

農糧產品安全品質檢測與情資分析中心
新建工程委託規劃設計監造技術服務案
檢測中心(A棟)
開挖擋土支撐計算書
【核定版】

2024/5/3

目 錄

一、工程概要.....	1
二、地層概況及地層強度參數.....	2
三、開挖施工步驟概要.....	3
四、開挖穩定分析.....	6
4.1 貫入深度檢核(主體結構).....	6
4.1.1 計算依據.....	6
4.1.2 計算工具.....	6
4.1.3 分析參數.....	7
4.1.4 計算結果.....	8
4.1.5 附錄 輸入檔及輸出檔.....	10
4.2 懸臂式擋土壁貫入深度安全係數(車道部分).....	12
4.2.1 計算依據.....	12
4.2.2 計算工具.....	12
4.2.3 分析參數.....	12
4.2.4 計算結果.....	14
4.2.5 附錄 輸入檔及輸出檔.....	16
五、開挖擋土分析(主體結構).....	18
5.1 分析所需之結構勁度計算.....	18
5.2 分析輸入檔.....	19
5.3 擋土結構應力應變分析結果.....	20
5.4 支撐荷重分析結果.....	22
六、開挖擋土分析(車道部分).....	23
6.1 分析所需之結構勁度計算.....	23
6.2 分析輸入檔.....	24
6.3 擋土結構應力應變分析結果.....	25
七、擋土柱配筋檢核(主體結構).....	27
八、擋土結構應力檢核(車道部分).....	29
九、支撐系統檢核.....	30
十、鄰建物沈陷預估.....	35
十一、結論及建議.....	37

一、工程概要

- 工程名稱：農糧產品安全品檢測與情資分析中心。
- 工程規模：
 - ◎ 分 2 階開挖，最大開挖深度 5.7 m。
 - ◎ 最大縱深約 73 m，最大橫寬約 28 m。
- 擋土結構：
 - 主體結構—擋土柱深:7.7m，厚度:0.3m（擋土壁體+內支撐）
 - 車道部分—鋼軌樁深:6.5m，50kg/m（懸臂式擋土壁體）
- 支撐系統：

編號	位置	支撐型號	水平夾角(°)	間距(m)	預壓(t)	圍苓型號
1	GL.-1.2m	1×H300×300	0	6	-50	1×H350×350

▲ 中間柱採用 H300×300×10×15 mm。

- 規劃概述：

本案基礎最大坐落深度為既有地表下 5.7m，參考鑽探報告內容，地表下土層主要為卵礫石夾砂土層，主體結構規劃採用擋土柱搭配水平支撐工法；車道部分採懸臂式擋土壁體。



二、地層概況及地層強度參數

參考本基地鑽探報告，研判並簡化其層次及工程性質參數如下表

表 2.1 簡化土層參數表

深度(m)	地層描述	N	γ_t (t/m ³)	Su (t/m ²)	ϕ (°)	Kh (t/m ³)
25	GP	50	2.1	0	37	6000

考慮地下水位深 20m。

● 分析假設：

1. 主體結構-假設現況地表面高程為 GL.0m，本基地開挖至地表下 5.7m，規劃採用長 7.7m 之擋土柱，並配置 1 階段水平支撐方式作業。
2. 車道部分-假設現況地表面高程為 GL.0m，開挖至地表下 3.5m，規劃採用長 6.5m 之鋼軌樁，採懸臂式擋土壁體。
3. 參考鑽探報告及基地現況，假設地表加載為 2.0t/m，開挖階段假設地下水位於 GL.-20m。結構體底版、樓版及外牆澆置完成後，達要求強度後始施做下一階段作業。

三、開挖施工步驟概要

- 主體結構地下室開挖剖面如圖 3.1 所示，表 3.1 為開挖施工步驟。

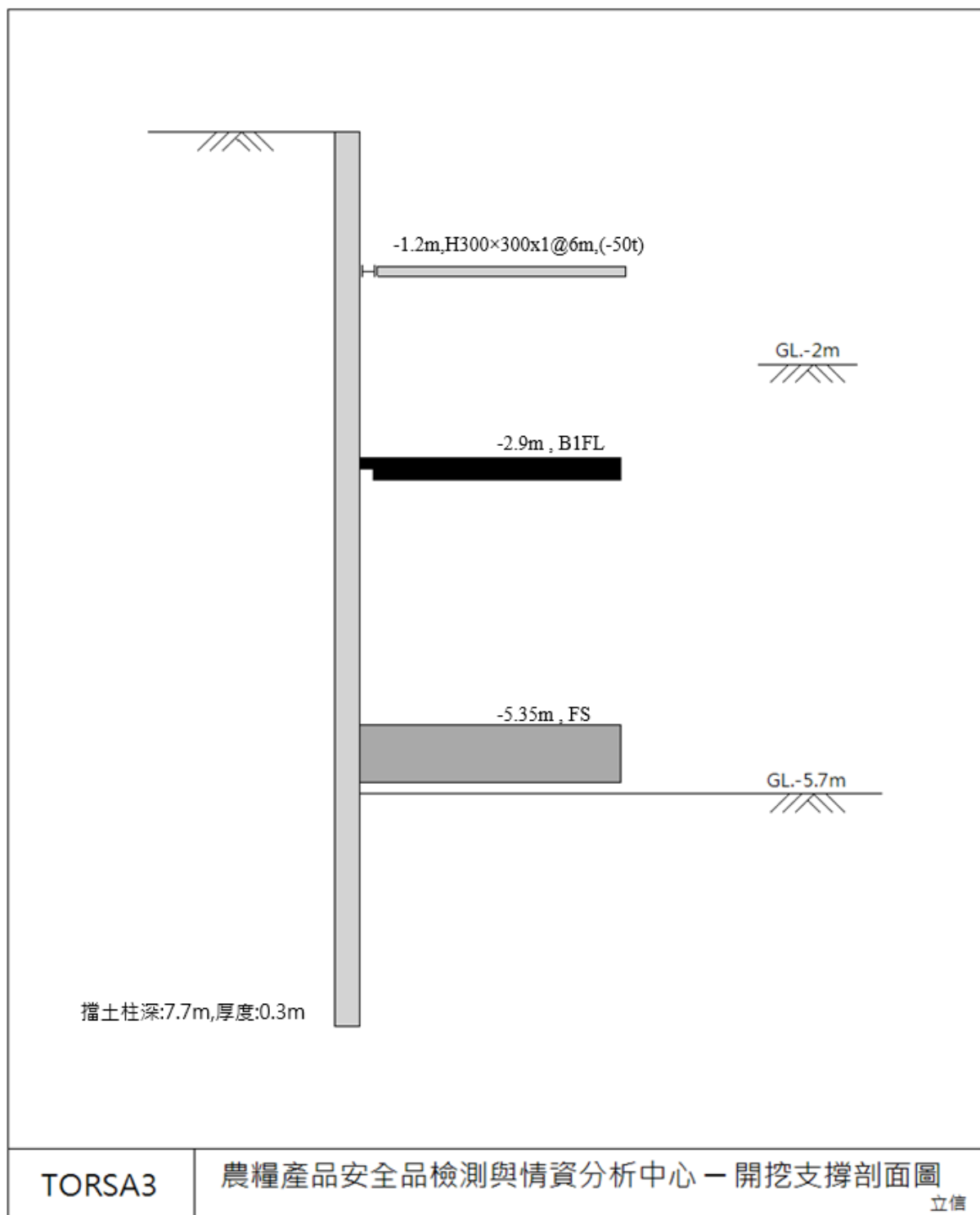


圖 3.1 地下開挖剖面示意圖

表 3.1 開挖施工步驟設計結果表

階段	施工內容
1	開挖至 GL.-2m
2	架設第 1 層支撐 H300×300x1@6m, at GL.-1.2m, 預壓-50t
3	開挖至 GL.-5.7m
4	構築第 1 層樓版(GL.-5.35m) 構築第 2 層樓版(GL.-2.9m)
5	拆除第 1 層支撐(GL.-1.2m)

- 車道部分開挖剖面如圖 3.2 所示，表 3.2 為開挖施工步驟。

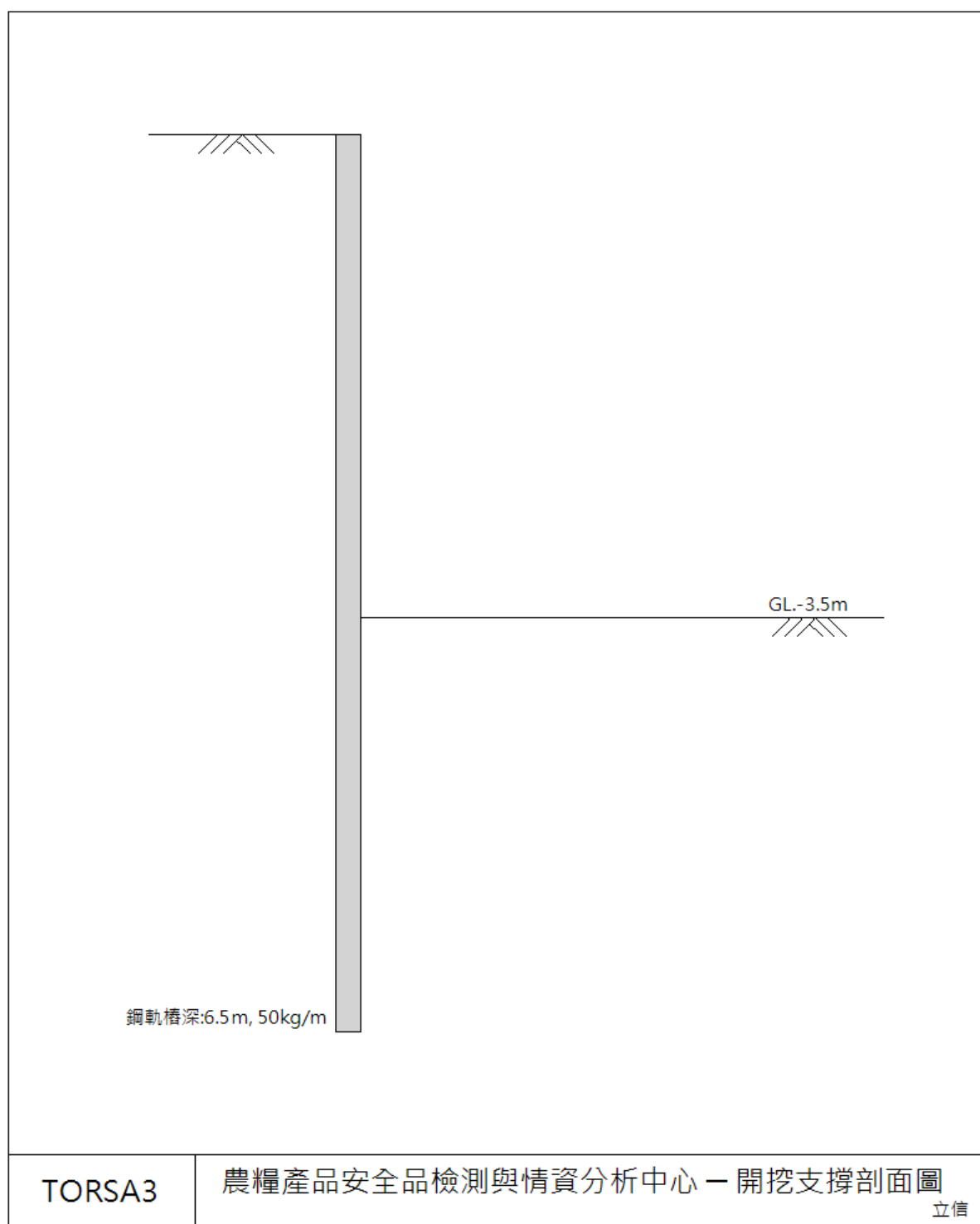


圖 3.2 地下開挖剖面示意圖

表 3.2 開挖施工步驟設計結果表

階段	施工內容
1	開挖至 GL.-3.5m

四、開挖穩定分析

4.1 貫入深度檢核(主體結構)

4.1.1 計算依據

擋土壁貫入深度安全係數計算依據內政部頒佈之「建築物基礎構造設計規範」，中華民國 113 年 1 月 1 日施行，第 8.8.1 節之式(8.8-1)，如下所示。

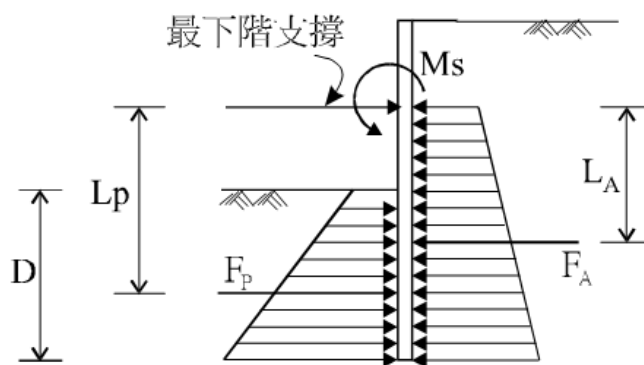


圖 8.8-1 擋土設施土側向壓力平衡

$$F_P L_P \geq F_A L_A \quad \text{式(8.8-1)}$$

式內

F_A = 最下階支撐以下之外側作用側向壓力之合力(tf/m)。計算土壓力時，強度參數必須先除以抵抗底面剪力破壞之安全係數，亦即 C/F_S ， $\tan \phi'/F_S$ 。

L_A = 作用點距最下階支撐之距離(m)

F_P = 最下階支撐以下之內側作用側向壓力之合力(tf/m)。計算土壓力時，強度參數必須先除以抵抗底面剪力破壞之安全係數，亦即 C/F_S ， $\tan \phi'/F_S$ 。

L_P = F_P 作用點距最下階支撐之距離(m)

F_S = 安全係數，必須至少 ≥ 1.2

4.1.2 計算工具

財團法人地工技術研究發展基金會於 2016 年開發深開挖擋土結構分析程式 TORS3，繼而於 2019 年開發開挖穩定性檢核工具程式 T3-STONE，兩程式操作介面相似。T3-STONE 分析功能含括擋土壁貫入深度(側向壓力平衡)、隆起及懸臂式擋土壁貫入深度檢核，土壓力計算除 Coulomb 理論外，亦提供 Caquot-Kerisel 建議之土壓力係數供使用者選用。

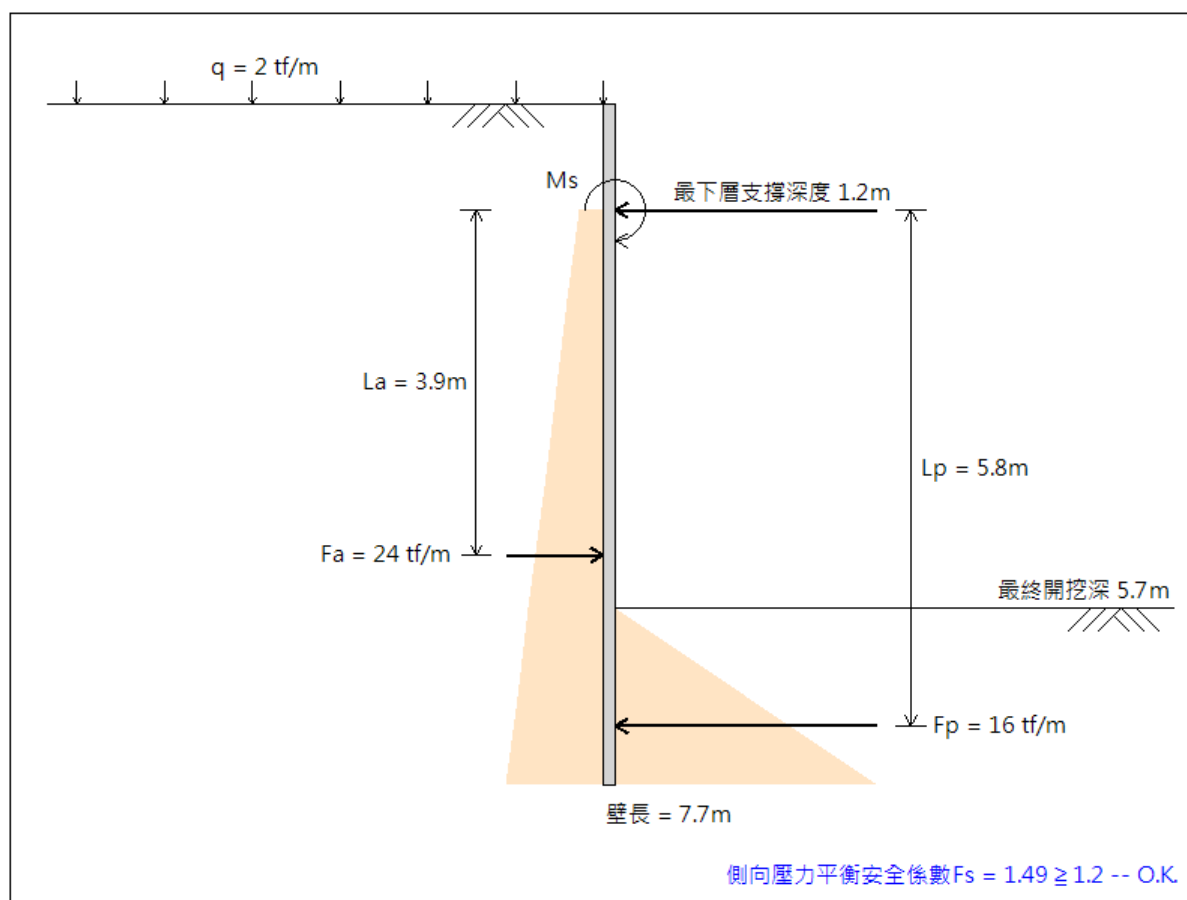
4.1.3 分析參數

- 擋土壁深度 = 7.7 m。
- 開挖深度 = 5.7 m。
- 最下層支撐深度 = 1.2 m。
- 地層參數(強度參數尚未除以抵抗底面剪力破壞之安全係數)

深度(m)	γ_t (tf/m ³)	Su (tf/m ²)	Suw (tf/m ²)	φ (°)	δ (°)	Ka (Coulomb)	Kp (Coulomb)
25	2.1	0	0.0	37	18.5	0.227	8.777

- 地下水位
水壓分析模式：靜態水壓
非開挖側
地下水位深度 = 20 m
開挖側
地下水位深度 = 20 m
- 地表均勻載重
擋土壁外側地表均勻載重 = 2 t/m²。
擋土壁內側地表均勻載重 = 0 t/m²。
- 垂直梯形載重(無)
- 地盤改良土壤強度(無)

4.1.4 計算結果



地層參數(強度參數已除以抵抗底面剪力破壞之安全係數)

深度(m)	S_u (tf/m ²)	S_{uw} (tf/m ²)	ϕ (°)	δ (°)	K_a	K_p
25	0	0	26.855	13.427	0.341	4.005

深度 (m)	有效土壓 (tf/m ²)	水壓 (tf/m ²)	水平超載 (tf/m ²)	總壓力 (tf/m ²)	F_{ai} (tf)	L_{ai} (m)	$F_{ai} \times L_{ai}$ (tf-m/m)
1.2	1.5	0	0	1.5			
2.2	2.2	0	0	2.2	1.85	0.53	0.98
2.2	2.2	0	0	2.2			
3.2	2.89	0	0	2.89	2.54	1.52	3.87
3.2	2.89	0	0	2.89			
4.2	3.59	0	0	3.59	3.24	2.52	8.16
4.2	3.59	0	0	3.59			

4.95	4.11	0	0	4.11	2.89	3.38	9.77
4.95	4.11	0	0	4.11			
5.7	4.63	0	0	4.63	3.28	4.13	13.55
5.7	4.63	0	0	4.63			
6.7	5.33	0	0	5.33	4.98	5.01	24.97
6.7	5.33	0	0	5.33			
7.7	6.03	0	0	6.03	5.68	6.01	34.13
							$\Sigma(Fa \times La) = 95.43$

深度 (m)	有效土壓 (tf/m ²)	水壓 (tf/m ²)	水平超載 (tf/m ²)	總壓力 (tf/m ²)	Fpi (tf)	Lpi (m)	Fpi×Lpi (tf-m/m)
5.7	0	0	0	0			
6.7	8.18	0	0	8.18	4.09	5.17	21.13
6.7	8.18	0	0	8.18			
7.7	16.36	0	0	16.36	12.27	6.06	74.31
							$\Sigma(Fp \times Lp) = 95.44$

在不計擋土壁容許彎矩值 M_s 的情形下

擋土壁兩側作用彎矩平衡檢核 $FpLp/FaLa = 95.44/95.43 \geq 1.0$ OK

擋土壁貫入深度土壤強度安全係數 $FS = 1.49 \geq 1.2$ OK

4.1.5 附錄 輸入檔及輸出檔

● 輸入檔

農糧產品安全品檢測與情資分析中心

!立信

* EI OF Wall

7.7 10000

* Xc	Pvh	Ka	Ko	Kp	Su	Suw	Kh	φ	δ	Drain	N	USCS	Su/ σ_v'
25	2.1	0.227	1.000	8.777	0	0	1000	37	18.5	D	*	50	GP -0.1 -0.1

-0.1

* Stress_Formula

Coulomb

*B_Buttress L_Buttress N_Buttress Top_Buttress Bot_Buttress

*! -0.1 -0.1 -0.1 -0.1 -0.1

* GROUND WATER LEVEL

20 1 1

* STAGE

SUC(1) 2

EXC(2) 5.7

BUT(1) 1.2 1 0 0 10000

CAL

END

● 輸出檔

Declaration : Units can be metric or SI units, based on the input data.

<<<<<<<<<< LIST OF INPUT DATA FOR STRENGTH Fs OF PENETRATION DEPTH OF BRACED WALLS >>>>>>>>>>>>

GROUND LEVEL = 0.00

WALL NO	LEVEL	EI
1	7.70	10000.00

SOIL NO	LEVEL	WEIGHT	Ka	Ko	Kp	c	cw	Kh	φ	δ	D/U
1	25.00	2.10	0.227	1.000	8.777	0.000	0.000	1000.00	37.000	18.500	D

EARTH PRESSURE COEFFICIENT FORMULA = COULOMB

INITIAL GROUND WATER LEVEL = 20.00

MAXIMUM LENGTH OF F.E.M. ELEMENT = 1.00

UNIT WEIGHT OF WATER = 1.00

*** PHASE NO. 1

SUC(1) CAQUOT SURCHARGE = 2.00

EXC(2) EXCAVATION LEVEL = 5.70

BUT(1) LEVEL-SPAN-DEGREE-LOAD-STIFFNESS = 1.20 1.00 0.00 0.00 10000.00 (BUT NO. 1)

<<<<<<<<<< END OF INPUT DATA >>>>>>>>>>>>

<<<<<<<<<< LIST OF OUTPUT DATA FOR STRENGTH Fs OF PENETRATION DEPTH OF BRACED WALLS >>>>>>>>>>>>

Soil parameters adjusted by Strength Fs = 1.488251 are as follows :

SOIL NO	LEVEL	Cu	Ca	Phi	Dphi	Ka	Kp
---------	-------	----	----	-----	------	----	----

1 25.00 0.000 0.000 26.855 13.427 0.341 4.005

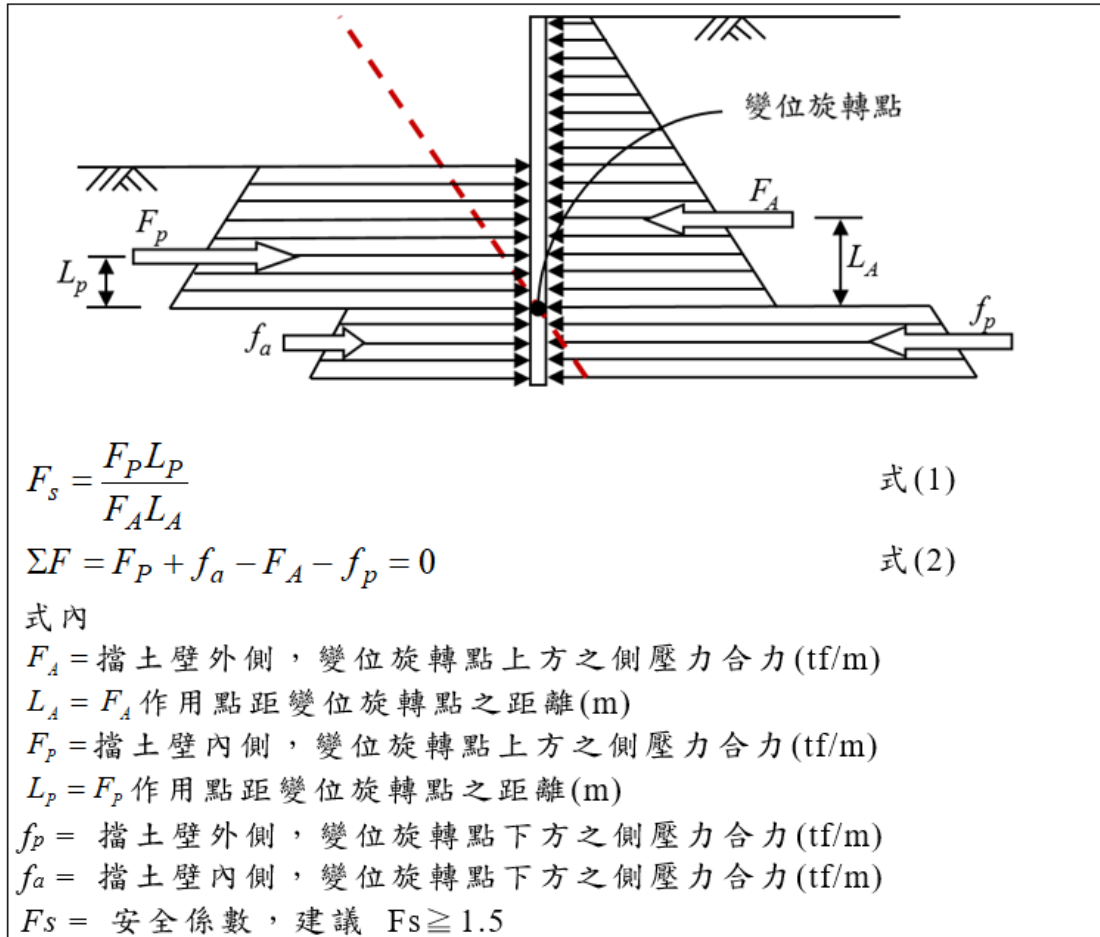
PHASE	S O I L - 1 / S I D E - 1						S O I L - 2 / S I D E - 2					THE
# 1	EXCAVATION LEVEL = 0.00						EXCAVATION LEVEL = 5.70					LOWEST
	WATER LEVEL = 20.00						WATER LEVEL = 20.00					STRUT/
	CAQUOT SURCHARGE = 2.00						CAQUOT SURCHARGE = 0.00					FLOOR
LEVEL	ID	Pearth	Pwater	Psub	Pcha	ID	Pearth	Pwater	Psub	Pcha	LEVEL	
1.200	1	1.50	0.00	0.00	0.00	0					1.200	
2.200	1	2.20	0.00	0.00	0.00	0						
3.200	1	2.89	0.00	0.00	0.00	0						
4.200	1	3.59	0.00	0.00	0.00	0						
4.950	1	4.11	0.00	0.00	0.00	0						
5.700	1	4.63	0.00	0.00	0.00	0						
	1	4.63	0.00	0.00	0.00	3	0.00	0.00	0.00	0.00		
6.700	1	5.33	0.00	0.00	0.00	3	8.18	0.00	0.00	0.00		
7.700	1	6.03	0.00	0.00	0.00	3	16.36	0.00	0.00	0.00		
SOIL STATE: 0 = EXCAVATION						DRIVING MOMENT, Md = FaLa = 95.43						
1 = ACTIVE EARTH PRESSURE						RESISTING MOMENT, Mr = FpLp = 95.44						
3 = PASSIVE EARTH PRESSURE						WALL CAPACITY, Ms = 0.00						
Check Force Balance Requirement, (Mr+Ms)/Md = FpLp/FaLa =								1.000 ≥ 1.0 OK				
Strength Fs = c/cr =								1.488 ≥ 1.2 OK				
Note: When Strength Fs=1.0, (Mr+Ms)/Md= 3.2920000000000000 (For Reference Only).												

Note: When Strength Fs=1.0, (Mr+Ms)/Md= 3.292000000000000 (For Reference Only).

4.2 懸臂式擋土壁貫入深度安全係數(車道部分)

4.2.1 計算依據

懸臂式擋土壁貫入深度安全係數計算方式採用全土壓力簡化法 (參考歐章煜，2017，進階深開挖工程分析與設計，科技圖書)，如下所示。



4.2.2 計算工具

財團法人地工技術研究發展基金會於 2016 年開發深開挖擋土結構分析程式 TORS3，繼而於 2019 年開發開挖穩定性檢核工具程式 T3-STONE，兩程式操作介面相似。T3-STONE 分析功能包括擋土壁貫入深度(側向壓力平衡)、隆起及懸臂式擋土壁貫入深度檢核，土壓力計算除 Coulomb 理論外，亦提供 Caquot-Kerisel 建議之土壓力係數供使用者選用。

4.2.3 分析參數

- 擋土壁深度 = 6.5 m。
- 開挖深度 = 3.5 m。
- 地層參數

深度(m)	γ_t (tf/m ³)	Su (tf/m ²)	Suw (tf/m ²)	ϕ (°)	δ (°)	Ka (Coulomb)	Kp (Coulomb)
25	2.1	0	0.0	37	18.5	0.227	8.777

- 地下水位

水壓分析模式：靜態水壓

非開挖側

地下水位深度 = 20 m

開挖側

地下水位深度 = 20 m

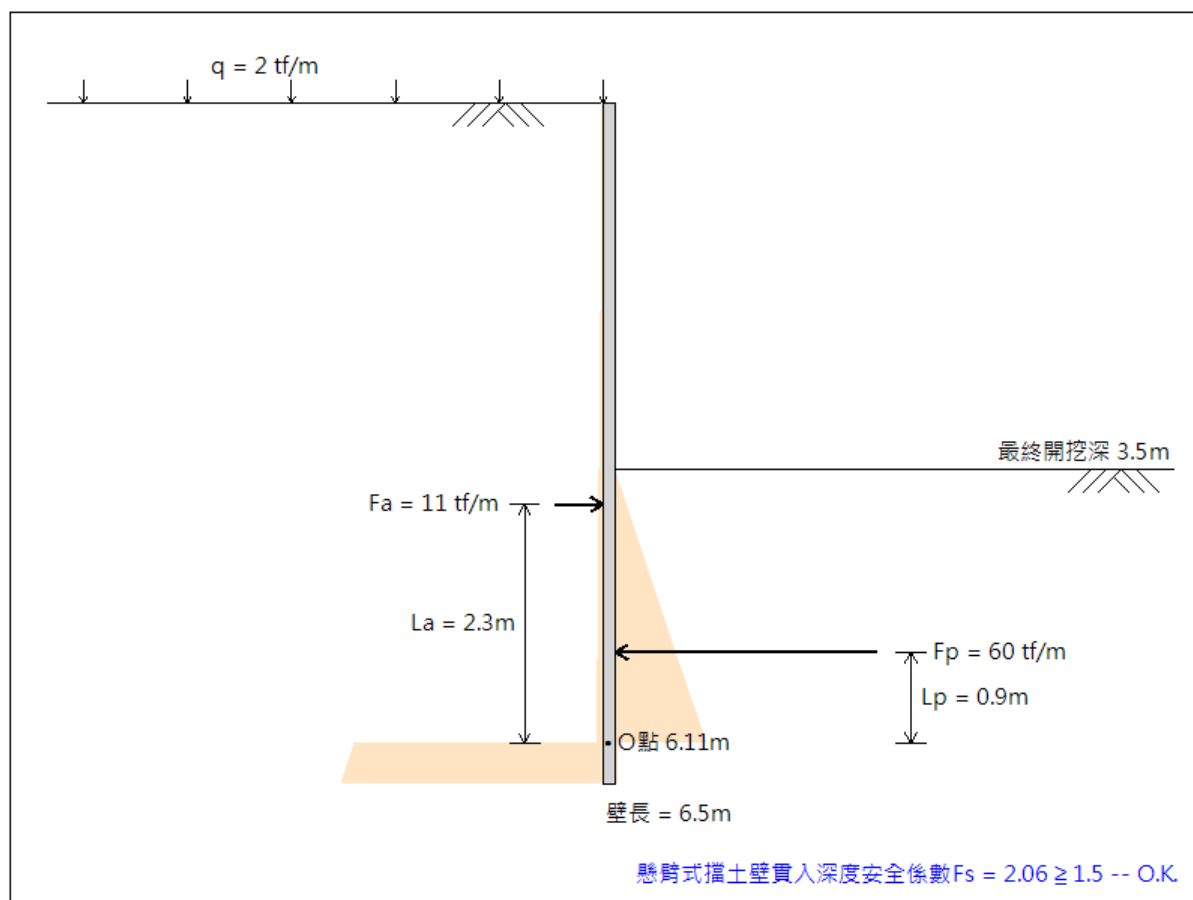
- 地表均勻載重

擋土壁外側地表均勻載重 = 2 t/m²。

擋土壁內側地表均勻載重 = 0 t/m²。

- 垂直梯形載重(無)

4.2.4 計算結果



深度(m)	側向壓力 (tf/m)	Fai(tf/m)	Lai(m)	Fai×Lai(tf-m/m)	fpi(tf/m)
0	0.43				
1	0.88	0.66	5.56	3.65	
1	0.88				
2	1.33	1.11	4.58	5.08	
2	1.33				
2.75	1.67	1.13	3.72	4.2	
2.75	1.67				
3.5	2.01	1.38	2.98	4.11	
3.5	2.01				
4.5	2.46	2.24	2.1	4.69	
4.5	2.46				
5.31	2.83	2.14	1.2	2.56	

5.31	2.83				
6.11	3.19	2.43	0.4	0.96	
6.11	123.5				
6.5	130.26				49.09
		Fa = 11.08		Fa×La = 25.26	fp = 49.09

深度(m)	側向壓力 (tf/m)	Fpi(tf/m)	Lai(m)	Fpi×Lpi(tf-m/m)	fai(tf/m)
3.5	0				
4.5	17.48	8.74	1.95	17.01	
4.5	17.48				
5.31	31.58	19.78	1.17	23.17	
5.31	31.58				
6.11	45.68	31.15	0.38	11.8	
6.11	1.18				
6.5	1.36				0.49
		Fp = 59.68		Fp×Lp = 51.98	fa = 0.49

懸臂式擋土壁側向壓力合力 $\Sigma F = 59.68 + 0.49 - 49.09 - 11.08 = 0$ OK

懸臂式擋土壁貫入深度安全係數 $FS = 51.98 / 25.26 = 2.06 \geq 1.5$ OK

4.2.5 附錄 輸入檔及輸出檔

● 輸入檔

農糧產品安全品檢測與情資分析中心

!立信

* EI OF Wall

6.5 10000

* Xc Pvh Ka Ko Kp Su Suw Kh φ δ Drain N USCS Su/ σ_v'
Suw/ σ_v' Kh/ σ_v'
25 2.1 0.227 1.000 8.777 0 0 1000 37 18.5 D * 50 GP -0.1 -0.1

-0.1

* Stress_Formula

Coulomb

*B_Buttrass L_Buttrass N_Buttrass Top_Buttrass Bot_Buttrass

*! -0.1 -0.1 -0.1 -0.1 -0.1

* GROUND WATER LEVEL

20 1 1

* STAGE

SUC(1) 2

EXC(2) 3.5

CAL

END

● 輸出檔

Declaration : Units can be metric or SI units, based on the input data.

<<<<<<<< LIST OF INPUT DATA FOR F_s OF PENETRATION DEPTH OF CANTILEVER WALLS >>>>>>>>

GROUND LEVEL = 0.00

WALL NO LEVEL EI
1 6.50 10000.00

SOIL NO LEVEL WEIGHT Ka Ko Kp c cw Kh φ δ D/U
1 25.00 2.10 0.227 1.000 8.777 0.000 0.000 1000.00 37.000 18.500 D

EARTH PRESSURE COEFFICIENT FORMULA = COULOMB

INITIAL GROUND WATER LEVEL = 20.00

MAXIMUM LENGTH OF F.E.M. ELEMENT = 1.00

UNIT WEIGHT OF WATER = 1.00

*** PHASE NO. 1

SUC(1) CAQUOT SURCHARGE = 2.00

EXC(2) EXCAVATION LEVEL = 3.50

<<<<<<<< END OF INPUT DATA >>>>>>>>

<<<<<<<< LIST OF OUTPUT DATA FOR F_s OF PENETRATION DEPTH OF CANTILEVER WALLS >>>>>>>>

PHASE	S O I L - 1 / S I D E - 1	S O I L - 2 / S I D E - 2
# 1	EXCAVATION LEVEL = 0.00	EXCAVATION LEVEL = 3.50

WATER LEVEL = 20.00							WATER LEVEL = 20.00							
CAQUOT SURCHARGE = 2.00							CAQUOT SURCHARGE = 0.00							

	LEVEL		ID	Pearth	Pwater	Psub	Pcha		ID	Pearth	Pwater	Psub	Pcha	
	0.0000		1	0.43	0.00	0.00	0.00		0					
	2.0000		1	1.33	0.00	0.00	0.00		0					
	2.7500		1	1.67	0.00	0.00	0.00		0					
	3.5000		1	2.01	0.00	0.00	0.00		0					
	3.5000		1	2.01	0.00	0.00	0.00		3	0.00	0.00	0.00	0.00	
	4.5000		1	2.46	0.00	0.00	0.00		3	17.48	0.00	0.00	0.00	
	5.3066		1	2.83	0.00	0.00	0.00		3	31.58	0.00	0.00	0.00	
	6.1131		1	3.19	0.00	0.00	0.00		3	45.68	0.00	0.00	0.00	
	6.1131		3	123.50	0.00	0.00	0.00		1	1.18	0.00	0.00	0.00	
	6.5000		3	130.26	0.00	0.00	0.00		1	1.36	0.00	0.00	0.00	

	SOIL STATE: 0 = EXCAVATION								DRIVING MOMENT, Md =		25.26			
	1 = ACTIVE EARTH PRESSURE								RESISTING MOMENT, Mr =		51.98			
	3 = PASSIVE EARTH PRESSURE								SUM OF PRESSURES, ΣF =		0.00			

	SAFETY FACTOR OF PENETRATION DEPTH OF CANTILEVER WALLS, Fs =Mr/Md=											2.06 ≥ 1.5 OK		

五、開挖擋土分析(主體結構)

5.1 分析所需之結構勁度計算

(1) 擋土結構勁度

編號	壁體深度(m)	壁體類型	ϕ	E (t/m ²)	I (m ⁴)	$k=\phi EI$ (t-m ² /m)
1	GL.-7.7	擋土柱	0.6	120000×√210	1×0.3 ³ /12	1408

(2) 支撐勁度

編號	支撐深度(m)	支撐型號	ϕ	Es (t/m ²)	A (m ²)	L (m)	$k=\phi EsA/L$ (t/m)
1	GL.-1.2	H300×300	0.6	2.04×10 ⁷	1×0.01198	36.5	4017

(3) 樓版勁度

編號	樓版深度(m)	樓版說明	ϕ	Ec (t/m ²)	A (m ²)	L (m)	$k=\phi EsA/L$ (t/m)
1	GL.-5.35	FS	0.6	120000×√350	0.5	36.5	18452
2	GL.-2.9	B1FL	0.6	120000×√350	0.2	36.5	7381

5.2 分析輸入檔

農糧產品安全品檢測與情資分析中心

!立信

* EI OF Wall

7.7 1408

* 擋土柱,210,0.3,0.6

* Hf Hg Site_L Site_W $\delta v / \delta h$ Primary_Wall Distance

*! 10 10 73 28 -0.1 1 -0.1

* Xc Pvh Ka Ko Kp Su Suw Kh φ δ Drain N USCS

Su/ $\sigma v'$ Suw/ $\sigma v'$ Kh/ $\sigma v'$

25 2.1 0.227 0.398 8.777 0 0.0 6000 37 18.5 D * 50 GP -0.1

-0.1 -0.1

* Earth Pressure Coefficient

Coulomb

*B Butress L Butress N Butress Top Butress Bot Butress

*! -0.1 -0.1 -0.1 -0.1 -0.1

* GROUND WATER LEVEL

20 0.2 1

*SURCHARGE Q

SUC(1) 2

* STAGE 1

EXC(2) 2

CAL

* STAGE 2

BUT(1) 1.2 6 0 -50 4017

* H 型鋼;H300x300;1;36.5;0.6

CAL

* STAGE 3

EXC(2) 5.7

CAL

* STAGE 4

BUT(0) 5.35 1 0 0 18452

* 樓版;350;0.5;36.5;0.6;FS

BUT(0) 2.9 1 0 0 7381

* 樓版;350;0.2;36.5;0.6;B1FL

CAL

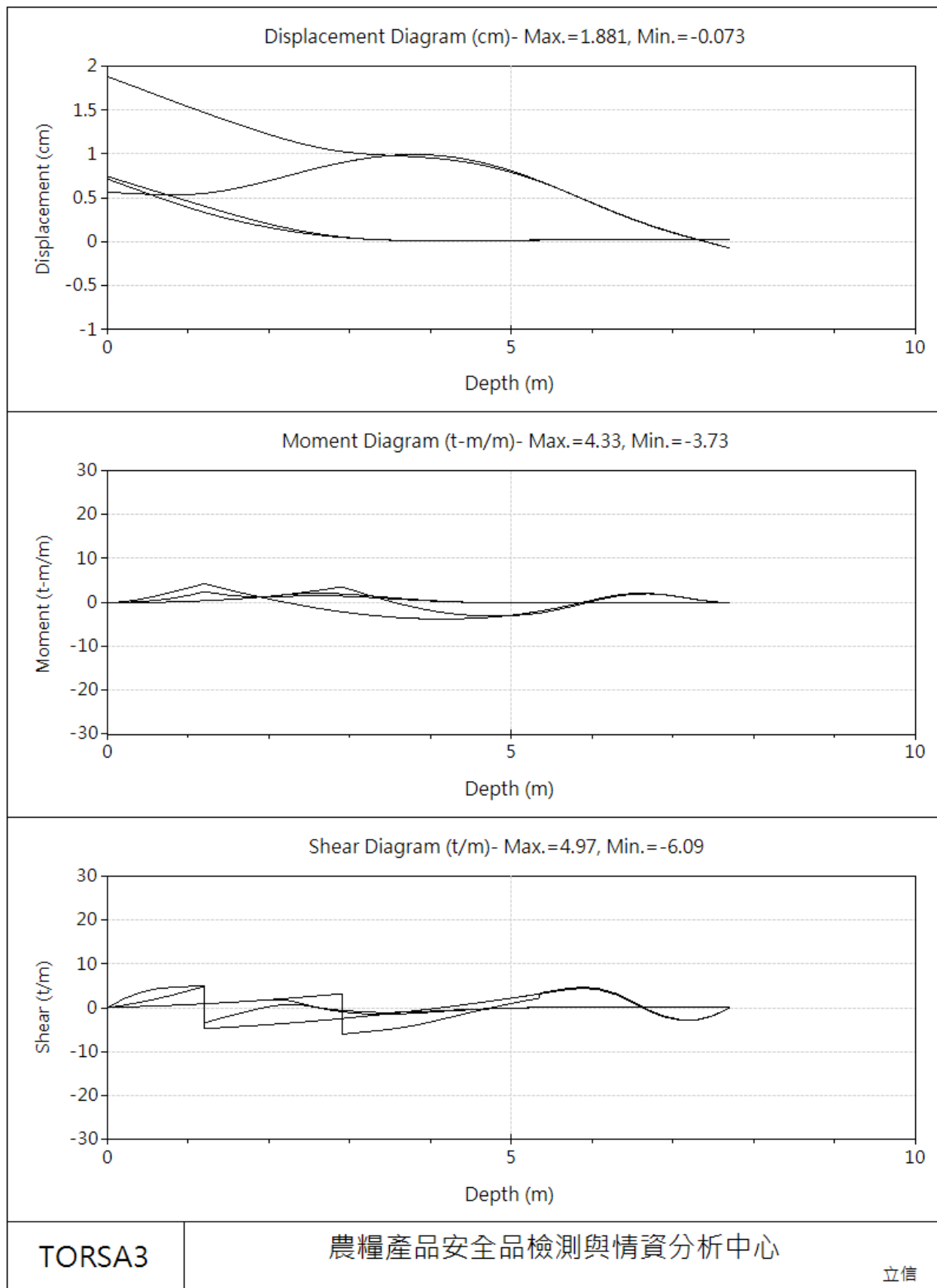
* STAGE 5

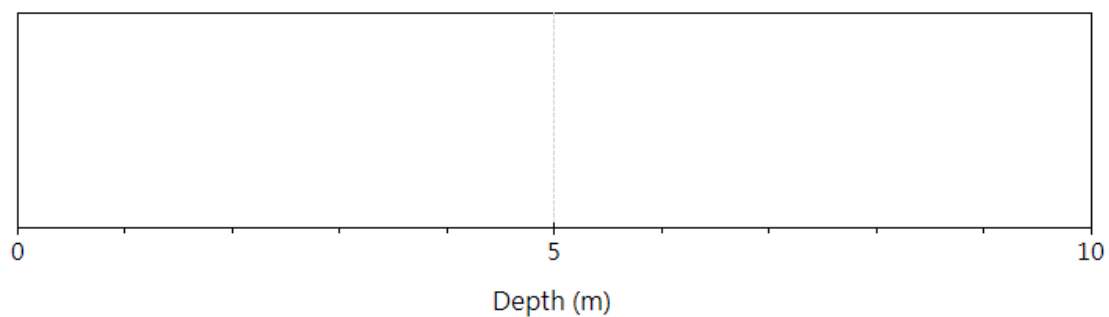
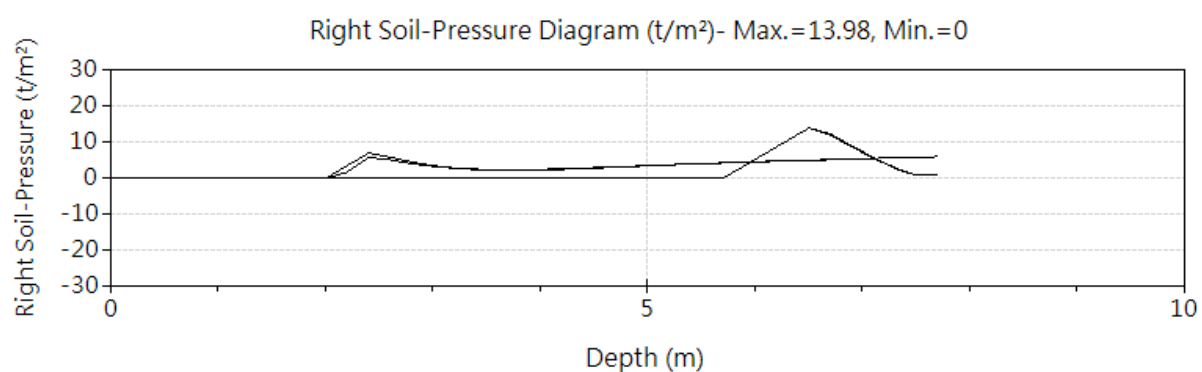
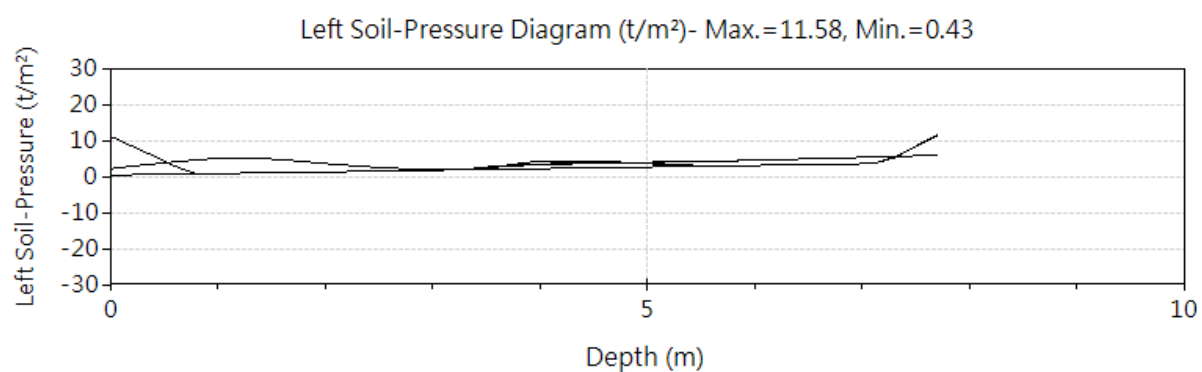
BUT(1) 1.2 0

CAL

END

5.3 擋土結構應力應變分析結果





TORSA3

農糧產品安全品檢測與情資分析中心

立信

5.4 支撐荷重分析結果

支撐軸力表(單位：t)

支撐編號	1
支撐間距(m)	6
支撐深度(m)	1.2
支撐類型	H300×300
STAGE 1	
STAGE 2	-50.0
STAGE 3	-58.7
STAGE 4	-58.7
STAGE 5	
MAXIMUM	-58.7

六、開挖擋土分析(車道部分)

6.1 分析所需之結構勁度計算

(1)擋土結構勁度

編號	壁體深度(m)	壁體類型	ϕ	E (t/m ²)	I (m ⁴)	$k=\phi EI$ (t-m ² /m)
1	GL.-6.5	鋼軌樁 50kg/m@0.4m	0.7	2.04×10^7	0.0000196	700

6.2 分析輸入檔

農糧產品安全品檢測與情資分析中心

!立信

* EI OF Wall

6.5 700

* 鋼軌樁,50kg/m,0.4,0.7

* Hf Hg Site_L Site_W $\delta v / \delta h$ Primary_Wall Distance

*! 10 10 18 5.8 -0.1 1 -0.1

* Xc Pvh Ka Ko Kp Su Suw Kh φ δ Drain N USCS

Su/ $\sigma v'$ Suw/ $\sigma v'$ Kh/ $\sigma v'$

25 2.1 0.227 0.398 8.777 0 0.0 6000 37 18.5 D * 50 GP -0.1

-0.1 -0.1

* Earth Pressure Coefficient

Coulomb

*B_Buttress L_Buttress N_Buttress Top_Buttress Bot_Buttress

*! -0.1 -0.1 -0.1 -0.1 -0.1

* GROUND WATER LEVEL

20 0.2 1

*SURCHARGE Q

SUC(1) 2

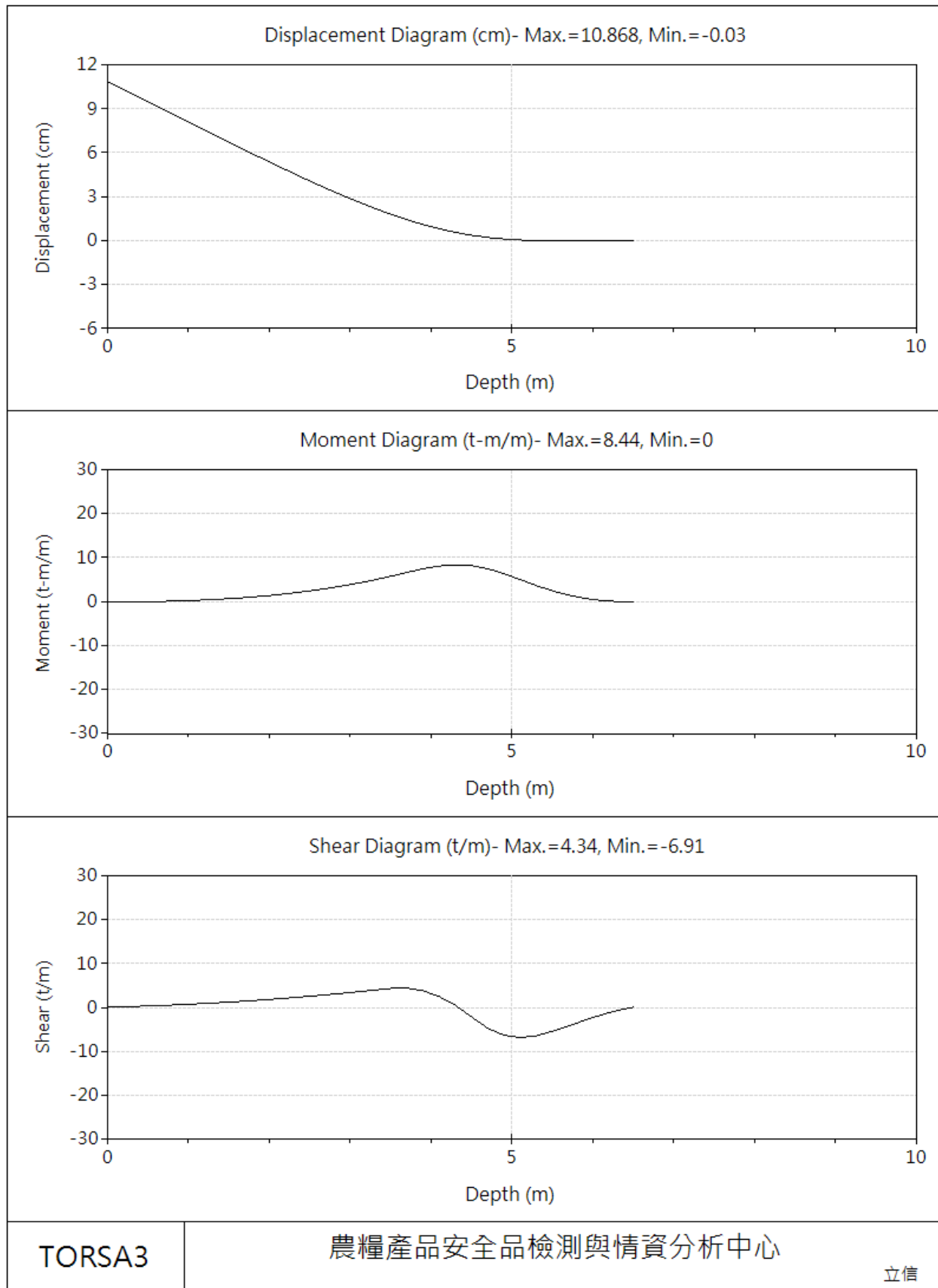
* STAGE 1

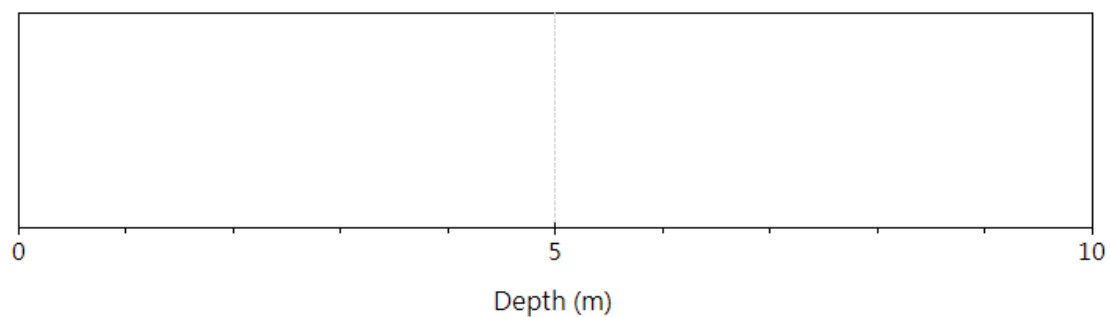
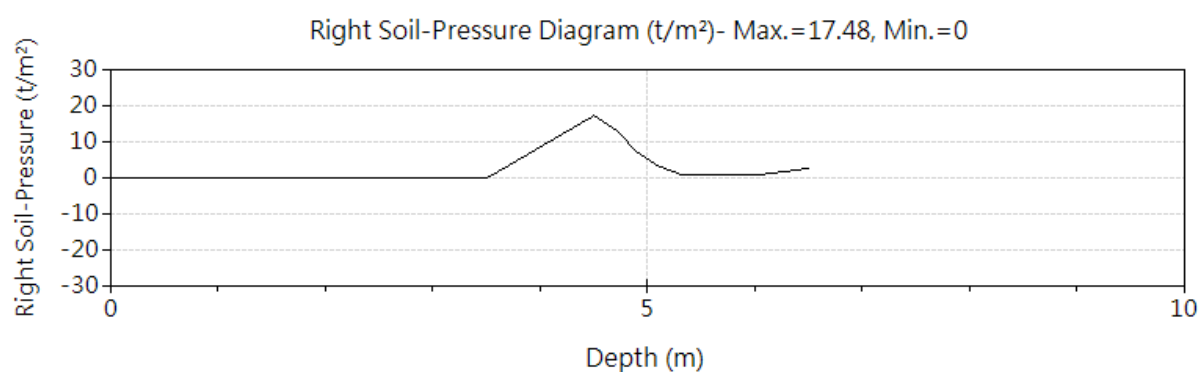
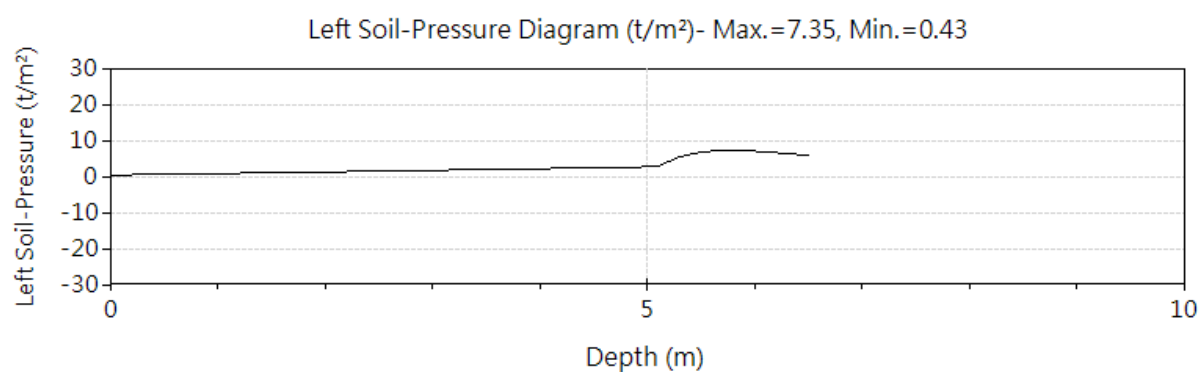
EXC(2) 3.5

CAL

END

6.3 擋土結構應力應變分析結果





TORSA3

農糧產品安全品檢測與情資分析中心

立信

七、擋土柱配筋檢核(主體結構)

Calculation Sheet

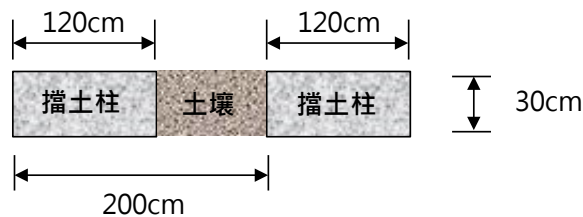
Job: 農糧產品安全品檢測與情資分析中心新建工程-擋土柱

1. 擋土柱

單元厚度 = 30 cm ; 單元寬度 = 120 cm

單元間距 = 200 cm ;

混凝土之抗壓強度 $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$



主鋼筋 = 14 - #6 (14-#6)

主鋼筋降伏強度 $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

箍筋 = #3 @ 20 cm (#3@20)

箍筋降伏強度 $f_y = 2800 \text{ kgf/cm}^2$

2. TORSAs分析結果

$M = 4.33 \text{ tf-m/m}$

$V = 6.09 \text{ tf/m}$

每組擋土壁分析內力

$M_a = 7.22 \text{ tf-m/組}$

$V_a = 10.15 \text{ tf/組}$

3. 設計用強度

考量材料短期應力提高因數 $\lambda = 1.25$

土壤載重係數 $\alpha = 1.70$

強度折減因子 Φ

彎矩折減因子 $\Phi_m = 0.90$

剪力折減因子 $\Phi_v = 0.75$

故

$M_u = M_a \times \alpha / \lambda = 9.81 \text{ tf-m/組}$

$V_u = V_a \times \alpha / \lambda = 13.80 \text{ tf/組}$

4. 主鋼筋檢核

單元寬度 $b = 120 \text{ cm}$

擋土柱之混凝土最外受壓纖維至受拉鋼筋斷面重心之距離 d

保護層 = 5.00 cm

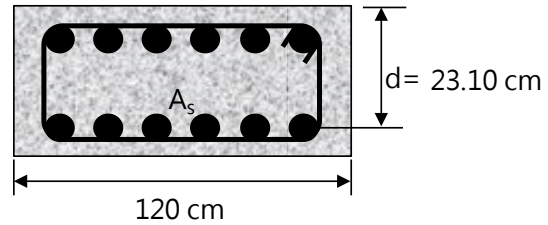
$d = 23.10 \text{ cm}$

$A_s = 20.09 \text{ cm}^2$

$\rho_s = 0.0145$

$T = A_s f_y = 84.38 \text{ tf}$

$C_c = T = 0.85 f'_c b a$, 故 $a = 3.94 \text{ cm}$



拉力鋼筋所提供之彎矩為

$M_n = 17.83 \text{ tf-m}$

$\Phi M_n = 16.04 \text{ tf-m}$

故 $\Phi M_n > M_u$ OK!

5. 箍筋檢核

$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b d = 21.29 \text{ tf}$

$V_n = V_c + V_s$

單一剪力鋼筋之斷面積 A_b

$A_b = 0.71 \text{ cm}^2$

$N = 2.00 \text{ 支}$ 故

箍筋斷面積 $A_v = 1.42 \text{ cm}^2$

$V_s = \frac{A_v f_y d}{S} = 4.59 \text{ tf}$

$V_n = V_c + V_s = 25.88 \text{ tf}$

$\Phi V_n = 19.41 \text{ tf}$

故 $\Phi V_n > V_u$ OK!

八、擋土結構應力檢核(車道部分)

擋土支撐構材計算

構件項目	標稱尺寸	H	B	tw	tf	A	I _x	I _y	r _x	r _y	r _T	S _x
	高x寬mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm	cm ³
擋土壁體	鋼軌樁 50kg	153	127	15	74	64.20	1960.00	0.00	5.53	0.00	0.00	242.00

擋土壁體檢核(簡支梁桿件)

擋土壁最大彎矩 Mmax=	8.44	tf-m/m	短期容許應力提高係數 α =	1.25
擋土壁降伏強度fy=	2500	kgf/cm ²	舊品折減係數 β =	0.8
Fbx=0.66fy=	1650	kgf/cm ²		
fbx=Mmax*Y/Ix=	3294.18	kgf/cm ²		
兵樁間距=	0.4	m		
單位寬度等值兵樁支數 n=	2	支		
考慮短期應力及舊品折減	SR= fbx/Fbx/($\alpha\beta$)/n=	0.998	≤	1
擋土壁最大剪力 Vmax=	6.91	tf/m		OK!
Fv=0.4Fy=	1000	kgf/cm ²		
腹板容許剪力(考慮短期應力及舊品折減)				
Va=Fv*d*tw* $\alpha \beta$ =	22.95	tf/m	>	6.91 tf/m OK!

九、支撐系統檢核

主體結構

● 水平支撐

擋土支撐構材計算

構件項目	RH型鋼斷面性質											
	標稱尺寸	H	B	tw	tf	A	Ix	Iy	rx	ry	rT	Sx
	高x寬mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm	cm ³
1.橫擋(圍令)	H350x350x12x19	350	350	12	19	170.44	39506.18	13581.58	15.22	8.93	9.66	2257.50
2.水平支撐	H300x300x10x15	300	300	10	15	117.00	19932.75	6752.25	13.05	7.60	8.26	1328.85
3.斜撐及角撐	H250x250x9x14	250	250	9	14	89.98	10578.81	3647.18	10.84	6.37	6.90	846.30

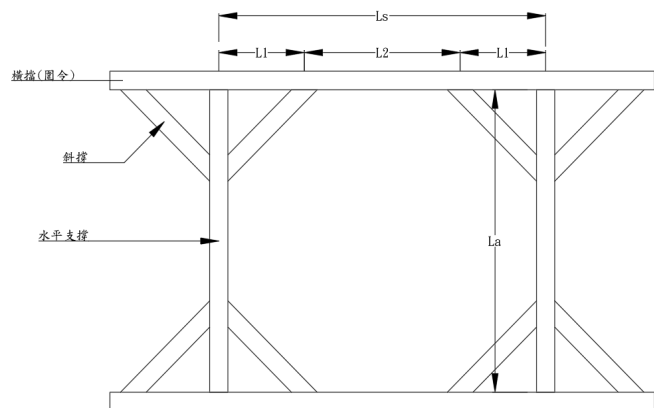
1.0 通用參數

擋土壁型為 (1、非連續壁； 2、連續壁)
 降伏強度 $f_y = 2400$ kgf/cm²
 彈性模數 $E_s = 2.04E+06$ kgf/cm²

短期容許應力提高係數 $\alpha = 1.25$ 橫擋每組支數 $N_h = 1$
 舊品折減係數 $\beta = 0.8$ 水平支撐每組支數 $N_a = 1$

(支撐自重+活載重) $W_L = 0.50$ tf/m
 臨界細長比 $C_c = \sqrt{(2\pi^2 E / f_y)} = 129.53$
 溫度差異 $\Delta t = 15$ °C
 溫差軸力 $\Delta N = 30.00$ tf
 PS:日本建築學會建議, $\Delta N = (1.0 \sim 4.0) * \Delta t$
 此處採用 $\Delta N = 2\Delta t$

水平支撐軸壓力 $P = 58.7$ tf
 中間柱距離 $L_a = 6$ m
 橫擋支撐間距 $L_1 = 2$ m
 橫擋支撐間距 $L_2 = 2.0$ m
 水平支撐間距 $L_s = 6$ m



1.1 橫擋(圍令)檢核 (梁柱桿件)

1.11 角撐與橫擋的夾角 $\theta = 45$ 度
 若 $\theta \leq 60$, 橫擋 $L_b = L_1 + L_2 = 4.0$ m
 均佈外力 $w = (P + \Delta N) / L_s = 14.78$ tf/m
 $M_{max} = w * L_b^2 / 10 = 23.65$ tf-m
 $V_{max} = w * L_b / 2 = 29.57$ tf
 $N = \max[w(L_1 + L_2 / 2), w(L_1 + L_2) / 2 \tan \theta] = (44.35, 29.57) = 44.35$ tf

1.12 橫擋無側稱長度 $= L_1 + L_2 = 400.0$ cm
 橫擋細長比 $= \max(KL / r_x, KL / r_y) = \max(26.27, 44.81) = 44.81$
 $\therefore KL / r = 44.81 \leq C_c = 129.53$
 $\therefore$ 破壞模式為 非彈性挫曲
 $R = (KL / r) / C_c = 0.346$
 $FS = (5/3 + 3R/8 - R^3/8) = 1.791$
 $F_a = F_y / FS * (1 - 0.5R^2) = 1259.70$ kgf/cm²
 $f_a = N / (A * N_h) = 260.21$ kgf/cm²

1.13 $L_c = \min\left(\frac{20bf}{\sqrt{f_y}}, \frac{1400}{d / A_f * f_y}\right) = (452, 1108) = 452$ cm
 $\therefore L_b = 400$ cm $\leq L_c = 452$ cm
 $\therefore$ 此構件為充分側撐
 $f_{bx} = M_{max} / (S_x * N_h) = 1047.77$ kgf/cm²
 $F_{bx} = 0.66 f_y = 1584.00$ kgf/cm²
 $F_e'x = (12/23) * \pi^2 E / (KL / r_x)^2 = 15217.97$ kgf/cm²

1.14 $\therefore f_a / F_a = 0.207 > 0.15 \therefore$ 需考慮二次彎矩
 A. $SR = f_a / 0.6 f_y + f_{bx} / F_{bx} = 0.842$
 B. $SR = f_a / F_a + (C_{mx} / (1 - f_a / F_e'x)) * f_{bx} / F_{bx} = 0.779$
 考慮短期應力及舊品折減 $SR' = SR / (\alpha \beta) = 0.842 \leq 1$ OK!

1.15 $f_v = V_{max} / N_h / (H * t_w) = 703.97$ kgf/cm²
 $F_v = 0.4 f_y = 960$ kgf/cm²
 $SR = f_v / F_v = 0.733$
 考慮短期應力及舊品折減 $SR' = SR / (\alpha \beta) = 0.733 \leq 1$ OK!

1.2 水平支撐檢核 (梁柱桿件)

1.21 軸壓力 $P = 58.7$ tf
 中間柱距離 $L_a = 6$ m
 橫向載重 $W_L = 0.50$ tf/m
 $M_{max} = W_L * L_a^2 / 8 = 2.250$ tf-m

橫擋細長比 $= \max(KL/r_x, KL/r_y) = \max(45.97, 78.98) = 78.98$
 $\therefore KL/r = 78.98 \leq C_c = 129.53$
 $\therefore$ 破壞模式為 非彈性挫曲

$R = (KL/r)/C_c = 0.610$
 $FS = (5/3 + 3R/8 - R^3/8) = 1.867$
 $F_a = F_y / FS * (1 - 0.5R^2) = 1046.53$ kgf/cm²
 $f_a = (P + \triangle N) / (A * N_h) = 758.12$ kgf/cm²

1.22 $L_c = \min\left(\frac{20bf}{\sqrt{f_y}}, \frac{1400}{q_{A_f} * f_y}\right) = (387, 875) = 387$ cm
 $\therefore L_b = 600$ cm $> L_c = 387$ cm
 $\therefore$ 此構件為非充分側撐
 $f_{bx} = M_{max} / (S_x * N_a) = 169.32$ kgf/cm²
 F_{bx} 依 L/r 計算 $= 1440.00$ kgf/cm²
 $F_e'x = (12/23) * \pi^2 E / (KL/r_x)^2 = 3452.23$ kgf/cm²

1.23 $\therefore f_a / F_a = 0.724 > 0.15 \therefore$ 需考慮二次彎矩
 $A. SR = f_a / 0.6f_y + f_{bx} / F_{bx} = 0.644$
 $B. SR = f_a / F_a + (C_{mx} / (1 - f_a / F_e'x)) * f_{bx} / F_{bx} = 0.852$
 考慮短期應力及舊品折減 $SR' = SR / (\alpha \beta) = 0.852 \leq 1$ OK!

1.3 斜撐及角撐檢核 (軸力桿件)

1.31 長度 $L = 2.83$ m
 軸力 $P = w(L_1 + L_2) / 2 \sin \theta = 41.81$ tf

1.32 角撐細長比 $= \max(KL/r_x, KL/r_y) = \max(26.09, 44.43) = 44.43$
 $\therefore KL/r = 44.43 \leq C_c = 129.53$
 $\therefore$ 破壞模式為 非彈性挫曲

$R = (KL/r)/C_c = 0.343$
 $FS = (5/3 + 3R/8 - R^3/8) = 1.790$
 $F_a = F_y / FS * (1 - 0.5R^2) = 1261.75$ kgf/cm²

1.33 $f_a = (P + \triangle N) / A = 798.11$ kgf/cm² $\leq F_a = 1261.75$ kgf/cm²
 考慮短期應力及舊品折減 $SR = f_a / F_a / (\alpha \beta) = 0.633 \leq 1$ OK!

● 中間柱

(1)	支撐自重+材料積載荷重 N1					
	層數	支數	規格	單位重(tf/m)	支撐間距(m)	合計(tf)
	第一層水平支撐	1	300x300x10x15	0.093	6	1.12
	第二層水平支撐					
	第三層水平支撐					
	第四層水平支撐					
	材料積載荷重(活載重)			0.3		3.60
					N1=	4.72

(2)	水平支撐傾斜(傾斜角度1/50)壓縮力 N2				
	層數	高程位置 GL-(m)	軸力(tf)	10°C溫差軸力(tf)	合計(tf)
	第一層水平支撐	1.2	58.7	30	3.55
	第二層水平支撐				
	第三層水平支撐				
	第四層水平支撐				
				N2=	3.55

(3)	中間柱載重 N3				
	中間柱	300x300x10x15	間距=	6 m ;	
			開挖面以上長度=	5.7 m	
	中間柱頂端至開挖面以上300x300x10x15自重		0.093x5.7=	0.530 tf	
			N3=	0.530 tf	

(4)	中間柱檢核				
(4-1)	型鋼部分				
	採用	300x300x10x15			
	構材斷面積 A(cm ²)=	118	I _y (cm ⁴)=	6750	
	斷面模數 S _x (cm ³)=	1350	構材斷面幅寬 B(cm)=	30	
	迴轉半徑 r _x (cm)=	13.1	斷面 S _y (cm ³)=	450	
	降伏應力 F _y (tf/cm ²)=	2.4	迴轉半徑 r _y (cm)=	7.55	
	L _c (m)=	3.87	構材單位重 w(tf/m)=	0.093	
	L _e (m)=	10.08	L _u (m)=	4.51	
	K =	1	r _T (cm)=	8.26	
	短期容許應力提高值 α=	1.25	E(kgf/cm ²)=	2040000	
	舊品折減係數 β =	0.8	d(cm)=	30.00	
	開挖深度 D _f (m)=	5.7	A _f (cm ²)=	45.00	
	貫入開挖面下槽長 L(m)=	2			

(4-3)	載重計算			
	中間柱軸壓力(tf)=N1+N2+N3=	8.794	受壓	
	中間柱拉拔力(tf)=N2-N1-N3=	-1.698	受壓	
	開挖面以上中間柱自重N4(tf)=	0.530		
	水平支撐偏心距 e(m)=	0.5		
	偏心彎矩 M(tf-m)=(N2+N4)*e=	2.039		

(4-4)	挫屈檢核			
	軸壓應力 f _a (tf/cm ²)=	0.075		
	彎曲應力 f _b (tf/cm ²)=	0.151		
	開挖底面下土壤之N值=	50		
	開挖底面下土壤之水平地盤反力係數 k _h (kg/cm ³)=	(0.691*50^0.406)	(日本福岡、宇都公式)	
		= 3.38		
	β (cm ⁻¹)=(k _h *B/4EI _y) ^{1/4} =	0.007		
	假設支點至開挖底面距離 L ₀ (m) =1/β=	1.53		
	最下層支撐與開挖面距離 L ₁ (m) =	4.50		
	挫屈長度 L _b =L ₀ +L ₁ (m)=	6.03		
	臨界長細比 c _c = $\sqrt{\frac{2\pi^2 E}{F_y}}$ =	129.53		

最大長細比 $(KL/r_y)=$ 79.82 < $C_c=129.53$

假設 $m= \frac{(KL/r)_{max}}{C_c} =$ 0.62

容許軸壓應力 $F_a(\text{tf/cm}^2)= [1-1/2*m^2]*F_y/ [5/3+3/8*m-1/8*m^3]$ = 1.041

容許彎曲應力 F_b

$\therefore L_u < L_b \leq L_e$

$\therefore F_b=\max\{[2/3-(F_y(L_b/rT)^2/107600C_b)]*F_y, 840C_b/(L_b*d/A_f)\} \leq 0.6F_y$

= $\max\{1.31, 2.09\} \leq 1.44$ = 1.44 tf/cm²

等值彎矩因數 $C_m=$ 0.85

容許挫屈應力 $F_e'=$ $12/23*\pi^2*E/(K*L/r_y)^2$ = 4.964 tf/cm²

放大細數 $A_f= C_m/(1- f_a/F_e') =$ 0.863

$\therefore f_a/F_a=$ 0.072 <= 0.15

$SR= f_a/F_a+ f_b/F_b =$ 0.176

考慮短期應力及舊品折減 $SR'=SR/(\alpha\beta)=$ 0.176 < 1 OK!

- (5) 承载力及抗拔力檢核
依據建築物基礎構造設計規範(民國113年1月實施)
單樁垂直支承载力

$$Q_u = Q_s + Q_b = f_s A_s + q_b A_b$$

$$Q_a = \frac{Q_s}{FS_1} + \frac{Q_b}{FS_2}$$

施工法= 打入式

樁長= 2.00 m

樁徑(假設斷面為圓形)= 0.30 m

樁斷面周長= 1.20 m

樁斷面積= 0.090 m²

開挖深度 $D_f=$ 5.70 m

樁底高程= 7.70 m

假設地下水水位於 GL- 20.00 m

假設高地下水水位於 GL- 0.00 m

$$P_1=P_D+P_L-P_{W,L}= 8.794 \text{ tf}$$

其中，

$P_D=$ 靜載重

$P_L=$ 活載重

$P_{W,L}=$ 低水位載重

砂土： $f_s=N/3(\leq 15)$ ； $q_b=30N$

註：樁端點極限支承载力之N值不得超過50，採樁端點上方4倍樁徑與樁端下方1倍樁徑範圍

黏土： $f_s=\alpha S_u$ ； $q_b=6S_u$

土層	土層特性	土層深度 (m)	N值	樁長 ΔL (m)	α	S_u (tf/m ²)	$Q_s= f_s A_s$ (tf)	$Q_b= q_b A_b$ (tf)
GP	砂質	25.00	50	2.00	0.00	0.0	36.00	135.00

2.00 合計 Σ 36.00 135.00

$$\text{極限承载力 } Q_u = (\Sigma Q_s + Q_b) = 171.0 \text{ tf}$$

垂直支承载力安全係數

	樁載重試驗		支承载力推估公式	
	FS_1	FS_2	FS_1	FS_2
常時	1.8	2.5	2.5	3.5
短期	1.3	1.8	1.8	2.5
極限境界	1.1	1.3	1.2	1.5

拉拔力安全係數

	樁載重試驗	推估公式
	FS	FS
常時	2.0	5.0
短期	1.5	3.0
極限境界	1.2	2.4

(5-1) 支承力推估方法採支承力推估公式

短期	$FS_1 =$	1.8	(垂直支承力安全係數)
短期	$FS_2 =$	2.5	(垂直支承力安全係數)
短期	$FS =$	3.0	(拉拔力安全係數)
短期	容許垂直支承力 $Q_a = \Sigma Q_g / FS_1 + \Sigma Q_b / FS_2 =$		74.0 tf
短期	容許拉拔力 $R_a = W_p + (\Sigma Q_s) / FS =$		12.6 tf

(5-2) 支承力檢核

軸壓力 $Q = P_1 =$	8.794 tf		向下	
總承載力 $Q_a = \Sigma Q_g / FS_1 + \Sigma Q_b / FS_2 =$	74.0 tf	$\geq$	Q	OK!

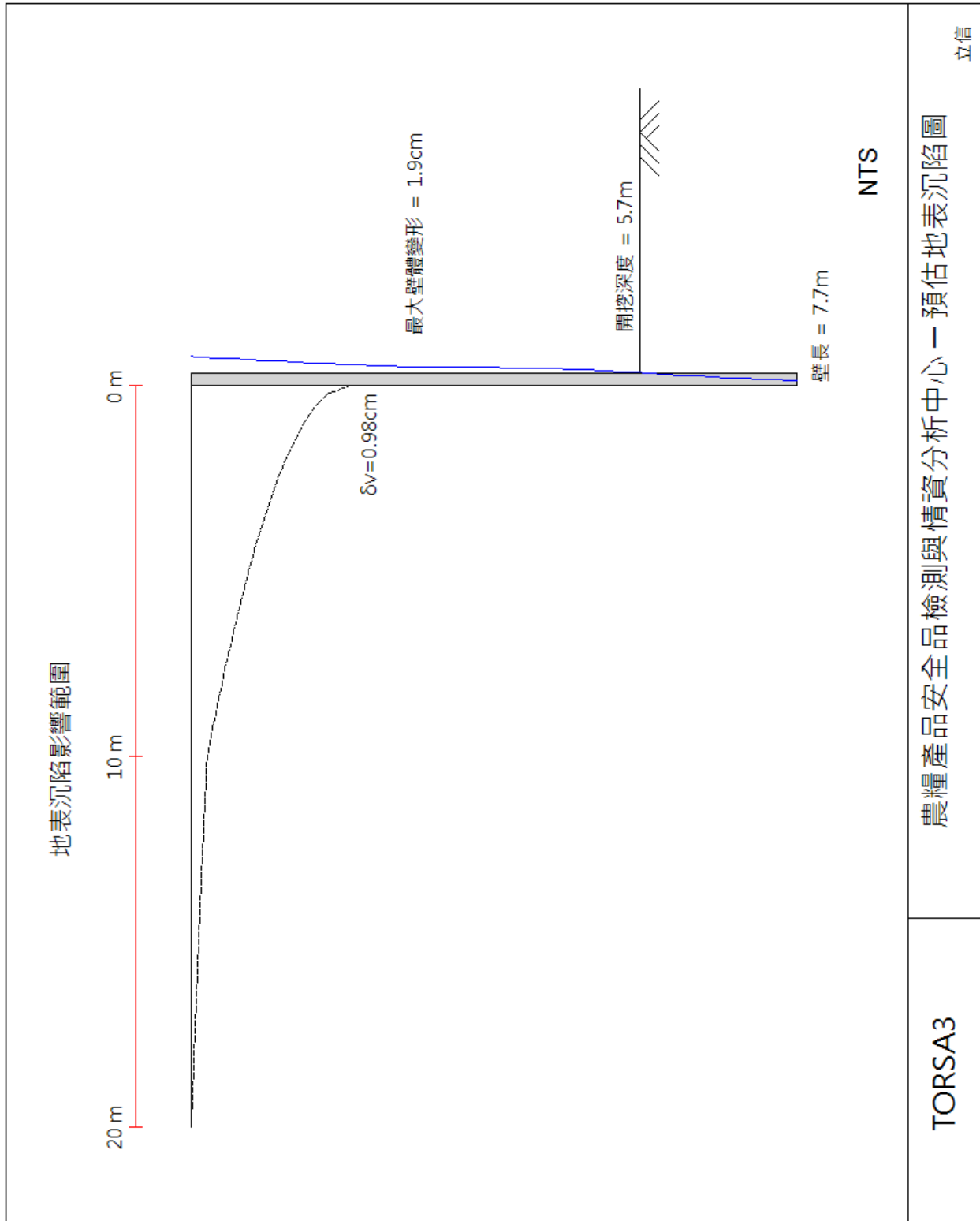
(5-3) 拉拔力檢核

考量高地下水位狀況下				
拉拔力 $R = \max(N_2 - N_1 - N_3, 0) =$	0 tf		向下	
短期容許拉拔力 $R_a = W_p + (\Sigma Q_s) / FS =$	12.6 tf	$\geq$	R	OK!

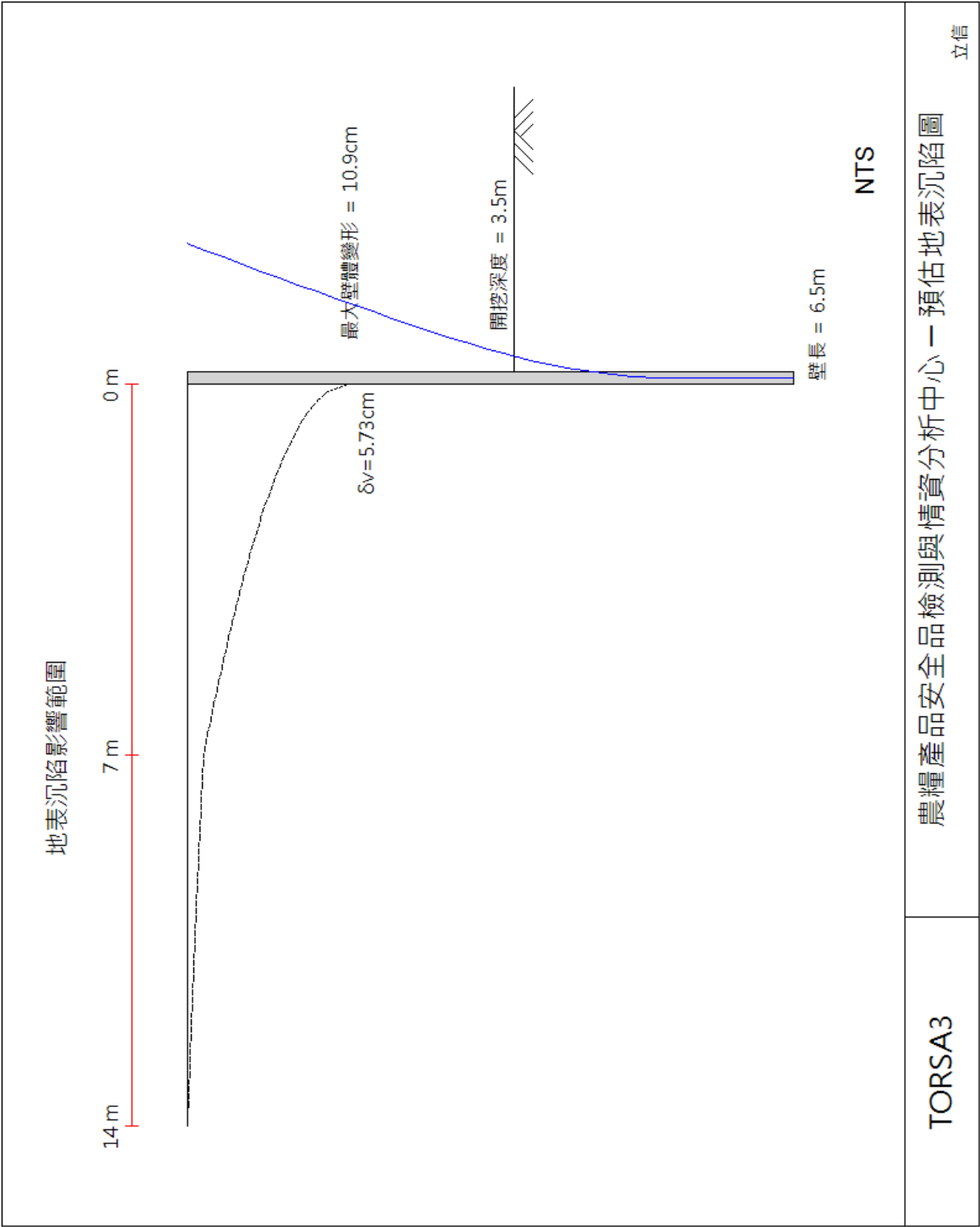
十、鄰建物沈陷預估

➤ 主體結構

依據歐章煜、謝百鈞和唐雨耕(1999)建議之預估沈陷剖面如下圖所示



➤ 車道部分



十一、結論及建議

- (1) 本案基礎坐落最大深度為既有地表下 5.7m，地表下土層主要為卵礫石夾砂土層，主體結構規劃採用擋土柱搭配水平支撐工法；車道部分採懸臂式擋土壁體。
- (2) 依據鑽探報告及基地現況，假設地表加載為 2.0t/m，開挖階段假設地下水位於 GL. -20m。
- (3) 擋土措施採用規格如下：

➤ 主體結構

擋土壁體：深 7.7m 之擋土柱(單元厚 0.3m；長 1.2m；間距 2m)

第一階段水平支撐：橫擋(H350×350×12×19)、水平支撐(H300×300×10×15)、斜撐及角撐(H250×250×9×14)

中間柱：H300×300×10×15

➤ 車道部分

擋土壁體：長 6.5m 之鋼軌樁(50kg/m@0.4m)

- (4) 主體結構之擋土壁體貫入深度檢核 $F.S = 1.49 > 1.2(OK)$ ，壁體變位量 1.881cm 於容許範圍內($L/240=2.375cm$)，經檢核擋土措施之強度可符合要求。
- (5) 車道部分之懸臂式擋土壁體貫入深度檢核 $F.S = 2.06 > 1.5(OK)$ ，壁體變位量 10.868cm。依據中華民國大地工程學會「建築物基礎開挖工程監測準則」(民國一〇六年三月)第 2.1.10 監測管理基準值之設定章節，擋土結構側位移之警戒值係採分析變位值或 0.8 倍容許界限值；行動值係依環境容許狀況訂定容許界限值。本基地幅員廣闊，且車道部分開挖範圍無緊鄰既有建築物，經評估於開挖深度條件下，壁體強度仍於容許範圍內，故該變位屬可接受。
- (6) 開挖面隆起主要發生於當開挖面下為厚層軟弱或鬆散之黏性土層，本基地地質條件不致產生隆起現象。
- (7) 砂湧係指開挖面下為透水性良好之土壤時，由於開挖側抽水使內外部有水頭差而引致滲流現象。因擋土壁內外側無水頭差不致產生砂湧現象。
- (8) 本案最終開挖面下方無不透水層且承受壓力水頭狀況，故無上舉之疑慮。