地區地形平坦，且規劃為主要建築配置區，基礎開挖所產生之土石可運至道路西側山腳低窪地區回填。依據農委會公告之水土保持相關法規水土保持設施，如排水設施、沉砂滯洪設施等，仍需重新檢討。

(二)動斷層兩旁建築物之配置原則

本基地位置係位於車籠埔及雙冬斷層東側超過 10 公里以上之距離，依建築技術規則有關活動斷層兩旁建築物之配置原則至少 50~100 公尺以上，前述之距離已超過此原則範圍。由於民國 88 年 9 月 21 日集集大地震期間被誘發，芮氏地震規模達 7.3，地震力局部超過 1.0g，因此建築物應有耐震設計方面的考量。

(三)地下排水之需要性

本基地的地下水狀況，位在 GL-4.1~-8.6 公尺間，長期地下水位以 GL-3.0 公尺分析。但基地地表地層主要以回填層為主，其透水性佳，且間夾有透水性差之沉泥粘土層；本工程擬新建地上七層地下一層之建築物，其地下開挖深度估計約為 5 公尺，所以基礎底部低於地下水位高度，為確保施工安全，仍需注意施工期間之地下水或降雨累積，避免可能對側向邊坡之影響，建議可備妥抽降水設備，以點井方式來抽降水位至基礎底部下 2~3 公尺之深度。(資料來源九十年九月鑽探報告資料)

(四)需要特別詳細調查之地區

由前所述，基地主要建築配置區為回填區，其地形相當平坦，無山坡地常發生之地質災害(順向坡、侵蝕、崩塌…等)，但在建築設計前應再針對各建築配置地區，依照建築技術規則之相關規定辦理。

(五)開挖時遭遇問題之處理對策

1.開挖穩定性分析

開挖深度約在地表下 5 公尺，及最下層支撐深度在 4 公尺處，採用

本報告之土壤強度建議參數，當擋土設施貫入深度達 4 公尺，在擋土設施貫入深度之檢討、開挖底面隆起之檢討、上舉力分析等，各別檢討之安全係數可達建築技術規則大於最低安全係數之要求。

2.地下室開挖安全管理

由於地層變數較多，挖填工作所產生之鄰近設施影響性較明顯，尤其在人權意識高漲的時代，一般基礎之工程管理首重安全管理，若依工程之時段區隔，可分為：

(1)設計時之工程安全管理（SPM）－著重規劃期之安全及價值分析。

A.兼具經濟、省時之工法安全評估(解壓、PC 工法、DUFR 工法等)。

B.特殊施工考慮分析(臨時性設施)。

C.各項相關施工重點規劃及規範制定，必要時併入發包要件。

D.各階段之應力、變位模擬預測。

E.安全觀測系統規劃及階段管制擬定。

F.協助審查施工計劃與安全管理部份。

G.安全檢討要件(擋土牆、支撐系統及鄰近設施影響評估)

(2)施工時工程安全管理(SCM)－著重施工確實、警戒管制及應變執行。

A.協助審查施工計劃安全管理及品質管制部份。

B.各相關施工規範之施行細則擬定。

C.大地工程之施工管理表格制定。

D.應變計劃之擬定及協助執行。

E.安全補強計畫規劃或審查。

F.觀測資料判讀及回饋檢討模擬預測、管制值。

G.觀測資料安全分析及修正應變計劃。

H.工務會議之參與。

(3)安全監測建議

安全監測主要協助開挖安全管理及管制回饋檢討，故應設定安全管制值，並以該值之訂定警戒值及行動值，以為安全管理之基準。經考慮本基地之施工方式，建議沉陷觀測點、支撐應變計、傾斜管及鄰房傾斜計等項目可列為首要之配置需求，水位

觀測井可列為次要考慮之項目，屆時可依據擋土及開挖方式確定後，於設計之安全管理(SPM)階段，進行詳細配置規劃及安全管制擬定，本案安全管制值建議如下表所示。

表 4-19　安全管制建議表

管制項目	監測儀器	安全管制值
壁體變位	傾斜管(距壁體外 1.0m)	1.5cm
沉陷觀測	沉陷觀測點(路面)	1.5cm
	沉陷觀測點(鄰房)	1.0cm
支撐荷重	支撐應變計	依支撐間距、層距及側壓力檢討時訂定

(六)基礎差異沉陷及土壤液化之處理對策

對於回填層中之沉泥、粘土之夾層，其 N 值分布在 5~15 間，其夾層厚度可能分布在 0.5~2 公尺間，所以建築結構體可能會有基礎差異沉陷(不等量沉陷)問題；以及本基地回填層部份，經分析有輕度液化潛能之情形。所以，建議以地質改良(機械式攪拌樁工法或其他工法)工程方式來增加地層強度。

本地區之地質條件可採用機械式攪拌樁工法之地質改良工程，此工法係使用前端裝設 100cm 寬攪拌翼之鑽頭及鑽桿，以旋轉方式鑽入地層內至預定深度後，一面旋轉鑽桿，將水泥漿液或添加藥劑之固化材灌注到地層內，使與地層土壤攪拌混合，形成一固結樁體，以達到地質改良之目的。