



WinHub.AI

基坑開挖坍塌實例分析

- 嵌入式擋土牆極限狀態穩定性分析軟體
- 以新加坡NICOLL HIGHWAY坍塌為例
- 以台灣大直民宅坍塌為例

Min Cai 蔡敏 博士
 台灣慧穩科技海外技術長
 澳洲GeoWitSoft創辦人
 日本大阪市立大學岩土工程博士
 澳大利亞標準4678-2002
 負責嵌入式擋土牆的新章節

ULS-RWS是一套專門解析各種類型嵌入式擋土牆極限狀態(ULS)的軟體。
 主要的目的是計算擋土牆最小需要的『埋深』。

設計流程 Step1

- 分析極限狀態 (ULS, 假設土的強度已完全發揮) 下的擋土牆平衡來計算牆體的最小要求埋深。
- 此最小埋深具有一定的安全係數, 傳統的安全係數為1.5。
- 這裡採用慧穩科技代理GeoWitSoft公司的軟體 **ULS-RWS**來做分析

設計流程 Step2

- 一般採用有限元素法或有限差法法進行土-結構-相互作用分析 (SSI: Soil-Structure Interaction analysis) 來計算牆體的變形, 彎矩, 剪力和軸向力。
- 結構工程師會根據計算結果進行配筋計算(地下連續牆)
- 這裡採用American Bentley Systems公司的軟體**PLAXIS**來做分析

BS 8002:1994

Section 3. Design philosophy, design method and earth pressures

3.1 Design philosophy

3.1.1 General

The design of earth retaining structures requires consideration of the interaction between the ground and the structure. It requires the performance of two sets of calculations:

- 1) a set of equilibrium calculations to determine the overall proportions and the geometry of the structure necessary to achieve equilibrium under the relevant earth pressures and forces;
- 2) structural design calculations to determine the size and properties of the structural sections necessary to resist the bending moments and shear forces determined from the equilibrium calculations.

Both sets of calculations are carried out for specific design situations (see 3.2.2) in accordance with the principles of limit state design. The selected design situations should be sufficiently severe and varied so as to encompass all reasonable conditions which can be foreseen during the period of construction and the life of the retaining wall.

3.2 Design method

3.2.1 Equilibrium calculations

In order to determine the geometry of the retaining wall, for example the depth of penetration of an embedded wall (see 1.3.10), equilibrium calculations should be carried out for carefully formulated design situations. The design calculations relate to a free-body diagram of forces and stresses for the whole retaining wall. The design calculations should demonstrate that there is global equilibrium of vertical and horizontal forces, and of moments. Separate calculations should be made for different design situations.

The structural geometry of the retaining wall and the equilibrium calculations should be determined from the design earth pressures derived from the design soil strength using the appropriate earth pressure coefficients.

Design earth pressures will lead to active and passive pressure diagrams of the type shown in Figure 4. The earth pressure distribution should be checked for global equilibrium of the structure. Horizontal forces equilibrium and moment equilibrium will give the prop force in Figure 4a) and the location of the point of reversed stress conditions near the toe in Figure 4b). Vertical forces equilibrium should also be checked.

對多支撐基坑開挖採用

美國海軍標準推薦的方法進行ULS分析

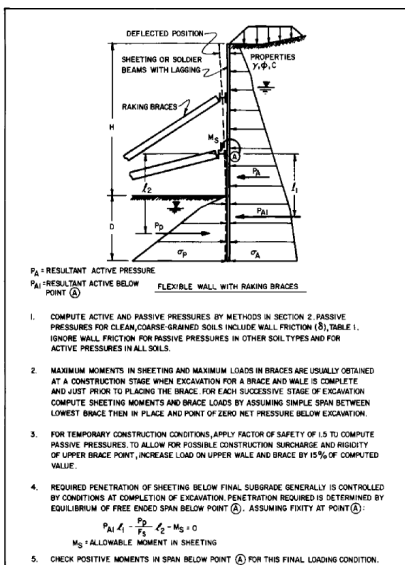


FIGURE 27 (continued)
Design Criteria for Braced Flexible Walls

7.2-103

ULS-RWS擁有的功能和特点：

- 適用於嵌入式擋土牆的極限狀態分析計算(懸臂式, 單支撐以及多支撐)
- 適用於所有的國際規範 (英國規範8002, 歐盟規範1997-1, 澳洲擋土規範4678和澳洲橋樑規範5100)
- 採用最新的『極限平衡法』, 同時提供傳統的計算方法『CP2』以便於比較

可考慮以下的設計條件：

- Ka (主動土壓力係數)和 Kp (被動土壓力係數)採用Eurocode EN 1997-1: 2004的建議公式自動算出
- Ka 和 Kp 也可用由使用者自行輸入
- 拉伸裂縫中的最小水壓力 (MEFP)
- 選擇位於牆底部水壓力的平衡或非平衡
- 作用於牆體頂部的外力(風荷載作用下透過柵欄傳遞的剪力和彎矩)
- 非連續擋土牆的三維效應
- 分析水滲流引起管湧破壞

Be Your iPartner!



慧穩科技股份有限公司
 AIWin Technology Co., Ltd

案例分享 『新加坡NICOLL HIGHWAY坍塌』 及 『台灣基泰大直民宅坍塌』

新加坡NICOLL HIGHWAY

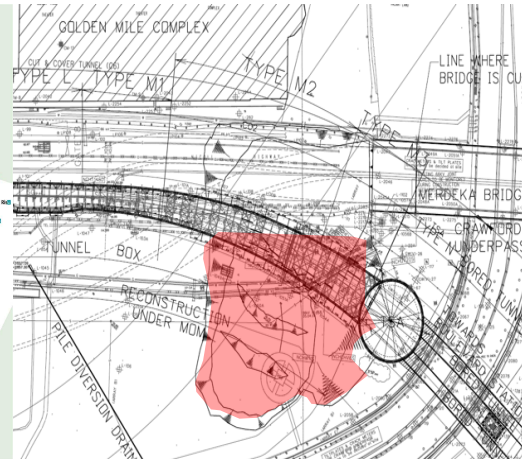
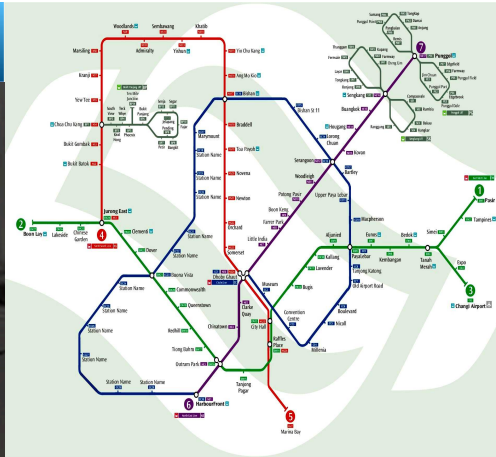
150m by 100m by 30m
ravine created

4 dead

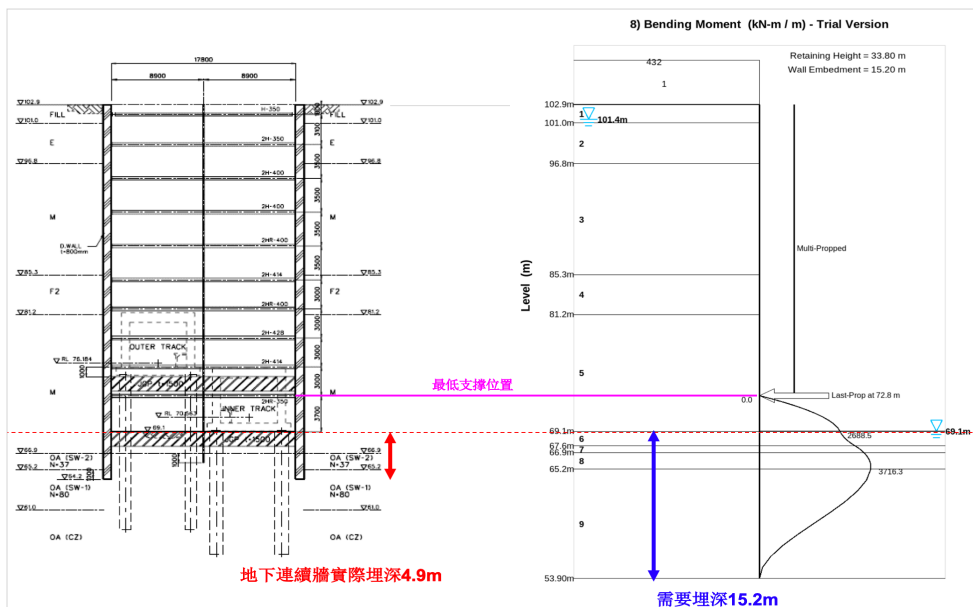
3 injured

4-day rescue

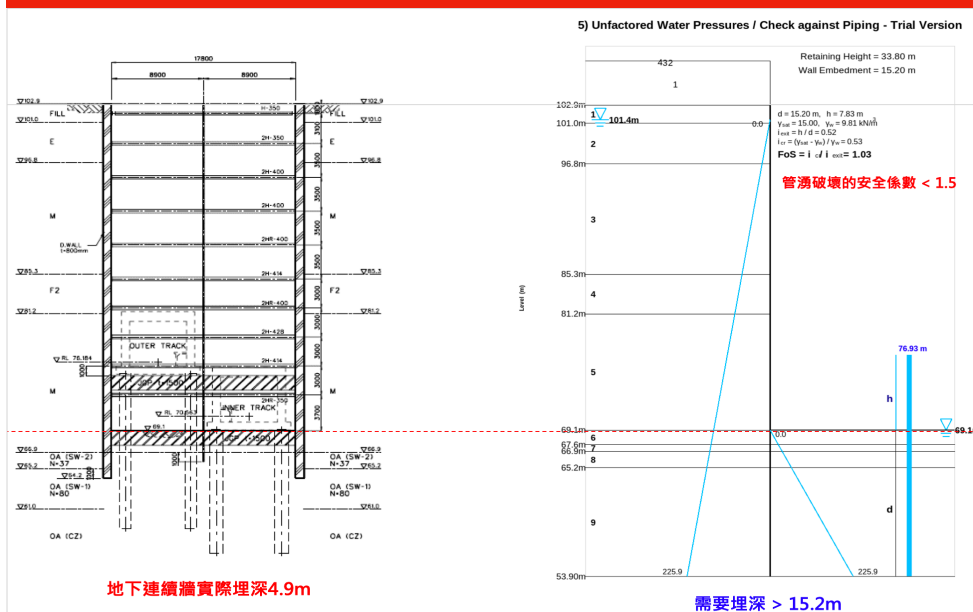
162 SCDF rescuers



(極限狀態設計計算採用ULS-RWS)



軟體所預估埋深需要15.2m以上，但實際只有4.9m

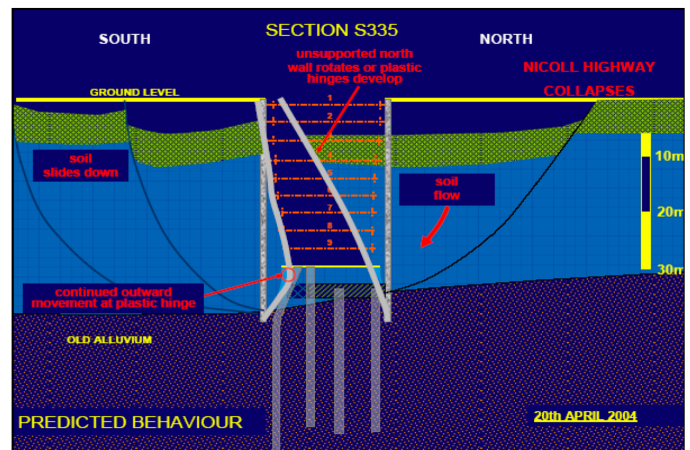
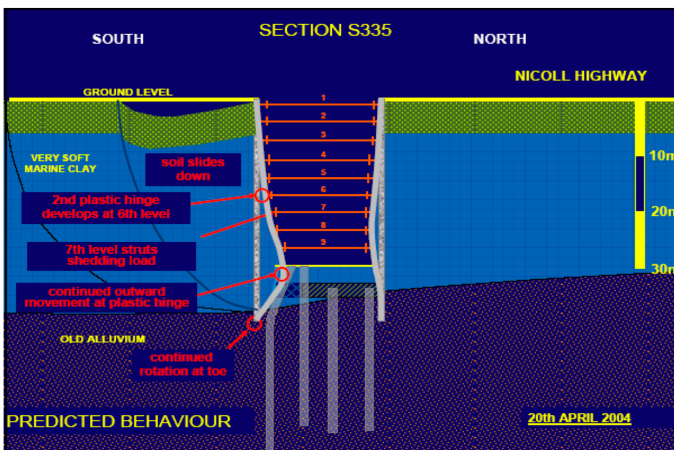
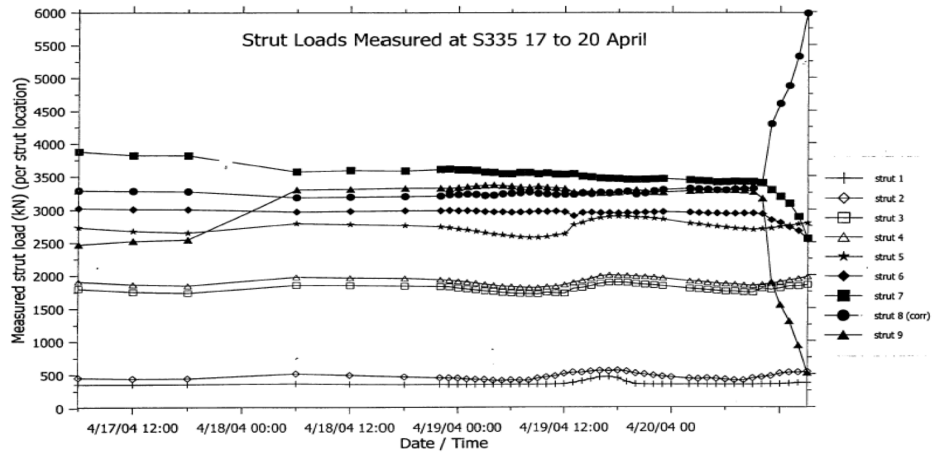
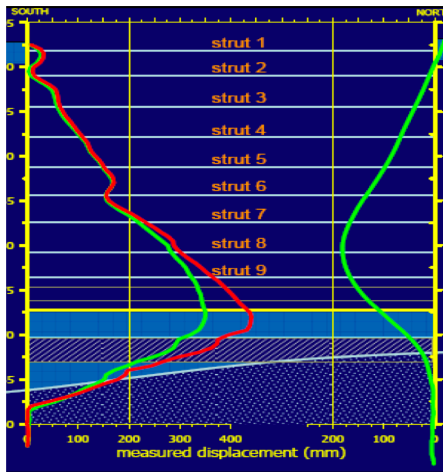
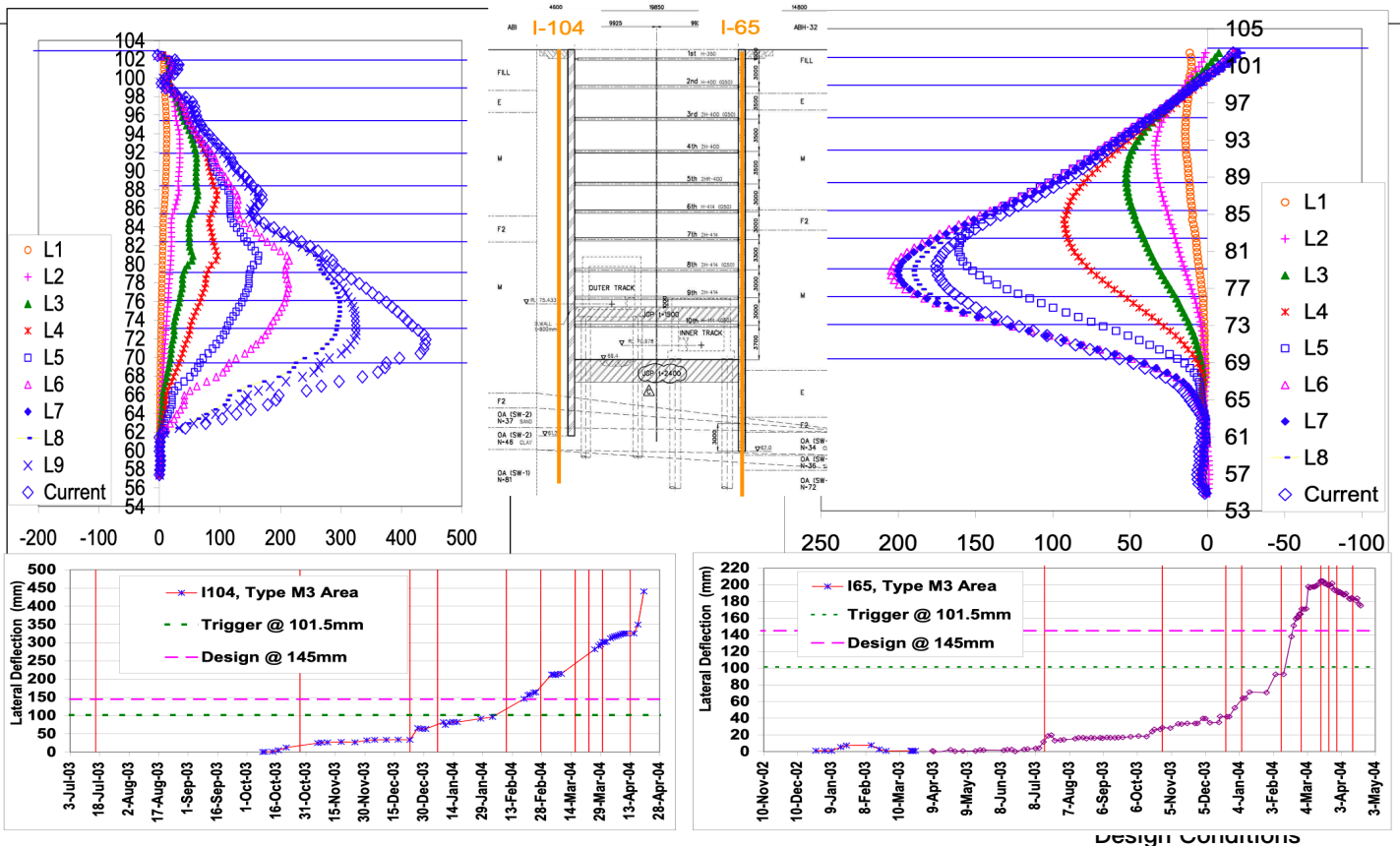


Be Your iPartner!



慧穩科技股份有限公司
AIWin Technology Co., Ltd

Type M3 Area(水平變形實際監測)



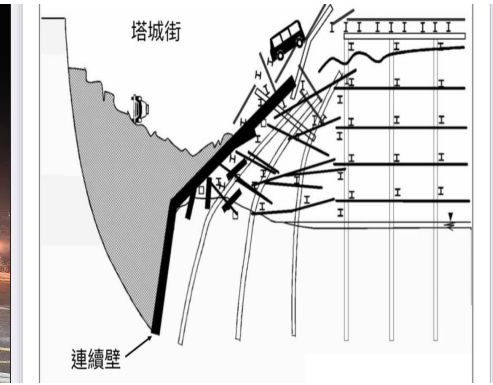
案例分享 『新加坡NICOLL HIGHWAY坍塌』 及 『基泰大直民宅坍塌』

台灣基泰大直民宅

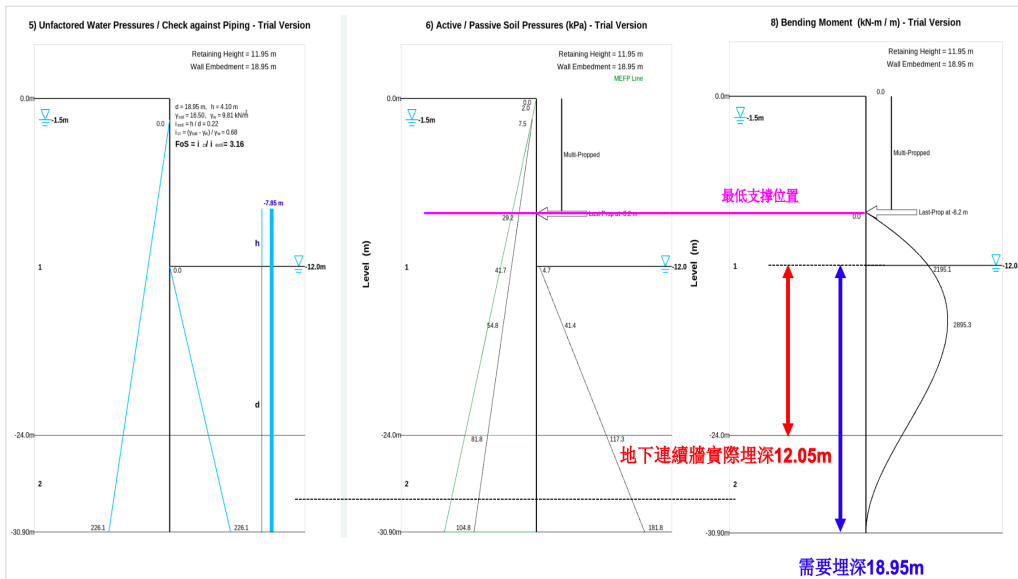
土壤設計參數

$\gamma = 16.5 \text{ kN/m}^3$, $c' = 2 \text{ kPa}$, $\phi' = 24^\circ$, $E = 3 \text{ MPa}$

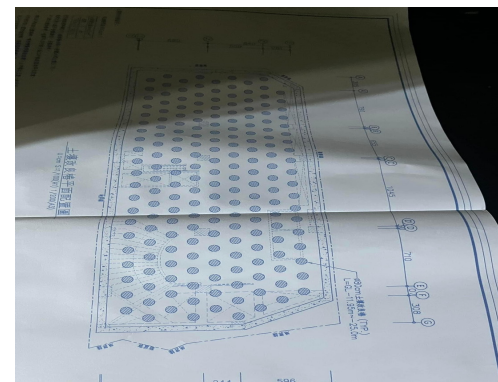
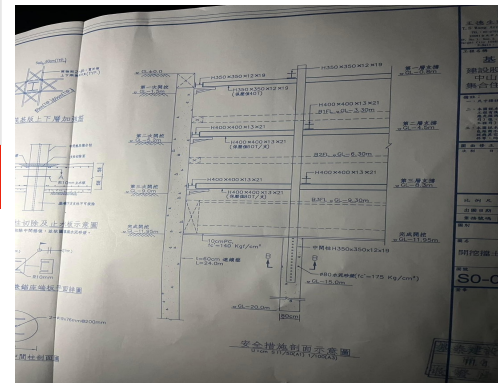
○ 以下分析不考慮有地下岩盤，只考慮只有軟土狀態



(極限狀態設計計算採用ULS-RWS)



軟體所預估埋深需要18.95m以上，但實際只有12.05m



工程名稱：-
地點：台北市
鑽孔編號：BH-1
深度：39.00 M

鑽孔標高：0.17 M
坐標系統：TWD97

地下水位：
坐標 N：2775286.02

深度 (m)	取樣記錄	鑽孔水位	標準貫入	地質圖元	岩石或土壤性質描述	顏色
0					混雜土、回填粉土質細砂夾岩塊	3.2 M
1	T-1		516+4		灰色粉土質黏土	灰
1	S-1		1+1+1			
2	S-2		1+1+1			
2	T-2		1+1+1			
3	S-3		1+1+1			
4	S-4		1+1+1			
5	S-5		1+1+1			
6	S-6		1+1+1			
7	S-7		1+1+1			
8	S-8		1+1+1			
9	S-9		1+1+1			
10	S-10		1+1+1		16.5 M	
11	S-11		1+1+2		灰色粉土質黏土偶夾貝類	灰
12	S-12		1+2+2		27 M	

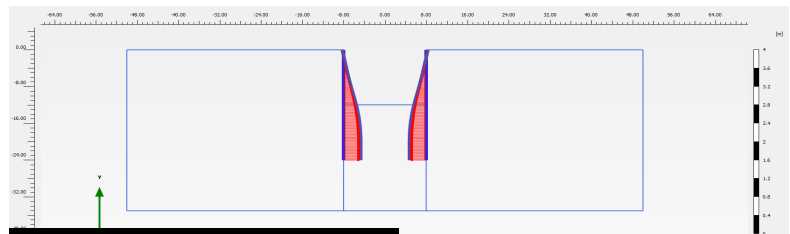
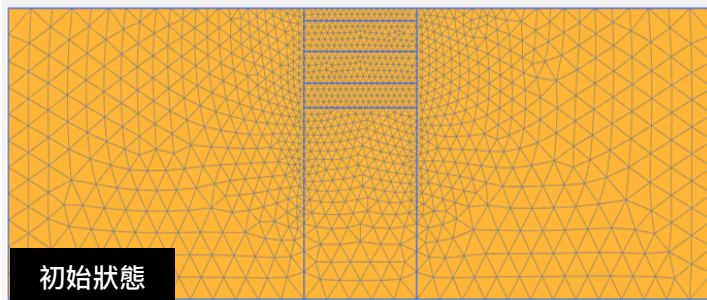
深度 (m)	取樣記錄	鑽孔水位	標準貫入	地質圖元	岩石或土壤性質描述	顏色
0	S-1		2+2+2		回填粉土、碎塊、玻璃及碎雜色砂土	2.5 M
1	S-2		2+2+3		灰色粉土質黏土	灰
2	S-3		1+1+1			
3	S-4		1+1+1			
4	S-5		1+1+1			
5	S-6		1+1+1			
6	S-7		1+1+1			
7	S-8		1+1+1			
8	S-9		1+1+1			
9	S-10		1+1+1		15 M	
10	S-11		1+1+2			
11	S-12		1+2+2			
12	S-13		1+2+2		26.5 M	

工程名稱：-
地點：台北市
鑽孔編號：BH-3
深度：35.00 M

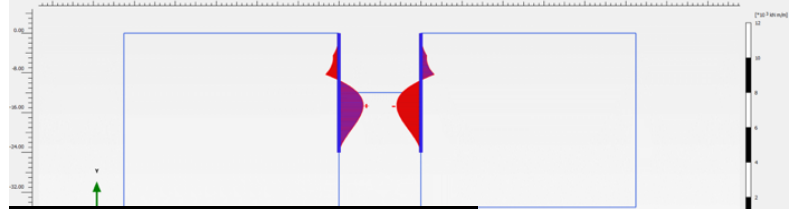
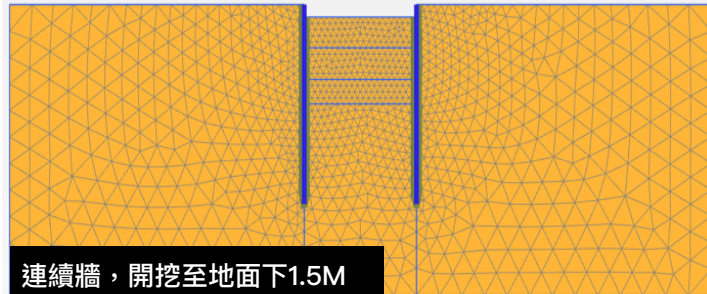
鑽孔標高：0.10 M
坐標系統：TWD97

地下水位：
坐標 N：2775291.97

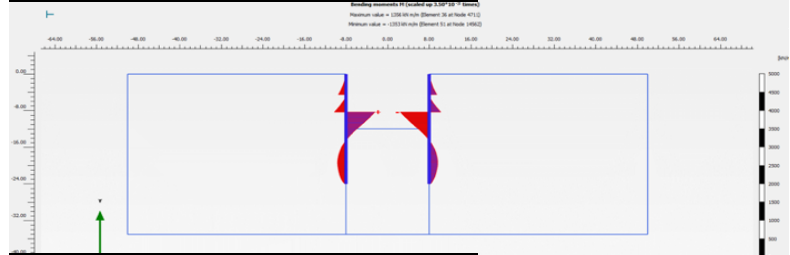
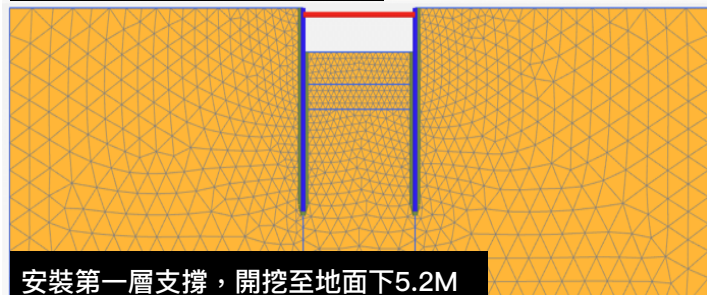
深度 (m)	取樣記錄	鑽孔水位	標準貫入	地質圖元	岩石或土壤性質描述	顏色
0	S-1		1+2+2		灰色粉土質黏土偶夾貝類	灰
1	S-2		2+2+2			
2	S-3		2+2+2			
3	S-4		1+1+1			
4	S-5		1+1+1			
5	S-6		1+2+2		26.5 M	
6	S-7		1+1+1			
7	S-8		1+1+1			
8	S-9		1+1+1			
9	S-10		1+1+1			



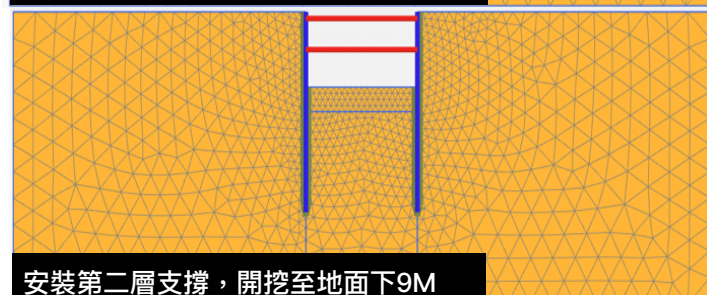
計算最大水平變形超過300mm



計算最大彎矩1350 kN-m/m (SLS)



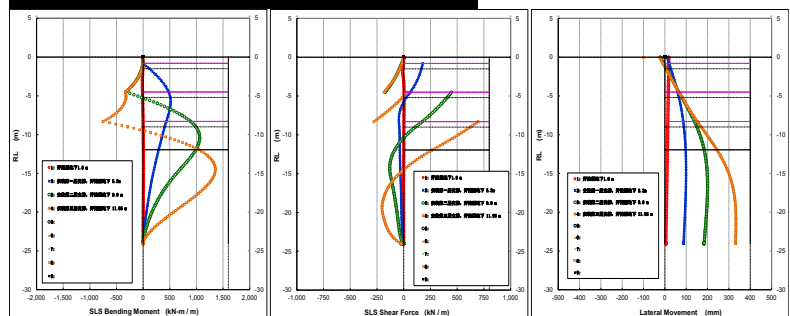
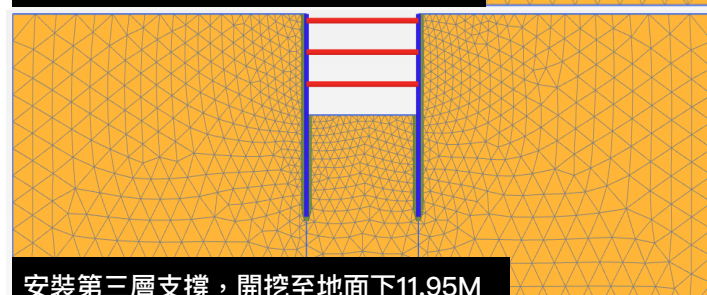
計算最大剪力700 kN/m (SLS)



Output Close

Structural element	Node	Local number	X [m]	Y [m]	N [kN]	N _{min} [kN]	N _{max} [kN]
NodeToNodeAnchor_1_1	6983	1	-8.000	-0.800	0.000	-949.453	0.000
Element 1-1 (Node-to-node anchor)	19455	2	8.000	-0.800	0.000	-949.453	0.000
NodeToNodeAnchor_2_1	6915	1	-8.000	-4.500	-1094.948	-3103.861	0.000
Element 2-2 (Node-to-node anchor)	19019	2	8.000	-4.500	-1094.948	-3103.861	0.000
NodeToNodeAnchor_3_1	5920	1	-8.000	-8.300	-4883.069	-4883.069	0.000
Element 3-3 (Node-to-node anchor)	17885	2	8.000	-8.300	-4883.069	-4883.069	0.000

計算最大支撐力500噸(第三層支撐)



土木工程設計和建造需要高度的專業知識和謹慎，以確保結構的安全性和穩定性

- 工程師必須進行擋土牆極限狀態(ULS)分析以確定最小埋深
- 最小埋深確定後，才可進行土壤-結構-交互作用分析(SLS，通常採用有限元素分析法)
- 工程師必須充分理解土壤力學、土壤的本構關係及有限元素分析方法的優缺點
- 設計本身絕不是一次的行為，應根據工地的設計情況和監測結果隨時調整
- 當實測結果與設計預測不同時，應尋找合理的原因，採用合理的參數與模型預測下一步的表現