



使用手冊及技術文件

User Manual & Technical Reference

V1.6.3

User Manual & Technical Reference V1.6.3

Contents

一 · XDO簡介.....	1
二 · XDO工作介面.....	3
2.1 XDO程式運作方式	3
2.2 CATii主程式首頁	4
2.3 XDO程式工具列	5
2.4 XDO程式註冊	8
三 · XDO圖形使用者介面及施工指令	9
3.1基本分析條件.....	12
3.1.1初始地下水位	12
3.1.2最大分析元素長度	12
3.1.3擋土壁設定	14
3.1.4地層數目	15
3.1.5土壓力係數計算法	15
3.1.6砂土 k_h 計算法	15
3.1.7黏土 k_h 計算法	16
3.1.8有效應力法/總應力法	16
3.1.9地層參數輸入表格	17
3.1.10內扶壁設定	19
3.2施工設定.....	21
3.2.1 WAT水位/水壓單一深度設定	23
3.2.2 WAT水位/水壓智慧設定	25
3.2.3 EXC開挖/土堤	32
3.2.4 STR支撐/地錨/樓板（設置或拆除）、調整預力.....	33
3.2.5 SUC半無限空間均布垂直超載	36
3.2.6 SUB任意位置均布垂直超載.....	37
3.2.7 SOI地改/土壤參數調整.....	39
3.2.8 BAC回填	43
3.2.9 LOA擋土壁施力水平應力	47

3.2.10 CFM擋土壁施力載重或彎矩	48
3.2.11 LIM擋土壁束制條件.....	49
3.2.12 SUG任意位置均布垂直超載.....	50
3.2.13 COE側向土壓/水壓/超載折減	52
3.2.14 AIN新增擋土牆（複牆）	53
3.2.15 INE調整擋土壁勁度	54
3.3輔助設計	55
3.3.1簡易型鋼支撐檢核設計條件	56
3.3.2簡易型鋼支撐檢核分析結果	60
3.4進階分析設定	61
3.5其他設定	63
3.6輸入文字檔（.RIO）	65
四・XDO計算書	68
4.1綜合分析結果	68
4.2各階分析結果	68
4.3彈簧應力與變位	71
4.4輸入指令	71
4.5資訊	71
4.6符號	71
五・XDO理論背景	72
5.1彈塑性基礎梁模型	72
5.2有限元素法	73
5.3土壤彈簧	76
5.4支撐彈簧	81
5.5有效應力法、總應力法與土壤強度參數	82
5.6主動土壓力、被動土壓力	84
5.7靜止土壓力	92
5.8 SUC及SUG超載	93
5.9 SUB超載	95
5.10土堤開挖	98
5.11 SOI及BAC指令的土壤初始應力	103
5.12地盤反力係數	104
5.13水壓力及滲流	106

5.14擋土壁勁度	110
5.15支撐勁度	112
5.16主牆與複牆的彎矩及剪力分配	113
5.17內扶壁之等值土壤參數	114
六・XDO與擋土支撐元件設計	117
6.1深開挖設計流程.....	117
6.2 CATii深開挖支撐系統設計.....	122
6.3 CATii深開挖擋土壁設計.....	124
6.4 CATii深開挖中間柱設計.....	126
七・XDO分析案例.....	128
7.1案例一：鋼軌樁+順打2階支撐+有效應力法	128
7.2案例二：連續壁+順打3階支撐+有效應力法	136
7.3案例三：連續壁及內扶壁+逆打工法+總應力法.....	145
7.4案例四：鋼板樁+懸臂式開挖+有效應力法.....	155

一．XDO 簡介

XDO 全名 eXcavation Design Online，為新一代的深開挖工程分析設計軟體，利用彈塑性基礎梁模型模擬開挖施工之各項元件及工序，再以有限元素法解出擋土壁之變位、剪力與彎矩，土壤之變形與應力，以及支撐軸力。

台灣過去幾十年來，深開挖工程絕大部分採用 RIDO 程式進行分析，再依其分析結果進行設計，因此，台灣工程界的深開挖分析經驗很多是立基於 RIDO 程式的架構之下。RIDO 可以模擬大部分的開挖施工過程，其理論嚴謹、架構完整，但仍有部分操作不便之處，例如：

(1)文字輸入檔

過去 RIDO3 以文字檔輸入施工指令為主，使用上較不直覺；雖然新版 RIDO4 已附有視窗輸入介面，但仍在文字輸入的架構下操作，功能較為陽春。

(2)總應力法分析

過去 RIDO3 對於不排水地層採總應力分析法時，需進行許多假設以符合土壤力學原理；而 RIDO4 新版 WAT 指令雖然已可任意修正水壓，採總應力分析法時僅需將不排水地層之水壓力設定為零即可，惟水壓設定較為繁瑣不便。此外，部分不熟悉土壤力學有效應力原理的使用者亦經常發生混用有效應力參數及總應力參數的錯誤。

(3)土壓力理論

RIDO 採用之土壓力理論與台灣工程界所熟悉的 Padfield & Mair 理論不盡相同，若使用者不熟悉兩者理論上的差異，在不適當的條件設定下無法計算得到合理的土壓力。

(4)文字檔計算書

傳統 RIDO 計算書係採用文字檔排列輸出，使用者要擷取分析結果進行其他後處理分析設計相當不便。最新版 RIDO 雖已支援 Excel 格式輸出，但目前新版本並不普及。

除了上述不便之處外，RIDO 實為理論及架構俱佳之大作，尤其在過去電腦軟、硬體技術相對受限的年代能開發出這樣的軟體，實屬不易。為此，XDO 的開發延續了 RIDO 程式的架構及嚴謹精神，並針對上述四大不便之處提出解決方案：

(1) XDO 圖形使用者介面 (GUI)

圖形使用者介面 (Graphical User Interface , GUI) 是指採用圖形方式顯示的電腦操作使用者介面。與早期電腦使用的命令列介面相比，除了降低使用者的操作負擔之外，圖形介面對於新使用者來說在視覺上更易於接受，可顯著提升使用與學習效率。XDO 圖形使用者介面將所有的施工指令圖形化，依照指示圖形輸入數字即可；部分需要手算的參數 (如支撐勁度或擋土壁勁度)，只要設定條件並按下快捷鍵即可自動算出；輸入完成的施工條件亦會以圖形即時呈現，使用者一目瞭然。

(2) XDO 解決有效應力法及總應力法分析

對於不排水地層，XDO 的分析選項直接提供可選擇總應力法或有效應力法，讓使用者無痛切換兩種分析方法。另外，XDO 的防呆系統可防止使用者混用有效應力及總應力參數之失誤。

(3) XDO 水壓力快速設定工具

XDO 的「**WAT 水位/水壓智慧設定**」功能可自動生成水壓力分佈，並同步考量滲流以及上舉隆起，完全不需要手算，免除使用者以傳統方式一筆一筆輸入 WAT 指令之麻煩。

(4) XDO 提供兩種土壓力理論

XDO 同時提供台灣工程界所熟悉的 Padfield & Mair 理論以及 RIDO 採用之土壓力理論，使用者可自行切換比較兩者計算出來之差異。

(5) XDO 提供 Excel 格式計算書

XDO 的輸出計算書為 Excel 格式，方便使用者擷取分析結果，進行其他可能的後處理計算。

(6) XDO 與 RIDO 完全相容，分析結果相同

XDO 分析結果與 RIDO 幾乎完全相同。XDO 施工指令與 RIDO 完全相容，皆為 .RIO 檔，使用者可將 XDO 產生之 .RIO 檔匯入 RIDO 程式執行，亦可將 RIDO 舊案的 .RIO 檔直接由 XDO 讀取並執行，藉此比對兩者的執行結果。

綜合上述之各項優點，XDO 可讓使用者完全承襲數十年來 RIDO 的工程經驗，XDO 乃為兼具嚴謹及使用方便性的開挖擋土分析設計程式。除此之外，同屬 CATii 系統的「深開挖支撐系統設計」、「深開挖擋土壁設計」與「深開挖中間柱設計」等子程式，皆可直接讀取 XDO 的計算書，免除使用者人工重複輸入複雜設計條件的繁瑣程序，實現高效的後處理整合設計。

二 · XDO 工作介面

2.1 XDO 程式運作方式

XDO 是 CATii 的子程式之一，CATii (Civil-engineering App Tool Intelligent Interface) 土木工程應用工具智慧型介面，是一套成熟的網頁版分析設計軟體，使用者不需要安裝程式，僅需透過瀏覽器開啟 CATii 網頁，即可隨時隨地進行土木工程分析設計。

在實際運作上，使用者以電腦或手機透過瀏覽器開啟 CATii 網頁之後，點選 XDO 程式，輸入分析設計所需資料，上傳至伺服器，經過伺服器之運算之後，系統會將分析結果或計算書輸出或下載至使用者之電腦或手機。

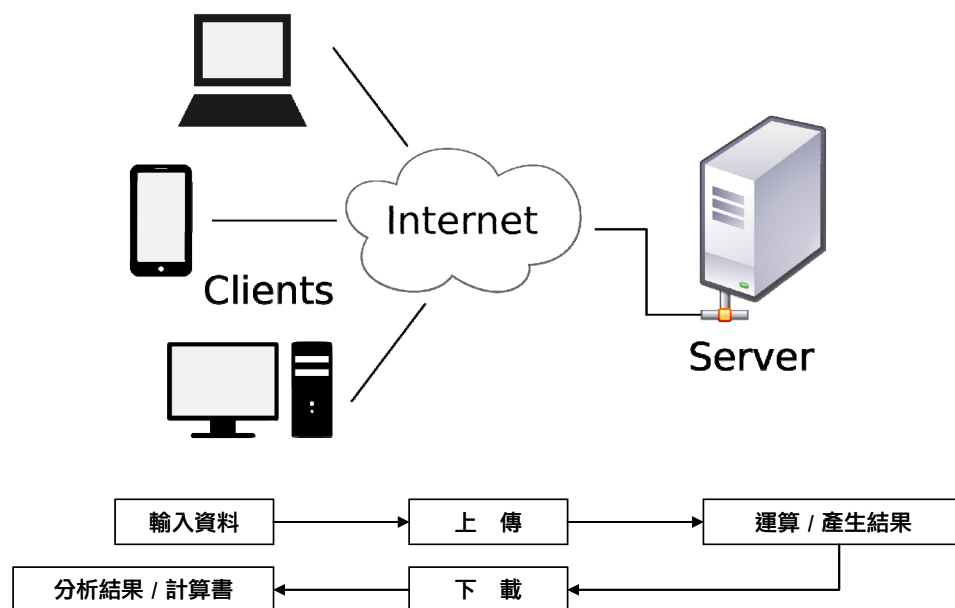


圖 2.1-1 XDO 程式運作方式

2.2 CATii 主程式首頁

CATii 首頁網址為 www.dalec.com.tw/catii，進入頁面後，可見到許多程式大項，包括：深開挖、淺基礎、基樁、擋土牆、RC、耐震規範、土壤力學、結構分析、水土保持與常用工具，如圖 2.2-1 上方圖示，每個程式大項各自包括數個子程式，點開即可看見各項子程式，如圖 2.2-1 下方圖示。XDO 位在「深開挖」大項裡，點選後即可開啟 XDO 程式頁面，亦可直接透過網址 www.dalec.com.tw/catii/XDO.aspx 進入 XDO 程式。



圖 2.2-1 CATii 主程式首頁

2.3 XDO 程式工具列

圖 2.3-1 為進入 XDO 之後之頁面配置，可概分為三區：左欄、上欄、主操作區。主操作區於第三章介紹（XDO 圖形使用者介面及施工指令），以下介紹左欄及上欄。

如圖 2.3-2 所示，左欄上方為帳號登入區，需申請並登入使用者帳號方可使用，請見 2.4 節說明；下方為其他子程式切換區，點開樹狀圖後可見其他子程式之連結，可再點選切換至其他子程式。

The screenshot displays the XDO (eXcavation Design Online) web application interface. The interface is divided into three main sections: a left sidebar (左欄), a top header (上欄), and a main workspace (主操作區).

Left Sidebar (左欄): Contains the CATii logo, user information (Fish, 神秘的 X 會員, IP: 1.162.87.70), and a list of navigation items including 深開挖, 淺基礎, 基樁, 擋土牆, RC, 耐震規範, 土壤力學, 結構分析, 水土保持, and 常用工具.

Top Header (上欄): Features a '分享' (Share) button, the title 'XDO 開挖擋土分析設計', and several utility icons for system information, opening templates, opening drawings, saving templates, and running programs.

Main Workspace (主操作區): The central area for design, currently showing '基本分析條件' (Basic Analysis Conditions). It includes input fields for initial groundwater level (0 m), maximum analysis element length (0.5 m), and soil wall settings. A table for soil parameters is also visible.

地層參數 [程式分析必要參數]										輔助設定參數								
No	Z (m)	γ_t (tf/m ³)	γ' (tf/m ³)	K_a	K_o	K_p	c (tf/m ²)	ϕ (deg.)	D_a	D_p	k_h (tf/m ³)	地層代號	地層類型	c' (tf/m ²)	ϕ' (deg.)	S_u (tf/m ²)	c _w /c	SPT-N
1												D						

圖 2.3-1 XDO 程式工具列（上欄及左欄）

This screenshot shows the login and navigation section of the XDO interface. On the left, there is a login form with fields for 'Email' and '密碼' (Password), and buttons for '登入' (Login), '忘記密碼' (Forgot Password), and '帳號申請' (Account Application). On the right, a tree view shows the navigation structure under the '深開挖' (Deep Excavation) category.

- 深開挖
 - XDO 開挖擋土分析設計 P
 - 深開挖支撐系統設計 P
 - 深開挖擋土壁設計 P
 - 深開挖中間柱設計 P
 - 支撐式擋土壁貫入深度分析 P
 - 懸臂式擋土壁貫入深度分析 P
 - 懸臂式擋土壁設計 P
 - 上舉及砂湧分析 P
- 淺基礎
- 基樁

圖 2.3-2 XDO 程式工具列（左欄）

如圖 2.3-3 所示，上欄左側顯示子程式名稱「XDO 開挖擋土分析設計」，右側為通用工具列，包括：系統資訊、開新檔案、開啟舊檔、儲存檔案、執行程式，分項說明如下。



圖 2.3-3 XDO 程式工具列 (上欄)

(1)系統資訊

點選系統資訊後，將出現「關於 XDO」小視窗，說明 XDO 程式版本及更新資訊 (如圖 2.3-4 所示)。

(2)開新檔案

開啟全新專案，並清除先前所有主操作區已經輸入之資料。註：第一次進入 XDO 程式時即為全新專案狀態，不需再點選開新檔案。

(3)開啟舊檔

點選之後出現小視窗 (如圖 2.3-5 所示)，可選擇開啟先前使用者已經儲存的輸入檔 (與 RIDO 相容，輸入檔皆為 .RIO 檔)，或是開啟程式預設之範例檔。

(4)儲存檔案

點選儲存檔案後，即可下載並儲存輸入檔至使用者的電腦中。XDO 施工指令與 RIDO 完全相容 (皆為 .RIO 檔)，使用者可將 XDO 產生之 .RIO 檔匯入 RIDO 程式執行，亦可將 RIDO 舊案的 .RIO 檔直接載入 XDO 程式執行，比較兩者執行結果。

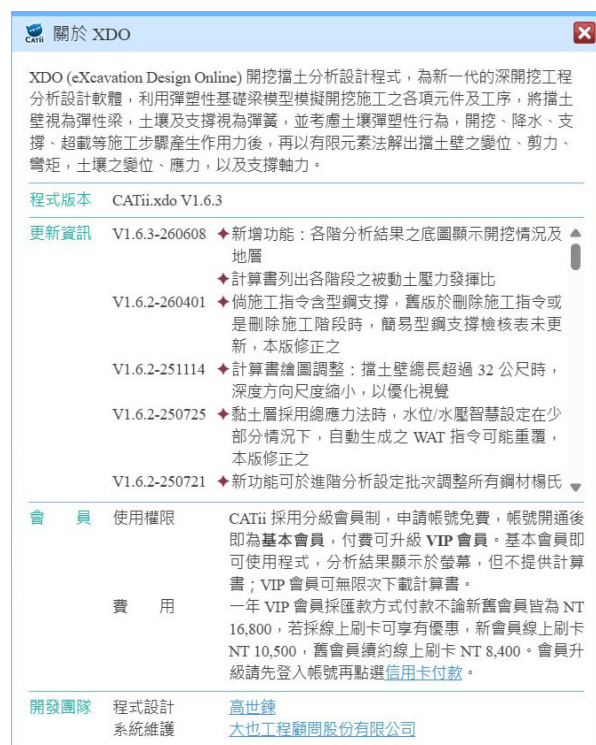


圖 2.3-4 系統資訊



圖 2.3-5 開啟舊檔

(5) 執行程式

於主操作區輸入分析條件之後，點選「執行程式」將彈出小視窗並顯示分析結果摘要（如圖 2.3-6 所示），內容包括壁體變位、彎矩、剪力圖與重要數值，以及最大支撐軸力及其預力百分比。若使用者有採用輔助設計進行「簡易型鋼支撐檢核」，該視窗亦會同步顯示支撐檢核結果。使用者可透過此摘要初步瀏覽分析結果是否合乎預期；若結果符合設計需求，即可點選右下角的「下載詳細計算書」按鈕，將 Excel 格式之詳細計算書下載至電腦中。

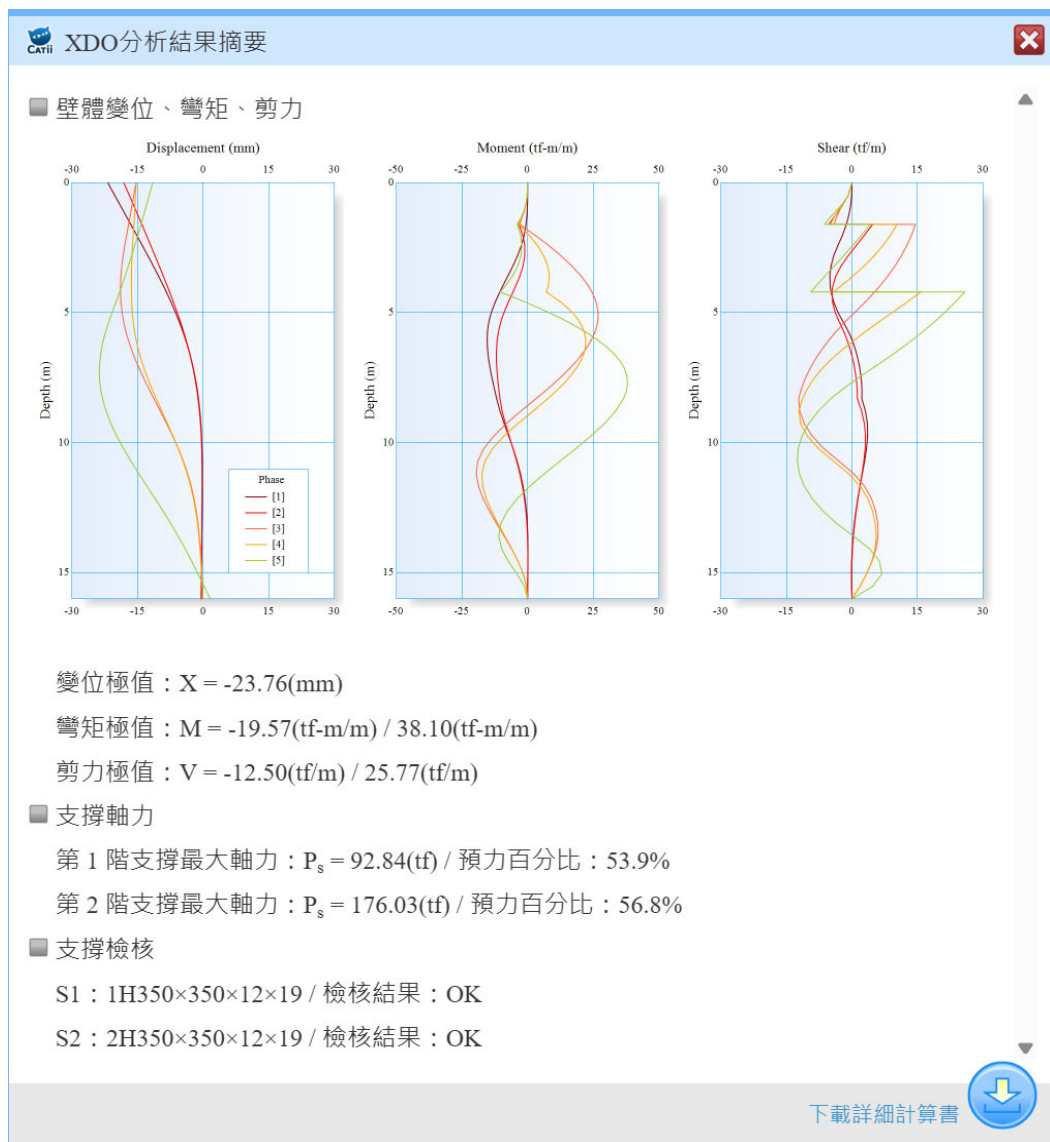


圖 2.3-6 XDO 執行程式及分析結果摘要

2.4 XDO 程式註冊

在使用 XDO 或 CATii 其他子程式前，皆需先行註冊帳號並登入方可使用。若使用者還沒有註冊帳號，可在帳號登入區點選「帳號申請」，進入註冊頁面填寫相關資料後，按下「確定註冊」，系統會即刻自動發出驗證信到申請者的 Email，再點選信中的啟動連結，即可完成註冊。

The diagram illustrates the registration process for XDO. It starts with a registration form on the left, which includes fields for Email and Password, and buttons for 'Forgot Password', 'Login', and 'Account Application'. An arrow points from the 'Account Application' button to a larger registration form on the right. This form is titled '請輸入資料' (Please enter information) and contains several sections: '註冊類型' (Registration type) with radio buttons for '個人使用' (Personal use) and '公司使用' (Company use); '發票選項' (Invoice options) with a checkbox for '開立三聯式發票' (Issue three-part invoice); and a series of input fields for 'Email 信箱', '設定密碼', '確認密碼', '註冊 ID', '姓名', '聯絡電話', '行動電話', '郵遞區號', and '聯絡地址'. Each input field has a corresponding instruction on the right. For example, the 'Email 信箱' field has the instruction '重要，以此登入系統及註冊驗證' (Important, use this to log in to the system and register for verification). The '聯絡地址' field has the instruction '請填寫完整地址，若填寫不實無法寄送發票時，後果自行負責' (Please fill in the complete address, if the address is incorrect and the invoice cannot be delivered, the user is responsible for the consequences). At the bottom of the form is a '確定註冊' (Confirm registration) button. An arrow points from this button to an email confirmation screen. The email is from 'CATii 土木工程應用工具智慧型介面 <catii.dalec@gmail.com>' and is dated '6月2日'. The email body contains a welcome message, a link to the registration page, and instructions on how to use the link and what to do if the link is not clickable.

註冊類型
☒ 個人使用
☐ 公司使用 (多人共用帳號)

發票選項
☐ 開立三聯式發票

Email 信箱
設定密碼
確認密碼
註冊 ID
姓名
聯絡電話
行動電話
郵遞區號
聯絡地址

請選擇使用型態
三聯發票 (勾選) 或二聯發票 (未選)

重要，以此登入系統及註冊驗證
請注意大小寫及半形、全形
再輸入一次密碼
或暱稱，登入後顯示於系統
請填寫真實姓名
區碼+市話 (xx-xxxxxxx)
請填寫完整地址，若填寫不實無法寄送發票時，後果自行負責

確定註冊

CATii 土木工程應用工具智慧型介面 <catii.dalec@gmail.com>
寄給: [redacted]
6月2日 [redacted] ☆

您好

歡迎使用 CATii 土木工程應用工具智慧型介面
請點選以下連結以啟動帳號完成註冊
[http://www.dalec.com.tw/catii/index.aspx?RegStr=\[redacted\]17971106410599108111117](http://www.dalec.com.tw/catii/index.aspx?RegStr=[redacted]17971106410599108111117)

如果該連結無法點擊，請直接複製以上連結到瀏覽器位址欄中，並瀏覽網頁
如果您誤收此電子郵件，您無須執行任何操作來取消帳號，此帳號將不會啟動

CATii
<http://www.dalec.com.tw/catii/>

圖 2.4-1 XDO 程式註冊及帳號啟動

三 · XDO 圖形使用者介面及施工指令

XDO 的輸入檔承襲 RIDO 程式，皆為純文字輸入檔，副檔名皆為 .RIO，且格式內容與 RIDO 完全相同。然因實作上純文字檔輸入效率較差，且易於出錯，因此 XDO 提供圖形使用者介面 (GUI)，使用者可快速輸入分析條件，由程式自動轉換成 .RIO 文字檔。

XDO 圖形使用者介面如附圖 3-1 及附圖 3-2 所示，主要包括以下區域，並於後續章節分項詳細介紹：基本分析條件、施工設定、輔助設計、進階分析條件及其他設定。輸入完成後的 .RIO 文字檔說明，請參見第 3.6 節。

基本分析條件

初始地下水位 3,3,7 (m) ...

最大分析元素長度 0.5 (m) ...

擋土壁設定

No	壁底深度 Z (m)	壁體勁度 R (tf-m ² /m)
1	30.5	125498

地層數目 8

土壓力係數計算法 Caquot-Kerisel

砂土 k_h 計算法 由 N 值計算 $k_h = 70 \times N$

黏土 k_h 計算法 由 S_u 值計算 $k_h = 80 \times S_u$

[有效]應力法 / [總]應力法 砂:[有效] / 黏:[有效]

內扶壁設定 無扶壁



XDO 程式認證證書

XDO 程式使用手冊

XDO 例題驗證文件

No	地層參數 [程式分析必要參數]											輔助設定參數						
	Z	γ_t	γ'	K_a	K_o	K_p	c	ϕ	D_a	D_p	k_h	地層 代號	地層 類型	c'	ϕ'	S_u	c_w/c	SPT-N
	(m)	(tf/m ³)	(tf/m ³)				(tf/m ²)	(deg.)			(tf/m ³)							
1	1.7	1.90	0.90	0.345	0.546	3.435	0	27	0.33	0.33	350	SF	D	0	27		0.67	5
2	8.3	1.94	0.94	0.359	0.562	3.252	0	26	0.33	0.33	240	CL	U	0	26	3	0.67	7
3	19.5	1.96	0.96	0.305	0.500	4.075	0	30	0.33	0.33	840	SM	D	0	30		0.67	12
4	27.2	1.96	0.96	0.280	0.470	4.595	0	32	0.33	0.33	1470	SM	D	0	32		0.67	21
5	28.6	1.90	0.90	0.331	0.531	3.633	0	28	0.33	0.33	560	CL	U	0	28	7	0.67	11
6	39.6	1.95	0.95	0.269	0.455	4.887	0	33	0.33	0.33	2170	SM	D	0	33		0.67	31
7	53	1.96	0.96	0.269	0.455	4.887	0	33	0.33	0.33	2730	SM	D	0	33		0.67	39
8	66.3	1.97	0.97	0.246	0.426	5.552	0	35	0.33	0.33	3360	SM	D	0	35		0.67	48

施工設定

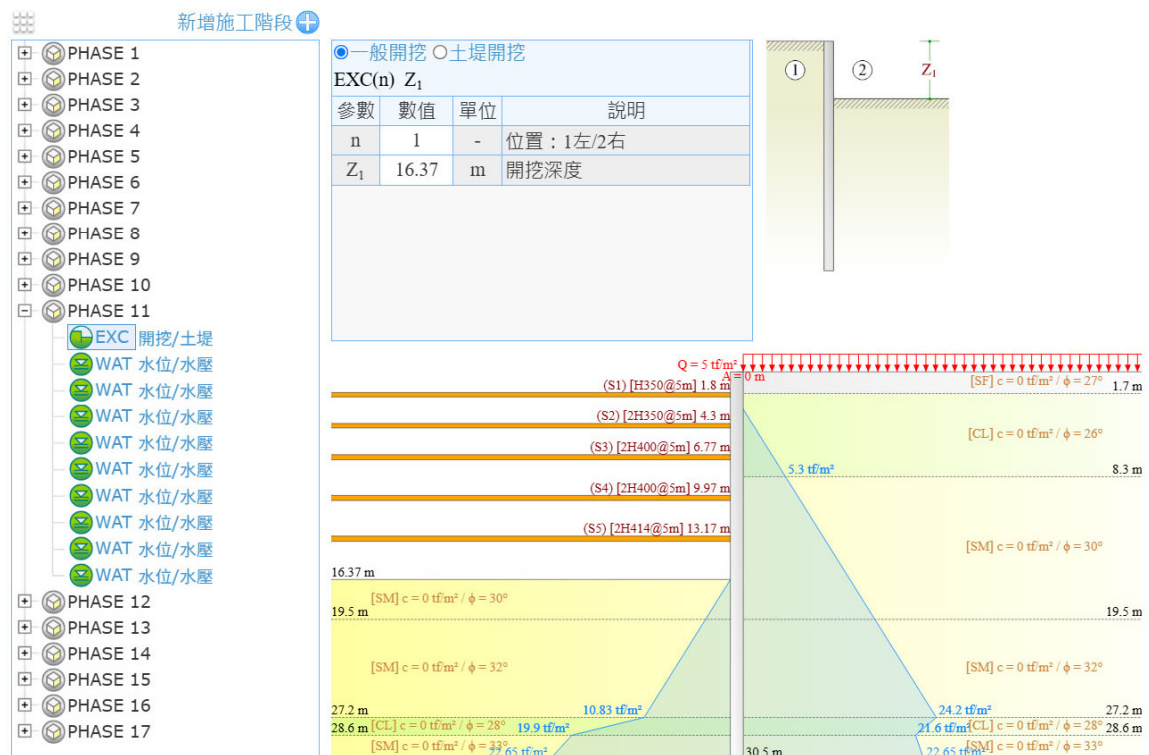


圖 3-1 XDO 圖形使用者介面(a)

輔助設計

支撐設計 ☒ 簡易型鋼支撐檢核

支撐階數 6

強軸無側撐長度 L_{bx} 輸入法 統一數值 $L_{bx} = 7$ (m)

弱軸無側撐長度 L_{by} 輸入法 統一數值 $L_{by} = 7$ (m)

支撐角撐活載重 w_L 輸入法 統一數值 $w_L = 0.1$ (tf/m)

短期容許應力提高因數 $\alpha = 1.25$

No	設計條件										分析結果					檢核結果
	n×型鋼型號	D_s (m)	F (tf/路)	P_t (tf/支)	θ_s (deg.)	K_x	K_y	L_{bx} (m)	L_{by} (m)	w_L (tf/m)	n×P (tf/路)	P (tf/支)	R_{pr}	P+ P_t (tf/支)	P_a (tf/支)	
S1	1 H350×350×12	1.8	60	30	0	1	1	7	7	0.1	128.90	128.90	46.5%	158.90	225.54	OK
S2	2 H350×350×12	4.3	120	15	0	1	1	7	7	0.1	229.21	114.61	52.4%	129.61	225.54	OK
S3	2 H400×400×13	6.77	220	15	0	1	1	7	7	0.1	417.46	208.73	52.7%	223.73	305.57	OK
S4	2 H400×400×13	9.97	220	15	0	1	1	7	7	0.1	428.12	214.06	51.4%	229.06	305.57	OK
S5	2 H414×405×18	13.17	260	15	0	1	1	7	7	0.1	513.63	256.82	50.6%	271.82	415.58	OK
S8	2 H350×350×12	12.17	20	15	0	1	1	7	7	0.1	228.66	114.33	8.7%	129.33	225.54	OK

進階分析設定

主、被動土壓力計算方法 Padfield & Mair

SUB 超載轉換水平荷重之處理法 視為外加水平荷重

k_h 與深度關係 定值

RC 設計規範 TWN-USD110

鋼結構設計規範 TWN-ASD099

鋼材標稱降伏強度 $F_y = 2500$ (kgf/cm²)

鋼材楊氏模數 $E = 2040000$ (kgf/cm²)

各階分析結果之底圖 ☒ 顯示開挖情況及地層

圖 3-2 XDO 圖形使用者介面(b)

3.1 基本分析條件

如圖 3-1 所示，基本分析條件位在 XDO 圖形使用者介面的最上方，以下分項介紹各項輸入條件。

3.1.1 初始地下水位

請輸入地下水位距離地表面之深度值。如果沒有地下水，請將水位設在擋土壁底處。

在類似砂土、黏土互層的情況下，XDO 亦支援多層含水層之水位設定，多層水位輸入格式範例：1,2,3，數字由半形逗號隔開，代表各含水層依

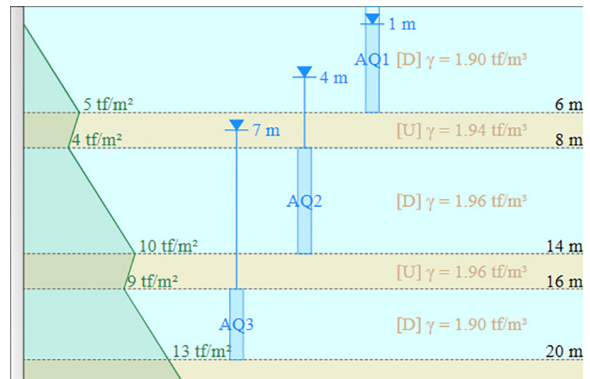


圖 3.1.1-1 XDO 多層含水層水位設定

序由上至下之地下水位。施工階段「WAT 水位/水壓智慧設定」自動擷取各含水層地下水位做為預設值，含水層數量大於輸入之地下水位數量時則擷取上一層水位。以圖 3.1.1-1 為例，[D]為含水層，[U]為阻水層，各含水層輸入的水位資料為 1,4,7。「WAT 水位/水壓智慧設定」請見 3.2.2 節說明。

多層水位輸入為 XDO 所獨有之功能，主要供 GUI 快速設定水壓之用，尚未熟悉的使用者亦可直接輸入單一水位。

3.1.2 最大分析元素長度

XDO 分析時將擋土壁予以切割，切割位置稱為節點 (node)，兩節點間為元素 (element)，程式預設最大元素長度為 0.5 m。XDO 的元素切割邏輯與 RIDO 完全相同，首先找出各施工階段的特徵深度，包括：擋土壁斷面改變深度、地層分界、開挖深度、地改或回填深度、水壓設定分界、支撐位置、各施工指令設定深度、SUB 指令最大荷重深度，前述特徵深度為當然節點位置，再來將各段元素予以反覆對切 (2ⁿ 個)，直至元素長度小於所設定的最大長度。

元素長度越短，分析精度越高，但總節點數增加，計算時間變長

，一般而言，擋土壁越長或勁度越大時，元素長度可增加；擋土壁越短或勁度越小時，元素長度需設定較小值。XDO 預設之最大元素長度 0.5 m 約為一般擋土壁長度 15~25 公尺的通用合適數值，此外，使用者可參考圖 3.1.2-1 之建議，依擋土壁長度及壁體勁度自行設定最大分析元素長度，或按下  由程式依圖 3.1.2-1 自動設定。

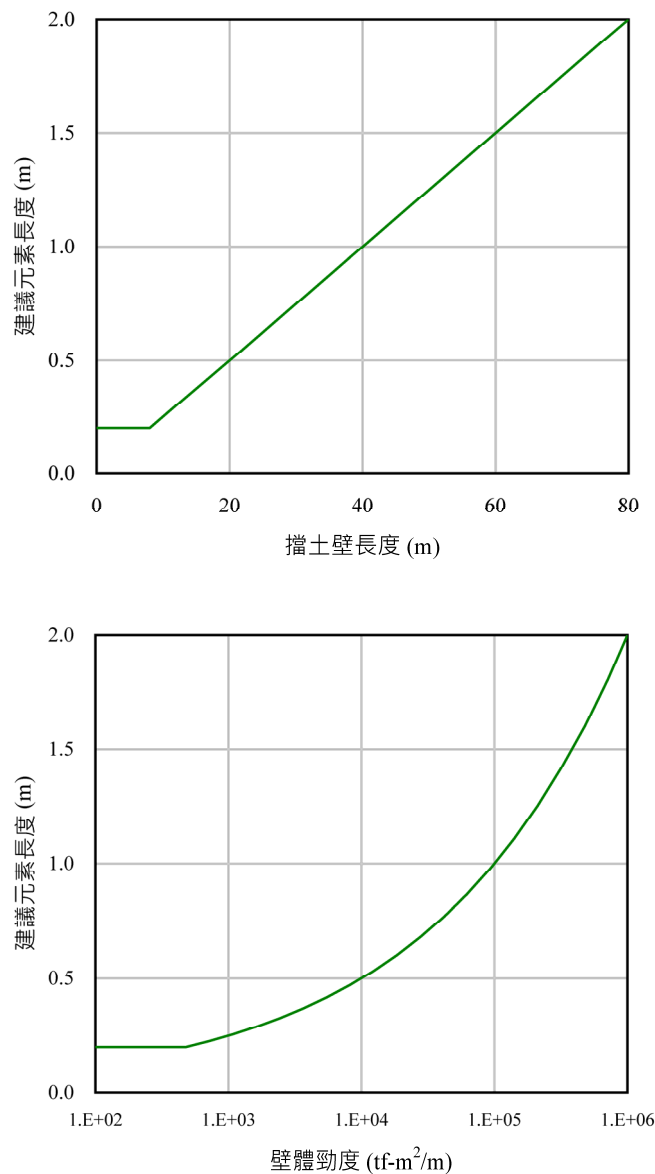


圖 3.1.2-1 建議最大分析元素長度

3.1.3 擋土壁設定

設定擋土壁的深度及勁度，按下 **+** 或 **-** 即可增刪擋土壁分段。按下右側 **勁度...** 鈕即出現小視窗，可提供擋土壁勁度快速計算功能，擋土壁型式包括：連續壁、排樁、鋼板樁、鋼軌樁、型鋼及擋土柱，輸入分析條件後可快速計算出壁體勁度，再按下 **<<< 帶入壁體勁度** 後，壁體勁度設定即刻完成。擋土壁勁度計算方法請見 5.14 節。

擋土壁設定			勁度...
No	壁底深度	壁體勁度	+ -
	Z (m)	R (tf-m ² /m)	
1	9	2007	

圖 3.1.3-1 擋土壁設定

擋土壁性質

擋土壁型式 **連續壁**
 連續壁厚度 T = 1 (m)
 混凝土強度 f'_c = 280 (kgf/cm²)
 楊式模數 E = 2509980 (tf/m²)
 單位寬慣性矩 I' = 0.083333 (m⁴/m)
 勁度折減係數 ϕ = 0.6
 勁度 ($R=\phi EI'$) R = 125498 (tf-m²/m)
<<< 帶入壁體勁度

擋土壁性質

擋土壁型式 **鋼板樁**
 鋼板樁型號 YSP-III
 楊式模數 E = 20400000 (tf/m²)
 單位寬慣性矩 I' = 0.000164 (m⁴/m)
 勁度折減係數 ϕ = 0.6
 勁度 ($R=\phi EI'$) R = 2007 (tf-m²/m)
<<< 帶入壁體勁度

擋土壁性質

擋土壁型式 **排樁**
 排樁直徑 D = 0.8 (m)
 樁心間距 S = 1 (m)
 重疊距離 D_{sc} = 0 (m)
 混凝土強度 f'_c = 280 (kgf/cm²)
 楊式模數 E = 2509980 (tf/m²)
 慣性矩 I = 0.020106 (m⁴)
 勁度折減係數 ϕ = 0.6

 勁度 ($R=\phi EI/S$) R = 30279 (tf-m²/m)
<<< 帶入壁體勁度

擋土壁性質

擋土壁型式 **鋼軌樁**
 鋼軌型號 JIS 50kg
 樁心間距 S = 0.5 (m)
 楊式模數 E = 20400000 (tf/m²)
 慣性矩 I = 1.96e-5 (m⁴)
 勁度折減係數 ϕ = 0.6
 勁度 ($R=\phi EI/S$) R = 480 (tf-m²/m)
<<< 帶入壁體勁度

擋土壁性質

擋土壁型式 **型鋼**
 型鋼型號 H350×3
 樁心間距 S = 0.5 (m)
 楊式模數 E = 20400000 (tf/m²)
 慣性矩 I = 0.000403 (m⁴)
 勁度折減係數 ϕ = 0.6
 勁度 ($R=\phi EI/S$) R = 9865 (tf-m²/m)
<<< 帶入壁體勁度

圖 3.1.3-2 擋土壁壁體勁度自動計算及設定

3.1.4 地層數目

設定地層數目，製作地層參數輸入表格。

地層數目	1
土壓力係數計算法	Coulomb
砂土 k_h 計算法	由 N 值計算 $k_h = 125 \times N$
黏土 k_h 計算法	由 S_u 值計算 $k_h = 250 \times S_u$
[有效]應力法 / [總]應力法	砂 : [有效] / 黏 : [總]
內扶壁設定	無扶壁

No	地層參數 [程式分析必要參數]										輔助設定參數							
	Z (m)	γ_t (tf/m^3)	γ' (tf/m^3)	K_a	K_o	K_p	c (tf/m^2)	ϕ (deg.)	D_a	D_p	k_h (tf/m^3)	地層 代號	地層 類型	c' (tf/m^2)	ϕ' (deg.)	S_u (tf/m^2)	c_w/c	SPT-N
1													D					

圖 3.1.4-1 製作地層參數輸入表格

3.1.5 土壓力係數計算法

地層參數輸入表格中需要輸入土壓力係數 K_a 、 K_o 、 K_p ，土壓力係數計算法有三個選項：Coulomb、Caquot-Kerisel、自行輸入，倘選擇 Coulomb 或 Caquot-Kerisel，程式自動依所選條件計算出 K_a 、 K_o 、 K_p ；選擇自行輸入則 K_a 、 K_o 、 K_p 顯示空白欄位，由使用者自行填入適合之數值。

3.1.6 砂土 k_h 計算法

地層參數輸入表格中需要輸入地盤反力係數 k_h ，此處砂土泛指地層類型為[D]排水地層者，砂土 k_h 計算法有三個選項：由 N 值計算、福岡&宇都、自行輸入。選擇由 N 值計算或福岡&宇都，則程式自動依所選條件計算出砂土 k_h ；選擇自行輸入則 k_h 顯示空白欄位，由使用者自行填入適合之數值。

由 N 值計算	$k_h = 125 \times N$
福岡&宇都	
自行輸入	

圖 3.1.6-1 砂土 k_h 計算法

福岡&宇都公式：

$$k_h = 691 \times N^{0.406} \text{ (tf/m}^3\text{)} \dots\dots\dots (3.1.6-1)$$

3.1.7 黏土 k_h 計算法

地層參數輸入表格中需要輸入地盤反力係數 k_h ，此處黏土泛指地層類型為[U]不排水地層者，黏土 k_h 計算法有三個選項：由 S_u 值計算、赤井&高橋、自行輸入。選擇由

由 S_u 值計算	▼	$k_h =$	250	$\times S_u$
赤井&高橋 ▼				
自行輸入 ▼				

圖 3.1.7-1 黏土 k_h 計算法

S_u 值計算或赤井&高橋，則程式自動依所選條件計算出黏土 k_h ；選擇自行輸入則 k_h 顯示空白欄位，由使用者自行填入適合之數值。

赤井&高橋公式：

$$k_h = 502 \times N^{0.37} \text{ (tf/m}^3\text{)} \dots\dots\dots (3.1.7-1)$$

3.1.8 有效應力法/總應力法

深開挖分析設計時，[D]排水地層（例如：砂、礫石、卵礫石）地層採用「有效應力法」；[U]不排水地層（例如：黏土）依實際需求可選擇採用「總應力法」或「有效應力法」。而不同的分析方法需採用不同的力學參數及水壓設定：採用「有效應力法」時， $c=c'$ 、 $\phi=\phi'$ ，採用「總應力法」時， $c=S_u$ 、 $\phi=0$ ；採用「總應力法」之地層，其水壓力必須為零。然而對於不熟悉土壤力學原理的使用者而言，經常混淆兩種方法之設定，為此，XDO 的分析選項直接提供可選擇總應力法或有效應力法，讓使用者無痛切換兩種分析方法，由程式自動擷取設定正確參數及水壓。

採用總應力法之地層其剪力強度由 S_u 控制，（施工設定時）必須將該層次之水壓力設定為零，以符合土壤力學原理，若未將水壓設定為零，後續程式執行時，XDO 將逕行視為零水壓進行分析，並通知使用者檢視計算書中之水壓是否正確；採有效應力法之地層則維持原設定之水壓。

有關有效應力法、總應力法與土壤強度參數之應用及理論說明，請見 5.5 節。

3.1.9 地層參數輸入表格

No	地層參數 [程式分析必要參數]													輔助設定參數						
	Z	γ_t	γ'	K_a	K_o	K_p	c	ϕ	D_a	D_p	k_h	k_{hp}	C_v	地層 代號	地層 類型	c'	ϕ'	S_u	c_w/c	SPT-N
	(m)	(tf/m ³)	(tf/m ³)				(tf/m ²)	(deg.)			(tf/m ³)	(1/m)				(tf/m ²)	(deg.)	(tf/m ²)		
1															D ▾					

圖 3.1.9-1 「程式分析必要參數」及「輔助設定參數」

輸入參數分為兩大區塊，左側為「程式分析必要參數」，右側為「輔助設定參數」（協助設定必要參數之用）。「程式分析必要參數」仍依循 RIDO 原設定必須輸入之地層參數，惟實務上部分參數可由其他參數推導計算（例如 K_a 、 K_o 、 K_p 可由 ϕ 推導計算）或易於輸入錯誤（例如使用者誤用或混用總應力法及有效應力法土壤強度參數），因此 XDO 另設「輔助設定參數」，以增進參數輸入效率及正確性。若參數輸入欄位呈現灰色時，則代表不需要輸入，或可由其他參數自動計算後代入者。另外，將滑鼠標游停在輸入欄位則會出現簡單的參數說明。

(1) 程式分析必要參數

Z：該層次底部深度，m。

γ_t ：地層單位重，tf/m³。

γ' ：地層水中單位重，tf/m³。 γ' 不需要輸入，由程式以 $\gamma' = \gamma_t - 1$ 自動計算。

K_a ：主動土壓力係數。若「土壓力係數計算法」選擇 Coulomb 或 Caquot-Kerisel 時， K_a 不需要輸入，由程式以輸入之參數（ ϕ 、 D_a ）自動計算，若「土壓力係數計算法」選擇自行輸入， K_a 則顯示空白欄位。 K_a 之計算方式請見 5.6 節。

K_o ：靜止土壓力係數。若「土壓力係數計算法」選擇 Coulomb 或 Caquot-Kerisel 時， K_o 不需要輸入，由程式以輸入之參數（ ϕ ）自動計算，若「土壓力係數計算法」選擇自行輸入， K_o 則顯示空白欄位。 K_o 之計算方式請見 5.7 節。

K_p ：被動土壓力係數。若「土壓力係數計算法」選擇 Coulomb 或 Caquot-Kerisel 時， K_p 不需要輸入，由程式以輸入之參數（ ϕ 、 D_p ）自動計算，若「土壓力係數計算法」選擇自行輸入， K_p 則顯示空白欄位。 K_p 之計算方式請見 5.6 節。

c：凝聚力，tf/m²。不需要輸入，由程式根據地層類型（[D]排水

地層或[U]不排水地層)及採用之分析方法(總應力法或有效應力法)來擷取參數。[D]排水地層 $c=c'$ ；[U]不排水地層若採用有效應力法， $c=c'$ ，採用總應力法時 $c=S_u$ 。

ϕ ：摩擦角，deg.。不需要輸入，由程式根據地層類型([D]排水地層或[U]不排水地層)及採用之分析方法(總應力法或有效應力法)來擷取參數。[D]排水地層 $\phi=\phi'$ ；[U]不排水地層若採用有效應力法， $\phi=\phi'$ ，採用總應力法時 $\phi=0$ 。

D_a ：主動牆/土摩擦角比(δ_a/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_a 與 K_a 計算值有關。 D_a 不分正負號，使用者輸入正值即可。

D_p ：被動牆/土摩擦角比(δ_p/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_p 與 K_p 計算值有關。 D_p 不分正負號，使用者輸入正值即可。

k_h ：地盤反力係數，tf/m³。「砂土 k_h 計算法」或「黏土 k_h 計算法」選擇自行輸入時，顯示空白欄位，否則由程式自動計算。

k_{hp} ：地盤反力係數 k_h 隨土壓力變化之增量，1/m。本欄位需在「進階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，表示 k_h 不隨深度變化。 k_{hp} 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。

C_v ：垂直應力分量係數。本欄位需在「進階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，程式內部運算時自動代入預設值 0.125。 C_v 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。

(2)輔助設定參數

地層代號：可填入統一土壤分類系統(USCS)代號，如：CL、SM、ML.....，按下本欄位表頭左上三角形圖示可出現USCS代號輸入說明及提示(如圖 3.1.9-2)，本欄亦可保留空白。填入代號後在後續施工階段示意圖中，將以不同顏色代表不同地層。

輔助設定參數					
地層代號	地層類型	c' (tf/m^2)	ϕ' (deg.)	S_u (tf/m^2)	c_w/c SPT-N
地層代號					
統一土壤分類系統 (USCS) 與工程地質常見的岩層分類代號如下表，如果是 A 與 B 互層，或 A 與 B 之混合物可以用 A/B 表示，例如：粉土質砂夾粉土薄層可以用 SM/ML 表示。					
代號	中文名稱	英文名稱			
CL	低塑性黏土	Low Plasticity Clay			
CH	高塑性黏土	High Plasticity Clay			
ML	低塑性粉土	Low Plasticity Silt			
MH	高塑性粉土	High Plasticity Silt			
SW	優良級配砂	Well-graded Sand			
SP	不良級配砂	Poorly-graded Sand			
SM	粉土質砂	Silty Sand			

圖 3.1.9-2 USCS 代號提示

本欄功用為協助使用者註記地層種類。

地層類型：[D]代表排水地層（例如：砂、礫石、卵礫石），[U]代表不排水地層（例如：黏土）。本欄為必選欄位，程式會根據地層類型及採用之分析方法（總應力法或有效應力法）來擷取參數自動填入 c 及 ϕ 。（請參考 c 及 ϕ 說明）

c' ：有效凝聚力， tf/m^2 。用以自動設定 c ，[D]排水地層 $c=c'$ ；[U]不排水地層若採用有效應力法， $c=c'$ 。注意！常見錯誤為將黏土層之 c' 輸入 S_u ，混淆總應力參數與有效應力參數，合理之參數設定法如下：正常壓密黏土 $c'=0$ 、略為過壓密之黏土 $c'=0\sim 1 \text{ tf/m}^2$ 。

ϕ' ：有效摩擦角， deg. 。用以自動設定 ϕ ，[D]排水地層 $\phi=\phi'$ ；[U]不排水地層若採用有效應力法， $\phi=\phi'$ ，若採用總應力法時 $\phi=0$ 。注意！常見錯誤為將黏土層之 ϕ' 輸入 0，混淆總應力參數與有效應力參數，一般黏土合理之參數 $\phi'=26^\circ\sim 30^\circ$ 。

S_u ：不排水剪力強度， tf/m^2 。用以自動設定 c ，[U]不排水地層採用總應力法時 $c=S_u$ 。或依設定之條件，用以計算 k_h 之用。

c_w/c ：牆/土凝聚力比。本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現，Padfield & Mair 相關理論請見 5.8 節說明。大致上連續壁之 c_w/c 可輸入 0.67 之數值，鋼板樁可輸入 0.5 左右之數值。

SPT-N：標準貫入試驗 N 值。依設定之條件，用以計算 k_h 之用。

3.1.10 內扶壁設定

將內扶壁的效果轉換為類似地盤改良後的等值的土壤參數，並自動設定為 SOI 指令呈現在 PHASE 1 的工序中。

內扶壁設定包含兩個選項：有扶壁、無扶壁。選擇有扶壁選項，按下右側  鈕即出現小視窗，輸入完整分析條件之後，即可快速自動計算內扶壁效果的等值土壤參數，再按下  後，即在 PHASE 1 的工序中自動設定為 SOI 指令。注意，此時在原有 PHASE 1 中所有的 SOI 指令都會被清除，重新置入內扶壁效果的等值 SOI 指令。選擇無扶壁選項後，原有 PHASE 1 中的 SOI 指令都會被清除。

SOI 指令相關說明請見 3.2.7 節，內扶壁效果等值土壤參數的計算方法請見 5.17 節。

內扶壁設定 有扶壁 扶壁...

內扶壁參數設定

位置(1左/2右) $n = 1$

扶壁頂部深度 $Z_{b1} = 3$ (m)

扶壁底部深度 $Z_{b2} = 25$ (m)

分析寬度 $B = 36.7$ (m)

扶壁長度 $L = 6$ (m)

扶壁數量 $N = 5$

Z_1 (m)	Z_2 (m)	γ_t (tf/m ³)	γ' (tf/m ³)	K_a	K_p	c (tf/m ²)	ϕ (deg.)	D_a	D_p	k_h (tf/m ³)	類型	c_w/c
3	8.3	1.94	0.94	0.359	4.054	0.00	26	0.33	0.33	730	U	0.67
8.3	19.5	1.96	0.96	0.305	5.238	0.00	30	0.33	0.33	1232	D	0.67
19.5	25	1.96	0.96	0.280	5.995	0.00	32	0.33	0.33	2157	D	0.67

<<< 設定扶壁參數

圖 3.1.10-1 內扶壁設定

新增施工階段 +

PHASE 1

- SUB 超載(Boussinesq)
- EXC 開挖/土堤
- SOI 扶壁
- SOI 扶壁
- SOI 扶壁

PHASE 2

PHASE 3

PHASE 4

PHASE 5

PHASE 6

PHASE 7

一般 ○設定初始側壓力

SOI(n) Z_1

參數	數值	單位	說明
n	1	-	位置：1左/2右
Z_1	3	m	層頂深度
Z_2	8.3	m	層底深度
γ_t	1.94	tf/m ³	單位重
γ'	0.94	tf/m ³	水中單位重
K_a	0.359	-	主動土壓係數

圖 3.1.10-2 內扶壁效果等值土壤參數計算及等值 SOI 指令自動設定

3.2 施工設定

施工設定包含三個區塊：施工指令樹狀區、參數輸入區、示意圖區，如圖 3.2-1 所示。施工指令輸入完成後如圖 3.2-2 所示。

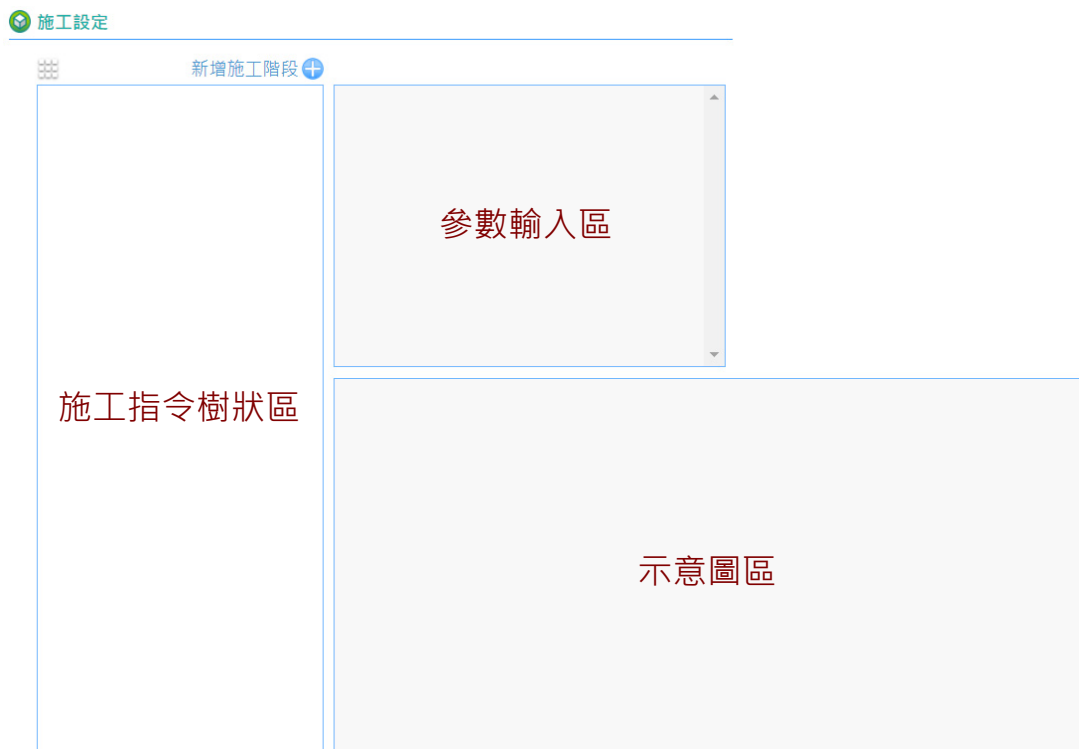


圖 3.2-1 施工設定 (施工指令樹狀區、參數輸入區、示意圖區)

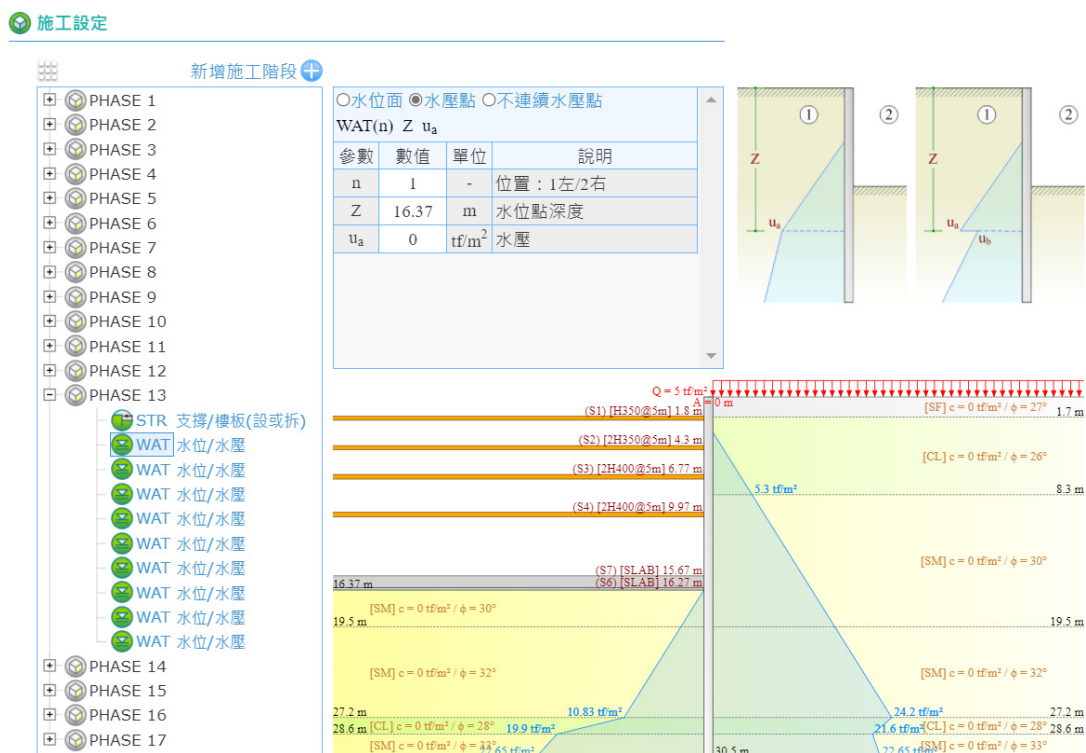


圖 3.2-2 施工指令輸入完成

新增施工階段請在上方按 **+**，各施工階段在樹狀區以 **PHASE 1**、**PHASE 2**...表示。如圖 3.2-3 所示，點選欲新增施工指令的施工階段 **PHASE N**，再按滑鼠右鍵，可出現施工指令視窗，再點選小視窗裡  或  則可展開或收合顯示其他進階施工指令，各施工指令鈕右側皆有簡單的說明。點選施工指令鈕，在樹狀區即插入該指令，再點選施工指令，參數輸入區即出現參數選項、施工指令文字格式、參數輸入欄位、參數示意圖及說明。

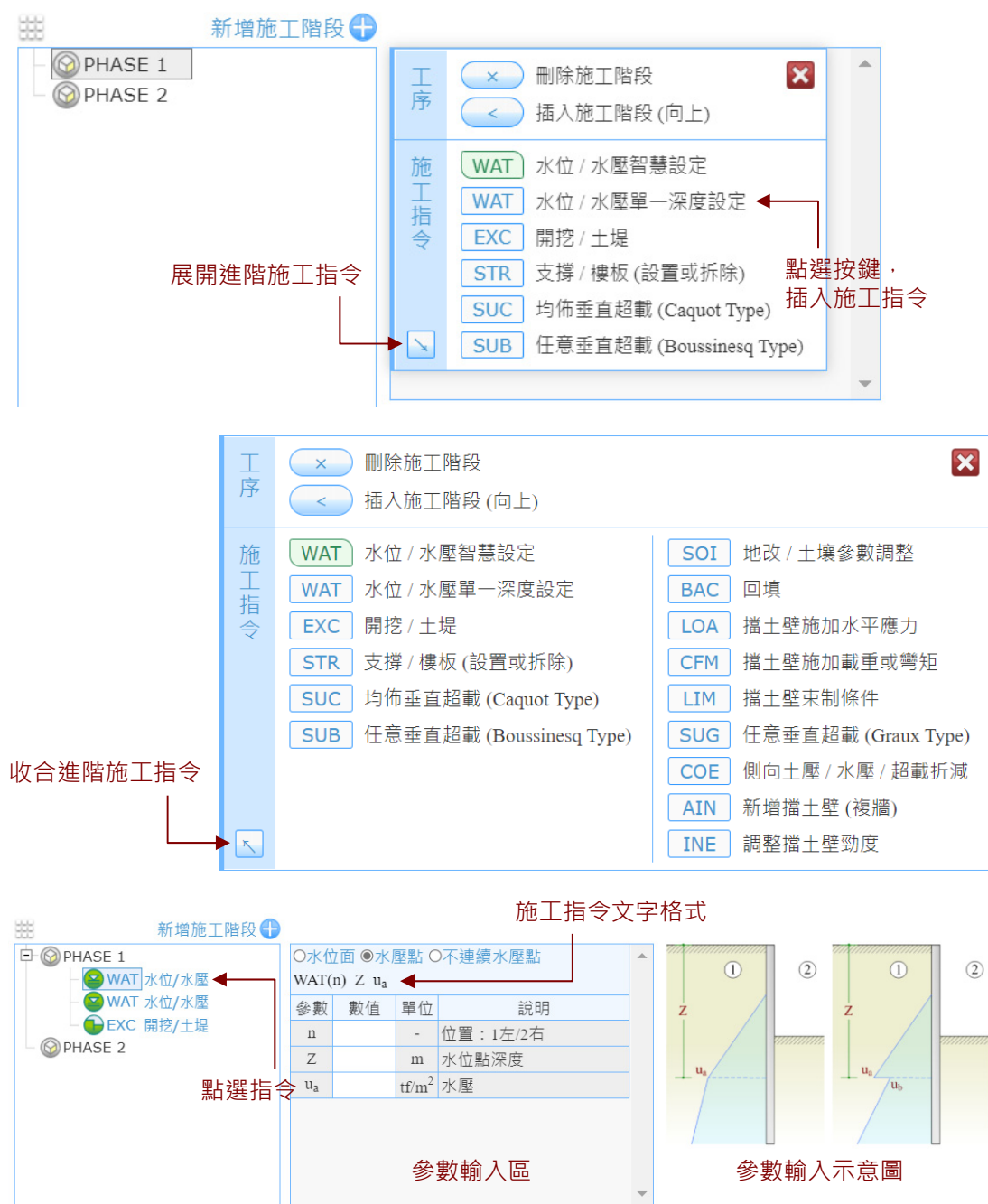


圖 3.2-3 新增施工指令

3.2.1 WAT 水位/水壓單一深度設定

WAT 用來設定水位深度（水壓力呈靜態分布時），或是指定各深度的水壓力數值。如圖 3.2.1-1，WAT 有三個設定選項：

(1)水位面

WAT(n) Z

n：左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z：地下水水位面深度，m。

本選項代表水壓力呈靜態分布。

(2)水壓點

WAT(n) Z u_a

n：左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z：在本情況代表水壓力點深度，m。

u_a ：水壓力值， tf/m^2 。

當地下水壓不是呈靜態分布的時候，需要設定好幾個深度及其水壓力值則用此選項，每一個 WAT 指令代表一個水壓力點。

(3)不連續水壓點

WAT(n,1) Z u_a u_b

n：左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z：在本情況代表水壓力點深度，m。

u_a ：水壓力值， tf/m^2 。

u_b ：第二個水壓力值， tf/m^2 。

如果同一個深度有兩個水壓力值則用此選項，再補設定第二個水壓力值 (u_b)。採用總應力法及有效應力法地層之交界在同一深度有不同的水壓力（總應力法地層之水壓力為零），可用這個選項來指定設計水壓。

水壓力及滲流計算理論請見 5.13 節。

☒ 水位面 ☐ 水壓點 ☐ 不連續水壓點 WAT(n) Z			
參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z		m	水位點深度

☐ 水位面 ☒ 水壓點 ☐ 不連續水壓點 WAT(n) Z u_a			
參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z		m	水位點深度
u_a		tf/m ²	水壓

☐ 水位面 ☐ 水壓點 ☒ 不連續水壓點 WAT(n,1) Z u_a u_b			
參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z		m	水位點深度
u_a		tf/m ²	水壓
u_b		tf/m ²	第二水壓

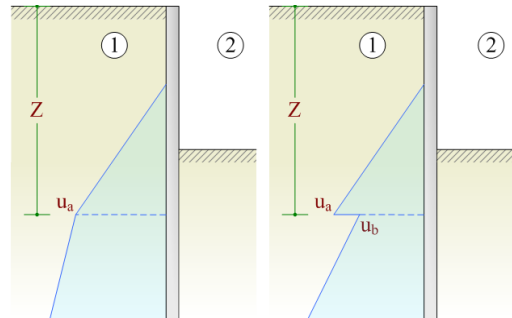


圖 3.2.1-1 WAT 水位/水壓單一深度設定

3.2.2 WAT 水位/水壓智慧設定

3.2.1 節的「WAT 水位/水壓單一深度設定」是 RIDO 傳統的設定方法，每次只能指定單一個深度的水壓力，當水壓分布情況複雜時，設定相當費時，例如：

- (1)擋土壁底兩側之水壓發生滲流時，需要另外計算水壓重新分布之數值；
- (2)多層含水層（例如：台北盆地松山層砂土、黏土互層）之水壓力不同時，亦需費時設定不同深度的水壓；
- (3)開挖過程中由於開挖面上方覆土壓力的移除，下方含水層水壓過大時會發生上舉隆起，因此開挖設定需配合適當的解壓抽水，計算並設定解壓後之水壓力數值亦相當費時。

但如果改使用「WAT 水位/水壓智慧設定」則可簡化上述三種情況，瞬間完成複雜水壓力之設定，節省大量時間，並避免輸入錯誤。以下用兩個案例來介紹「WAT 水位/水壓智慧設定」的用法。

案例 A：砂質地層，考慮擋土壁底滲流

圖 3.2.2-1 為砂質地層開挖案例，初始水位在 0.5 公尺，壁底深 9 公尺，第一階開挖 2 公尺，以 WAT(1) 2 設定水位，由圖示可見水壓力呈靜態分布，此時如果要考慮壁底滲流，傳統方法需要先手算壁底水壓（計算公式請參考 5.13 節）：

$$i = (2 - 0.5) / [(9 - 0.5) + (9 - 2)] = 0.0968$$
$$u_a = u_p = (9 - 0.5) - i \times (9 - 0.5) = 7.68 \text{ tf/m}^2$$

計算完後再手動增加指令 [WAT(1) 9 7.68] 及 [WAT(2) 9 7.68] 方可完成壁底滲流之水壓設定，傳統方法較耗時且易於出錯。

比較有效率的方法是改使用「WAT 水位/水壓智慧設定」，點選 **WAT** 之後將出現之輸入參數如圖 3.2.2-2 所示，AQ1 代表含水層及其編號， D_w 代表含水層之水位深度，含水層位置、水位深度及水壓預覽圖亦繪於下方示意圖區。右側未開挖，含水層 AQ1 之水位深度由程式自動擷取水壓預設值 0.5，左側開挖至 2 公尺，AQ1 之水位由程式預設抽水至開挖面 2 公尺（使用者可自行修改）。示意圖區可見到壁底水壓力 7.68 已經由程式自動計算完成，再按下 **確認水壓設定** 後，程式即自動轉換並加入新的 [WAT(1) 9 7.68] 及 [WAT(2) 9 7.68] 指令（同一施工階段之舊 WAT 指令將被刪除），瞬間完成複雜水壓力之設定，如圖 3.2.2-3 所示。水壓力及滲流計算理論請見 5.13 節。

如圖 3.2.2-4 所示，左側開挖面水位亦可修改，例如由預設值 2 公尺修改成 3 公尺（代表水位在開挖面下方 1 公尺），滲流水壓將重新計算。使用者可依設計需求自行決定設計水位。

點選 **進階條件&說明...** 後出現說明視窗，視窗下方可決定使用或取消兩側滲流計算，若取消滲流計算，則水壓力將如圖 3.2.2-1 所示呈現靜態水壓。

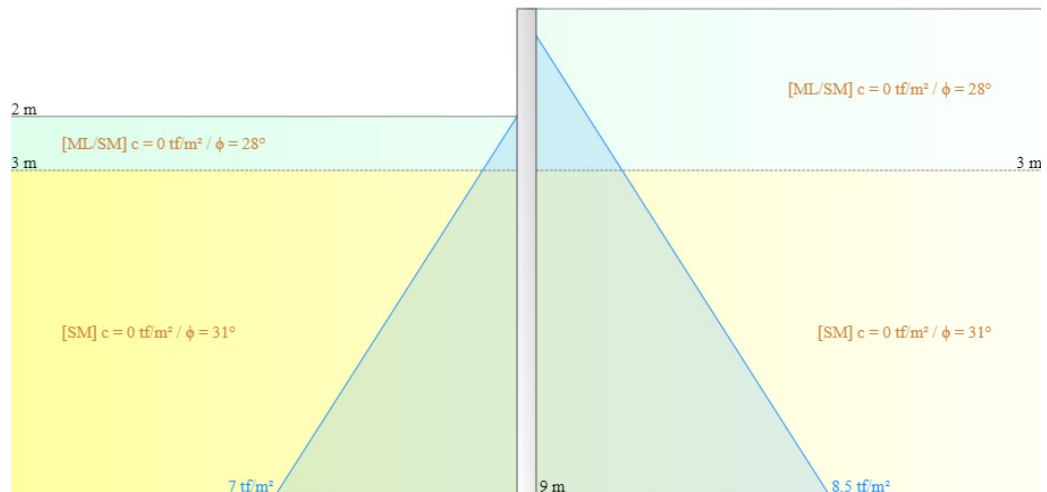


圖 3.2.2-1 傳統方法設定靜態水壓（不考慮壁底滲流）

WAT 水位 / 水壓智慧設定

[進階條件&說明...](#)
[取消](#)
[確認水壓設定](#)

1: 左側含水層			2: 右側含水層				
ID	Z ₁	Z ₂	D _w	ID	Z ₁	Z ₂	D _w
	m	m	m		m	m	m
AQ1	2	22.9	2	AQ1	0	22.9	0.5

開挖面降水預設值 (可修改) ↗

擋土側水位 (程式自動擷取初始水位) ↗

WAT 水位 / 水壓智慧設定

[D]視為含水層(AQ, Aquifer), [U]視為阻水層(AT, Aquitard); 相鄰的[D]視為同一個AQ單元, 相鄰的[U]視為同一個AT單元。

XDO會自動計算預設各受壓含水層所需的安全地下水水位深度(不會發生上舉隆起的地下水位), 使用者亦可自行修改各AQ之地下水位預設值。擋土壁底處之AQ由XDO自動計算壁底兩側滲流後之水壓力(限水密性擋土壁), 使用者亦可取消兩側滲流計算; 其餘各AQ中(擋土壁底處除外)之水壓呈靜態分布。各AT(或[U]地層)採總效應力法分析時, 水壓力為零; 採有效應力法分析時, 水壓力依上下AQ之水壓呈線性分布。

確認圖示中的水壓力, 按下 [確認水壓設定](#), XDO會將圖示中之水壓力自動轉換成WAT指令所需之格式。

上舉隆起安全係數 SF = 1.2

可自行決定是否採用 ➡ ☒ 計算擋土壁底兩側滲流

自動計算滲流後水壓

圖 3.2.2-2 WAT 水位/水壓智慧設定 (考慮壁底滲流)

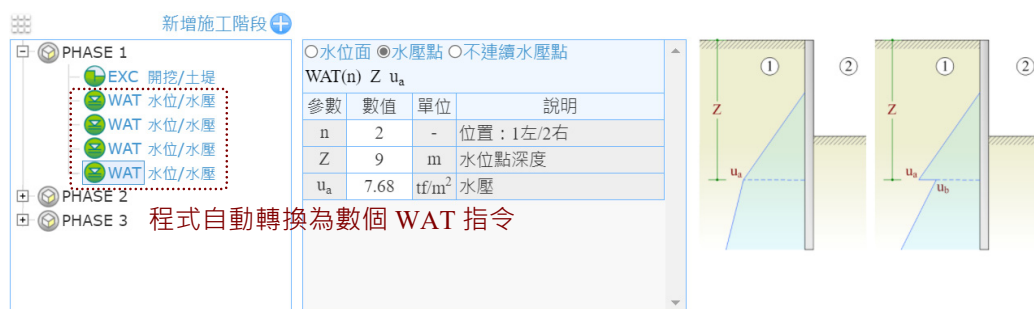


圖 3.2.2-3 轉換 WAT 指令

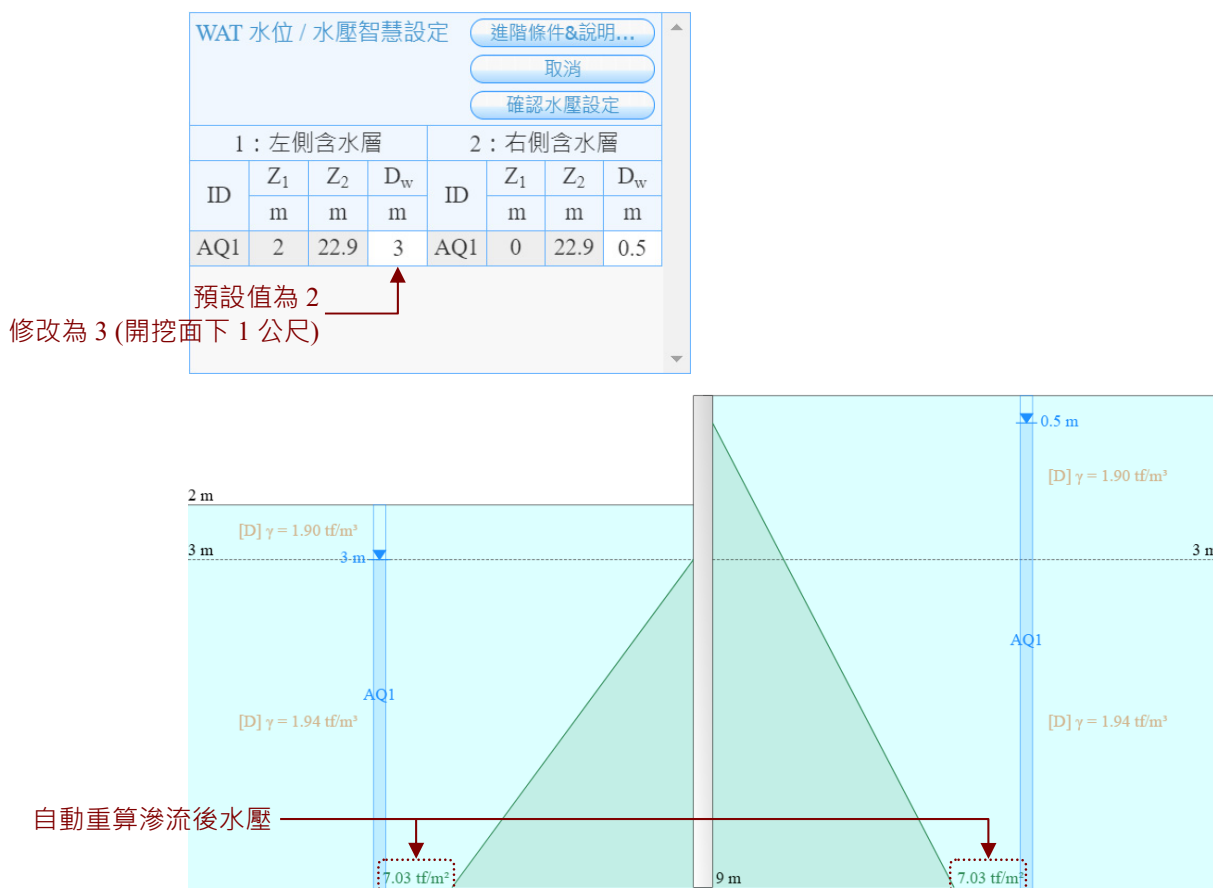


圖 3.2.2-4 WAT 水位/水壓智慧設定 (開挖面水位修改+壁底滲流)

案例 B：砂土、黏土互層，考慮多層含水層、上舉、擋土壁底滲流

圖 3.2.2-5 為砂土、黏土互層開挖案例，點選 **WAT** 之後將出現之輸入參數，AQ1、AQ2、AQ3 代表含水層及其編號，AT 代表阻水層， D_w 代表含水層之水位深度，含水層位置、水位深度及水壓預覽圖亦繪於下方示意圖區。右側未開挖，含水層 AQ1、AQ2、AQ3 之水位深度由程式自動擷取水位預設值 3、3、7(多層水位預設請見 3.1.1 節初始地下水位說明)。左側開挖至 16.37 公尺，AQ2 之水位由程式預設抽水至開挖面 16.37 公尺(使用者亦可自行修改)；左側 AQ3 之水位為 8.7，係由程式自動計算符合上舉隆起安全係數(程式預設值為 1.2)之水位，而擋土壁底處兩側由程式自動計算壁底兩側滲流後之水壓力。點選 **進階條件&說明...** 後出現說明視窗，視窗下方可修改上舉隆起安全係數，使用者亦可取消兩側滲流計算。水壓力及滲流計算理論請見 5.13 節。

採總應力法分析之地層，使用「**WAT 水位/水壓智慧設定**」將自動設定該地層水壓為零，使用者不需要手動輸入。請見本節附圖 3.2.2-6 所示。

經過「**WAT 水位/水壓智慧設定**」之水壓力分布繪於示意圖區，使用者確認後，按下 **確認水壓設定**，即自動轉換為數個 WAT 指令。如圖 3.2.2-7 所示。

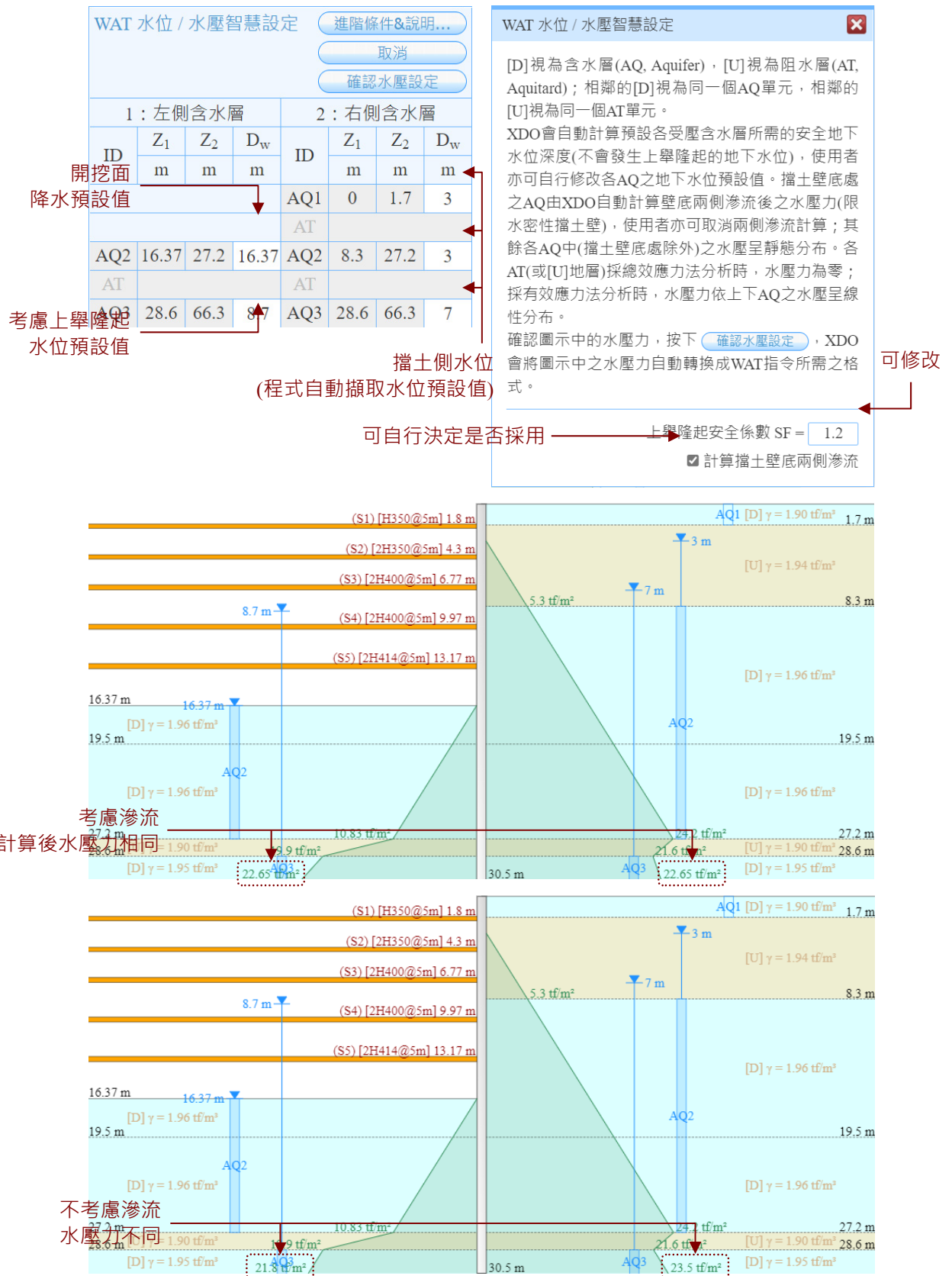


圖 3.2.2-5 WAT 水位/水壓智慧設定 (黏土層採有效應力法)

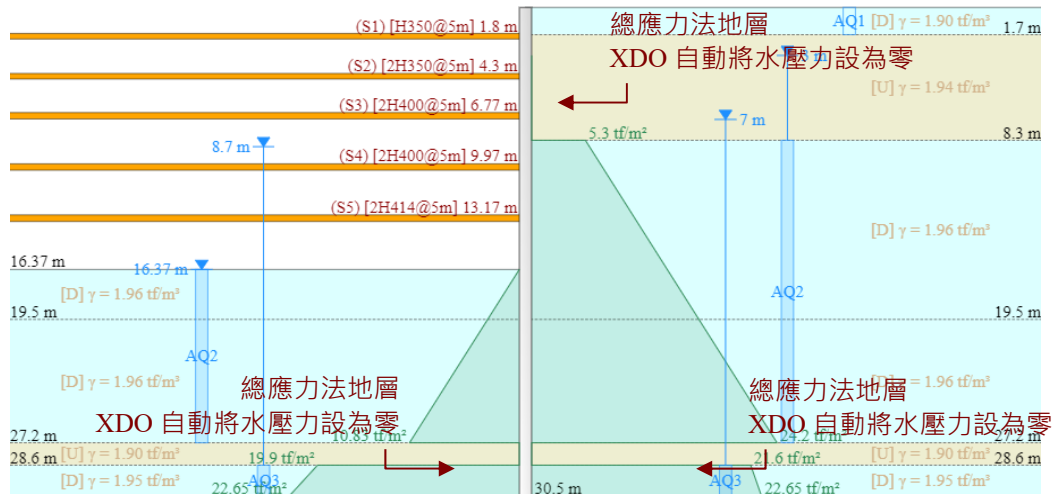


圖 3.2.2-6 WAT 水位/水壓智慧設定 (黏土層採總應力法)

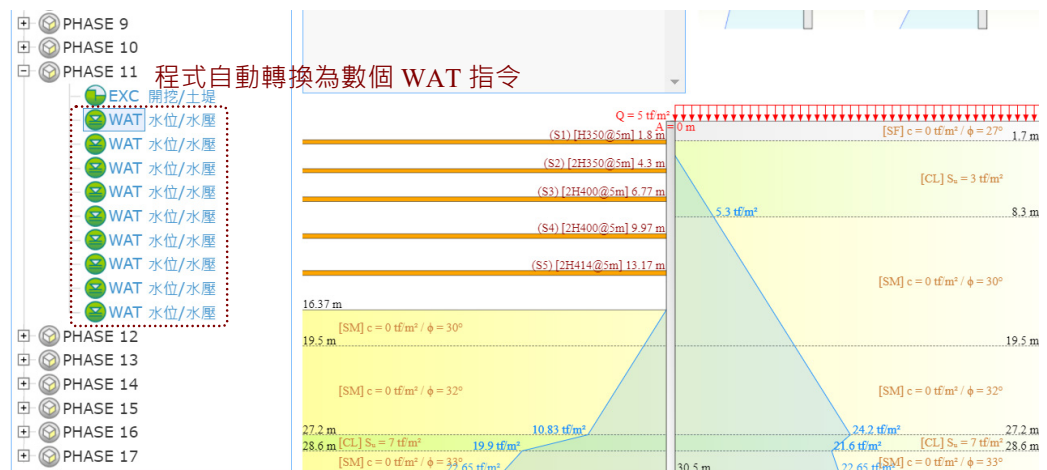


圖 3.2.2-7 轉換 WAT 指令

3.2.3 EXC 開挖/土堤

EXC 用來設定開挖，包括一般開挖及土堤開挖。如圖 3.2.3-1 所示，有兩個設定選項：

(1)一般開挖

EXC(n) Z_1

n：開挖左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z_1 ：開挖深度，m。

(2)土堤開挖

EXC(n) Z_1 Z_2 A B

n：開挖左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z_1 ：近端開挖深度，m。

Z_2 ：遠端開挖深度，m。

A：近端水平距離，m。

B：遠端水平距離，m。

土堤情況有兩種，或者可稱之為土堤（Bank）或護堤（Berm），請見圖 3.2.3-1。土堤開挖模擬理論請見 5.10 節。

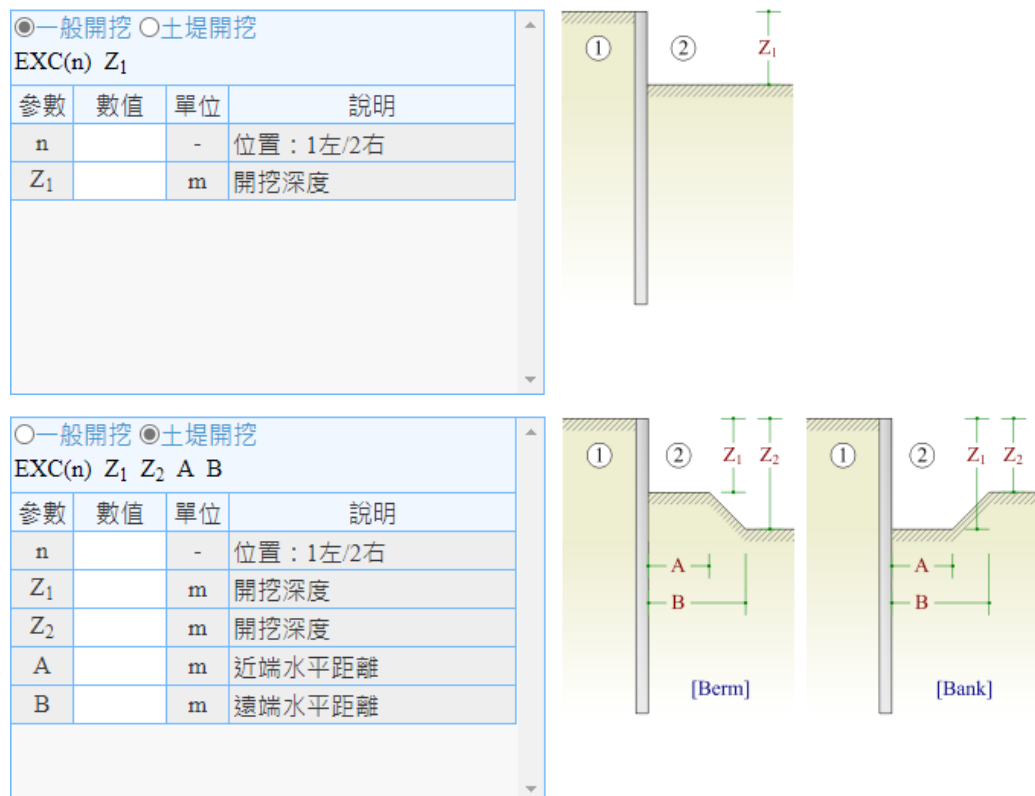


圖 3.2.3-1 EXC 開挖/土堤

3.2.4 STR 支撐/地錨/樓板 (設置或拆除) 、調整預力

STR 指令用來設定或拆除支撐、地錨或樓板，或調整支撐/地錨預力。
。如圖 3.2.4-1 所示，有三個設定選項：

(1)設置支撐/地錨/樓板

STR(k) Z S θ F R

k：支撐/地錨/樓板與擋土壁連結之狀況。k=0 為雙向連結；k=1 為單向連結，代表支撐施預力時向左頂（1 側），預力完成後如果節點位移往右則軸力增加，如果節點位移往左直至軸力消失則連結失效，壁體與支撐分離；k=2 為單向連結，代表支撐施預力時向右頂（2 側），預力完成後如果節點位移往左則軸力增加，如果節點位移往右直至軸力消失，則連結失效，壁體與支撐分離。實務上，開挖 1 側（左側）大多採用 k=2 之支撐；開挖 2 側（右側）大多採用 k=1 之支撐。

Z：深度，m。

S：支撐間距，m。

θ ：與擋土壁正交方向夾角，deg。本欄位右側可選擇傾斜方向為垂直[V]或水平[H]。傾斜方向之設定與 XDO 本身的分析結果無關，惟此輸入資料可供同屬 CATii 系統的「深開挖支撐系統設計」程式擷取，且該傾斜方向會直接影響後續的支撐檢核結果。圖形顯示機制：傾斜方向選擇[V]時，XDO 示意圖區會顯示斜向支撐，輸入正值時，繪圖傾角朝下；選擇[H]時，因傾斜方向與剖面圖面垂直，故示意圖上無法呈現其斜角。

F：預力，tf。對於 k=0 之支撐，F 正值朝右，F 負值朝左；對於 k=1 之支撐，不論 F 正值或負值皆自動視為朝左（1 側）；對於 k=2 之支撐，不論 F 正值或負值皆自動視為朝右（2 側）。所以 k=1 或 k=2 之支撐預力 F 直接輸入正值即可，不需要特別注意正負值。F 不等於 0 時，設定的預力值即為該施工階段分析完之後的最終值，一般設計預力會控制在最大分析支撐力的 50% 左右（<70%），以避免軸力意外飆升時超過支撐的容許軸力；F 等於 0 時則視為樓板，此時 0 預力為該施工階段未分析前的初始值，最終值則視分析結果而定。

R：勁度，tf/m，支撐軸力與支撐變形的比值。勁度除了由使用者自行輸入之外，建議點選參數輸入區上方的 **勁度計算...**，由程式提供擋土壁勁度快速計算功能，點選後出現「支撐性質」輸入視窗，使用者輸入支撐型式（包括：型鋼、樓板/RC板、地錨）以及其他條件之後即可快速計算出支撐勁度，再按下 **<<< 帶入壁體勁度** 後，勁度設定即刻完成。注意，支撐或樓板的計算長度因對稱關係建議輸入總長的一半，地錨的計算長度請輸入自由端長度。支撐勁度計算方法請見 5.10 節。

(2)拆除支撐/樓板

STR(0,num)

num：欲拆除之支撐編號。各支撐設定後，支撐編號由 1 開始採流水號編碼，支撐編號亦可見示意圖區支撐繪圖之註記。

(3)調整預力

STR(0,num) F

num：欲調整預力之支撐編號。

F：欲調整之預力值，tf。此預力值代表該施工階段分析完之後的最終值。

支撐性質

支撐型式

型鋼型號

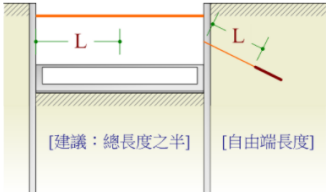
數量 $n = 1$

楊式模數 $E = 20400000$ (tf/m²)

斷面積 $A =$ (m²)

長度 $L =$ (m)

勁度折減係數 $\phi = 0.6$



勁度 ($R = \phi nEA/L$) $R =$ (tf/m)

[<<< 帶入支撐勁度](#)

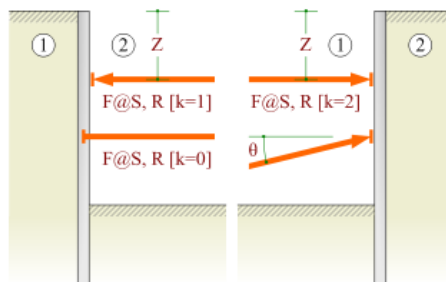
勁度計算...

●設置支撐/樓板 ○拆除支撐/樓板 ○調整預力

STR(k) Z S θ F R

參數	數值	單位	說明
k		-	0雙向/1左施力/2右施力
Z		m	深度
S		m	支撐間距
θ		deg.	支撐傾角
F		tf	預力
R		tf/m	勁度

k=1：單向連結，施預力時向左頂，F正負值無關
k=2：單向連結，施預力時向右頂，F正負值無關
k=0：雙向連結，兩側皆可施力，正F朝右，負F朝左



○設置支撐/樓板 ●拆除支撐/樓板 ○調整預力

STR(0,num)

參數	數值	單位	說明
num		-	支撐/樓板編號

○設置支撐/樓板 ○拆除支撐/樓板 ●調整預力

STR(0,num) F

參數	數值	單位	說明
num		-	支撐/樓板編號
F		tf	預力

圖 3.2.4-1 STR 支撐/地錨/樓板（設置或拆除）、調整預力

3.2.5 SUC 半無限空間均布垂直超載

SUC 全名為 Caquot Type Surcharge，SUC 指令用來設定半無限空間均布垂直超載，請見圖 3.2.5-1。

SUC(n) Q

n：左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Q：垂直超載， tf/m^2 。

程式分析時，直接將超載 Q 視為垂直土壓力的一部分（垂直土壓力增量為 Q）。SUC 超載無法疊加，新指令會取代舊指令，亦即 $Q=0$ 時等同於取消 SUC 指令。SUC 超載理論請見 5.8 節。

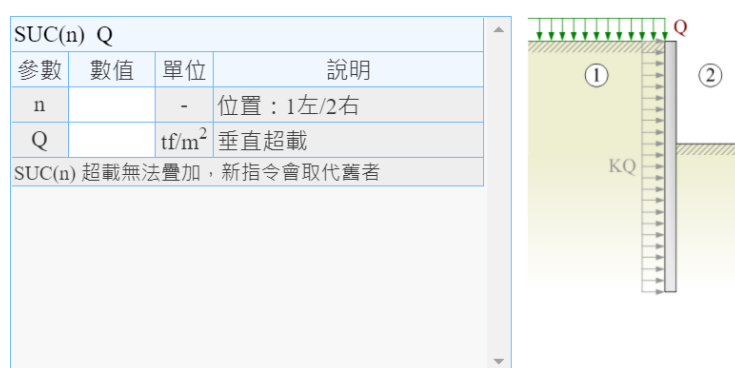


圖 3.2.5-1 SUC 半無限空間均布垂直超載

3.2.6 SUB 任意位置均布垂直超載

SUB 全名為 Boussinesq Type Surcharge，SUB 指令用來設定任意位置均布垂直超載。如圖 3.2.6-1 所示，有三個設定選項：

(1)超載取代

SUB(n) Z A B Q

n：左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z：深度，m。

A：近端水平距離，m。

B：遠端水平距離，m。

Q：垂直超載， tf/m^2 。

SUB(n)超載無法疊加，新指令會取代舊指令。

(2)超載疊加

SUB(n,1) Z A B Q C_s

n：左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z：深度，m。

A：近端水平距離，m。

B：遠端水平距離，m。

Q：垂直超載， tf/m^2 。

C_s：對側土壤殘餘應力比。當擋土壁施工前另外一側土壤已受超載影響而有殘餘應力，可輸入 C_s 計算，C_s 輸入 0 則無殘餘應力，C_s 功能只限第 1 施工階段有作用。

SUB(n,1)超載可以疊加，新的 SUB(n,1)指令會與舊者同時存在。

(3)刪除所有超載

SUB(n)

n：左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

刪除所有在 n 側的 SUB 超載。

SUB 指令利用 Boussinesq 公式換為水平荷重 S_h 後，在分析時有兩種考慮方式，可在進階分析設定中「SUB 超載轉換水平荷重之處理法」選擇：視為外加水平荷重、視為垂直土壓力的一部分。SUB 超載相關理論詳細說明請見 5.9 節，以下重點摘錄兩種方法之效果：

(1) S_h 視為外加水平荷重

側向土壓力直接加入 S_h ，無關土壓力係數，等同於 RIDO 程式輸

入檔之 *A* 標頭功能。

(2) S_h 視為垂直土壓力的一部分

垂直土壓力增加 $2S_h$ ，側向土壓力再由垂直土壓力乘上當時狀態的土壓力係數計算。當需要以 SUB 指令修正均布超載效果，或與其合併使用時（例如隨距離漸變之超載），建議採用此選項。

●超載取代 ○超載疊加 ○刪除所有超載

SUB(n) Z A B Q

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z		m	垂直深度
A		m	近端水平距離
B		m	遠端水平距離
Q		tf/m ²	垂直超載

SUB(n) 超載無法疊加，新指令會取代舊者

○超載取代 ●超載疊加 ○刪除所有超載

SUB(n,1) Z A B Q C_s

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z		m	垂直深度
A		m	近端水平距離
B		m	遠端水平距離
Q		tf/m ²	垂直超載
C _s		-	對側土壤殘餘應力比

SUB(n,1) 超載可以疊加
擋土壁施工前對側土壤已受超載影響而有殘餘應力，可輸入C_s計算，C_s輸入0則無殘餘應力，C_s功能只限第1施工階段有作用

○超載取代 ○超載疊加 ●刪除所有超載

SUB(n)

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右

圖 3.2.6-1 SUB 任意位置均布垂直超載

3.2.7 SOI 地改/土壤參數調整

SOI 指令用來調整土壤參數，主要用在地盤改良後土壤參數調整的情況。如圖 3.2.7-1 所示，有兩個設定選項：

(1)一般

SOI(n) Z_1

Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h k_{hp} C_v

n ：左側或右側。 $n=1$ 為左側， $n=2$ 為右側。

Z_1 ：地改頂部深度，m。

Z_2 ：地改底部深度，m。

γ_t ：地層單位重， tf/m^3 。

γ' ：地層水中單位重， tf/m^3 。不需要輸入，由程式以 $\gamma' = \gamma_t - 1$ 自動計算。

K_a ：主動土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_a 之計算方式請見 5.6 節。

K_o ：靜止土壓力係數 [U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_o 之計算方式請見 5.7 節。

K_p ：被動土壓力係數 [U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_p 之計算方式請見 5.6 節。

c ：凝聚力， tf/m^2 。[D]排水地層時請輸入有效凝聚力 c' ；[U]不排水地層若採用有效應力法時請輸入有效凝聚力 c' ，若採用總應力法時請輸入不排水剪力強度 S_u 。

ϕ ：摩擦角，deg。[D]排水地層請輸入有效摩擦角 ϕ' ；[U]不排水地層若採用有效應力法輸入有效摩擦角 ϕ' ，若採用總應力法時請輸入 0。

D_a ：主動牆/土摩擦角比 (δ_a/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_a 與 K_a 計算值有關。 D_a 不分正負號，使用者輸入正值即可。

D_p ：被動牆/土摩擦角比 (δ_p/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_p 與 K_p 計算值有關。 D_p 不分正負號，使用者輸入正值即可。

k_h ：地盤反力係數， tf/m^3 。

k_{hp} ：地盤反力係數 k_h 隨土壓力變化之增量， $1/\text{m}$ 。本欄位需在「進

階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，表示 k_h 不隨深度變化。 k_{hp} 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。

C_v ：垂直應力分量係數。本欄位需在「進階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，程式內部運算時自動代入預設值 $0.125 \cdot C_v$ 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。

地層類型：[D]代表排水地層（例如：砂、礫石、卵礫石），[U]代表不排水地層（例如：黏土）。

c_w/c ：牆/土凝聚力比。本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現，Padfield & Mair 相關理論請見 5.8 節說明。大致上連續壁之 c_w/c 可輸入 0.67 左右，鋼板樁可輸入 0.5 左右。

本選項未設定初始側壓力，程式預設以 K_0 做為初始側壓力係數，欲自設初始側壓力請使用下一個選項。

(2)設定初始側壓力

SOI(n,r) Z_1 K_i OCR

Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h k_{hp} C_v

n ：左側或右側。 $n=1$ 為左側， $n=2$ 為右側。

r ：初始側壓力為本階段之初值或最終值。 $r=0$ 代表初始側壓力為本階段之初值， $r=1$ 代表初始側壓力為本階段之最終值。

Z_1 ：地改頂部深度，m。

K_i ：初始側壓係數。輸入之數值必須滿足 $K_a \leq K_i \leq K_p$ ，未設定 K_i 時，程式預設 $K_i = K_o$ 。

OCR：過壓密比。OCR 可不輸入，當 K_i 輸入 0 且 OCR 有值，則程式採用 $K_i = K_o \times OCR^{\sin(\phi)}$ 。

Z_2 ：地改底部深度，m。

γ_t ：地層單位重， tf/m^3 。

γ' ：地層水中單位重， tf/m^3 。不需要輸入，由程式以 $\gamma' = \gamma_t - 1$ 自動計算。

K_a ：主動土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_a 之計算方式請見 5.6 節。

- K_o ：靜止土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_o 之計算方式請見 5.7 節。
- K_p ：被動土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_p 之計算方式請見 5.6 節。
- c ：凝聚力， tf/m^2 。[D]排水地層時請輸入有效凝聚力 c' ；[U]不排水地層若採用有效應力法時請輸入有效凝聚力 c' ，若採用總應力法時請輸入不排水剪力強度 S_u 。
- ϕ ：摩擦角， deg. 。[D]排水地層請輸入有效摩擦角 ϕ' ；[U]不排水地層若採用有效應力法輸入有效摩擦角 ϕ' ，若採用總應力法時請輸入 0。
- D_a ：主動牆/土摩擦角比 (δ_a/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_a 與 K_a 計算值有關。 D_a 不分正負號，使用者輸入正值即可。
- D_p ：被動牆/土摩擦角比 (δ_p/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_p 與 K_p 計算值有關。 D_p 不分正負號，使用者輸入正值即可。
- k_h ：地盤反力係數， tf/m^3 。
- k_{hp} ：地盤反力係數 k_h 隨土壓力變化之增量， $1/\text{m}$ 。本欄位需在「進階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，表示 k_h 不隨深度變化。 k_{hp} 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。
- C_v ：垂直應力分量係數。本欄位需在「進階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，程式內部運算時自動代入預設值 0.125。 C_v 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。
- 地層類型：[D]代表排水地層（例如：砂、礫石、卵礫石），[U]代表不排水地層（例如：黏土）。
- c_w/c ：牆/土凝聚力比。本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現，Padfield & Mair 相關理論請見 5.8 節說明。大致上連續壁之 c_w/c 可輸入 0.67 左右，鋼板樁可輸入 0.5 左右。

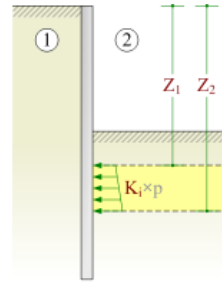
●一般 ○設定初始側壓力

SOI(n) Z₁

Z₂ γ_t γ' K_a K_o K_p c φ D_a D_p k_h k_{hp} C_v

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z ₁		m	層頂深度
Z ₂		m	層底深度
γ _t		tf/m ³	單位重
γ'		tf/m ³	水中單位重
K _a		-	主動土壓係數
K _o		-	靜止土壓係數
K _p		-	被動土壓係數
c		tf/m ²	凝聚力
φ		deg.	摩擦角
D _a		-	主動牆土摩擦角比(δ _a /φ)
D _p		-	被動牆土摩擦角比(δ _p /φ)
k _h		tf/m ³	地盤反力係數
k _{hp}		1/m	反力係數增量比(Δk _h /p)
C _v		-	垂直應力分量係數
類型	D ▼	-	D：排水 / U：不排水
c _w /c		-	牆/土凝聚力比

未設定K_i時，程式預設K_i=K_o
C_v不輸入時，程式採用預設值0.125



本欄位需在「進階分析設定」中「k_h與深度關係」選擇隨深度增加才會出現

本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現

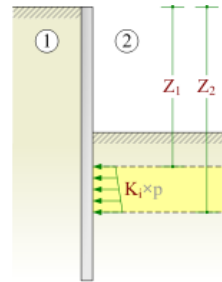
○一般 ●設定初始側壓力

SOI(n,r) Z₁ K_i OCR

Z₂ γ_t γ' K_a K_o K_p c φ D_a D_p k_h k_{hp} C_v

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
r		-	側壓值為本階分析(0初/1終)
K _i		-	初始側壓係數
OCR		-	過壓密比
Z ₁		m	層頂深度
Z ₂		m	層底深度
γ _t		tf/m ³	單位重
γ'		tf/m ³	水中單位重
K _a		-	主動土壓係數
K _o		-	靜止土壓係數
K _p		-	被動土壓係數
c		tf/m ²	凝聚力
φ		deg.	摩擦角
D _a		-	主動牆土摩擦角比(δ _a /φ)
D _p		-	被動牆土摩擦角比(δ _p /φ)
k _h		tf/m ³	地盤反力係數
k _{hp}		1/m	反力係數增量比(Δk _h /p)
C _v		-	垂直應力分量係數
類型	D ▼	-	D：排水 / U：不排水
c _w /c		-	牆/土凝聚力比

未設定K_i時，程式預設K_i=K_o
C_v不輸入時，程式採用預設值0.125



本欄位需在「進階分析設定」中「k_h與深度關係」選擇隨深度增加才會出現

本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現

圖 3.2.7-1 SOI 地改/土壤參數調整

3.2.8 BAC 回填

BAC 指令用來設定土壤回填，如圖 3.2.8-1 所示，有兩個設定選項：

(1)一般

BAC(n) Z_1

Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h

n ：左側或右側。 $n=1$ 為左側， $n=2$ 為右側。

Z_1 ：回填頂部深度，m。

Z_2 ：回填底部深度，m。請輸入開挖面深度或上一次回填頂部之深度，程式不支援回填底部深度下方無土壤之情況。

γ_t ：地層單位重， tf/m^3 。

γ' ：地層水中單位重， tf/m^3 。不需要輸入，由程式以 $\gamma' = \gamma_t - 1$ 自動計算。

K_a ：主動土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_a 之計算方式請見 5.6 節。

K_o ：靜止土壓力係數 [U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_o 之計算方式請見 5.7 節。

K_p ：被動土壓力係數 [U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。 K_p 之計算方式請見 5.6 節。

c ：凝聚力， tf/m^2 。[D]排水地層時請輸入有效凝聚力 c' ；[U]不排水地層若採用有效應力法時請輸入有效凝聚力 c' ，若採用總應力法時請輸入不排水剪力強度 S_u 。

ϕ ：摩擦角，deg。[D]排水地層請輸入有效摩擦角 ϕ' ；[U]不排水地層若採用有效應力法輸入有效摩擦角 ϕ' ，若採用總應力法時請輸入 0。

D_a ：主動牆/土摩擦角比 (δ_a/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_a 與 K_a 計算值有關。 D_a 不分正負號，使用者輸入正值即可。

D_p ：被動牆/土摩擦角比 (δ_p/ϕ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值， D_p 與 K_p 計算值有關。 D_p 不分正負號，使用者輸入正值即可。

k_h ：地盤反力係數， tf/m^3 。

k_{hp} ：地盤反力係數 k_h 隨土壓力變化之增量， $1/\text{m}$ 。本欄位需在「進

階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，表示 k_h 不隨深度變化。 k_{hp} 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。

C_v ：垂直應力分量係數。本欄位需在「進階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，程式內部運算時自動代入預設值 $0.125 \cdot C_v$ 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。

地層類型：[D]代表排水地層（例如：砂、礫石、卵礫石），[U]代表不排水地層（例如：黏土）。

c_w/c ：牆/土凝聚力比。本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現，Padfield & Mair 相關理論請見 5.6 節說明。大致上連續壁之 c_w/c 可輸入 0.67 左右，鋼板樁可輸入 0.5 左右。

本選項未設定初始側壓力，程式預設以 K_0 做為初始側壓力係數，欲自設初始側壓力請使用下一個選項。

(2)設定初始側壓力

BAC(n,r) Z_1 K_i OCR

Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h

n ：左側或右側。 $n=1$ 為左側， $n=2$ 為右側。

r ：初始側壓力為本階段之初值或最終值。 $r=0$ 代表初始側壓力為本階段之初值， $r=1$ 代表初始側壓力為本階段之最終值。

Z_1 ：回填頂部深度，m。請輸入開挖面深度或上一次回填頂部之深度，程式不支援回填底部深度下方無土壤之情況。

K_i ：初始側壓係數。輸入之數值必須滿足 $K_a \leq K_i \leq K_p$ ，未設定 K_i 時，程式預設 $K_i = K_o$ 。

OCR：過壓密比。OCR 可不輸入，當 K_i 輸入 0 且 OCR 有值，則程式採用 $K_i = K_o \times OCR^{\sin(\phi)}$ 。

Z_2 ：回填底部深度，m。

γ_t ：地層單位重， tf/m^3 。

γ' ：地層水中單位重， tf/m^3 。不需要輸入，由程式以 $\gamma' = \gamma_t - 1$ 自動計算。

K_a ：主動土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請

- 輸入 1。K_a 之計算方式請見 5.6 節。
- K_o：靜止土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。K_o 之計算方式請見 5.7 節。
- K_p：被動土壓力係數。[U]不排水地層情況，若採用總應力法時請輸入 1。K_p 之計算方式請見 5.6 節。
- c：凝聚力，tf/m²。[D]排水地層時請輸入有效凝聚力 c'；[U]不排水地層若採用有效應力法時請輸入有效凝聚力 c'，若採用總應力法時請輸入不排水剪力強度 S_u。
- φ：摩擦角，deg.。[D]排水地層請輸入有效摩擦角 φ'；[U]不排水地層若採用有效應力法輸入有效摩擦角 φ'，若採用總應力法時請輸入 0。
- D_a：主動牆/土摩擦角比 (δ_a/φ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值，D_a 與 K_a 計算值有關。D_a 不分正負號，使用者輸入正值即可。
- D_p：被動牆/土摩擦角比 (δ_p/φ)。連續壁大致上可輸入 0.33~0.67 之數值，鋼板樁大致上可輸入 0.33 左右之數值，D_p 與 K_p 計算值有關。D_p 不分正負號，使用者輸入正值即可。
- k_h：地盤反力係數，tf/m³。
- k_{hp}：地盤反力係數 k_h 隨土壓力變化之增量，1/m。本欄位需在「進階分析設定」中「k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，表示 k_h 不隨深度變化。k_{hp} 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。
- C_v：垂直應力分量係數。本欄位需在「進階分析設定」中「k_h 與深度關係」選擇隨深度增加才會出現，本欄亦可保留空白，程式內部運算時自動代入預設值 0.125。C_v 相關理論請見 5.12 節說明，一般之工程分析不常使用本功能，可先予以略過。
- 地層類型：[D]代表排水地層（例如：砂、礫石、卵礫石），[U]代表不排水地層（例如：黏土）。
- c_w/c：牆/土凝聚力比。本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現，Padfield & Mair 相關理論請見 5.8 節說明。大致上連續壁之 c_w/c 可輸入 0.67 左右，鋼板樁可輸入 0.5 左右。

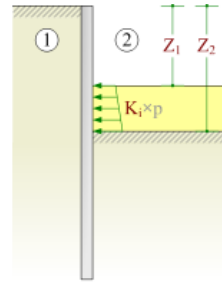
●一般 ○設定初始側壓力

BAC(n) Z₁

Z₂ γ_t γ' K_a K_o K_p c φ D_a D_p k_h k_{hp} C_v

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z ₁		m	層頂深度
Z ₂		m	層底深度
γ _t		tf/m ³	單位重
γ'		tf/m ³	水中單位重
K _a		-	主動土壓係數
K _o		-	靜止土壓係數
K _p		-	被動土壓係數
c		tf/m ²	凝聚力
φ		deg.	摩擦角
D _a		-	主動牆土摩擦角比(δ _a /φ)
D _p		-	被動牆土摩擦角比(δ _p /φ)
k _h		tf/m ³	地盤反力係數
k _{hp}		1/m	反力係數增量比(Δk _h /p)
C _v		-	垂直應力分量係數
類型	D ▼	-	D：排水 / U：不排水
c _w /c		-	牆/土凝聚力比

未設定K_i時，程式預設K_i=K_o
C_v不輸入時，程式採用預設值0.125



本欄位需在「進階分析設定」中「k_h與深度關係」選擇隨深度增加才會出現

本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現

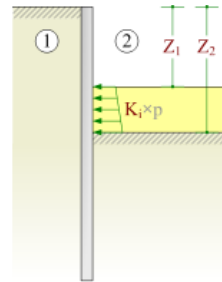
○一般 ●設定初始側壓力

BAC(n,r) Z₁ K_i OCR

Z₂ γ_t γ' K_a K_o K_p c φ D_a D_p k_h k_{hp} C_v

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
r		-	側壓值為本階分析(0初/1終)
K _i		-	初始側壓係數
OCR		-	過壓密比
Z ₁		m	層頂深度
Z ₂		m	層底深度
γ _t		tf/m ³	單位重
γ'		tf/m ³	水中單位重
K _a		-	主動土壓係數
K _o		-	靜止土壓係數
K _p		-	被動土壓係數
c		tf/m ²	凝聚力
φ		deg.	摩擦角
D _a		-	主動牆土摩擦角比(δ _a /φ)
D _p		-	被動牆土摩擦角比(δ _p /φ)
k _h		tf/m ³	地盤反力係數
k _{hp}		1/m	反力係數增量比(Δk _h /p)
C _v		-	垂直應力分量係數
類型	D ▼	-	D：排水 / U：不排水
c _w /c		-	牆/土凝聚力比

未設定K_i時，程式預設K_i=K_o
C_v不輸入時，程式採用預設值0.125



本欄位需在「進階分析設定」中「k_h與深度關係」選擇隨深度增加才會出現

本欄位需在「進階分析設定」中「主、被動土壓力計算方法」選擇 Padfield & Mair 才會出現

圖 3.2.8-1 BAC 回填

3.2.9 LOA 擋土壁施力水平應力

LOA 指令用來施加水平應力於擋土壁體，請見圖 3.2.9-1。

LOA Z_1 Z_2 Q_1 Q_2

Z_1 ：頂部深度，m。

Z_2 ：底部深度，m。

Q_1 ： Z_1 處應力值， tf/m^2 。

Q_2 ： Z_2 處應力值， tf/m^2 。

LOA 可以設定一組以上，如果新設指令深度範圍與先前重複，程式將以新數值取代舊者。例如範例一（局部覆蓋）：在同施工階段設定兩組 LOA 指令，其中一組為 LOA 3 10 1.2 1.2，新設下一組為 LOA 8 15 3.6 3.6，因為深度 8~10 重複設定，該重複區間的新值會取代舊值，其實際效果等於 LOA 3 8 1.2 1.2 與 LOA 8 15 3.6 3.6。又例如範例二（階段清除）：原設定 LOA 3 10 1.2 1.2，後續施工階段設定 LOA 3 10 0 0，因 Q_1 及 Q_2 皆為 0，水平應力實質上被清除。使用者亦可在示意圖區由 LOA 的繪圖觀察多組 LOA 指令重疊效果。

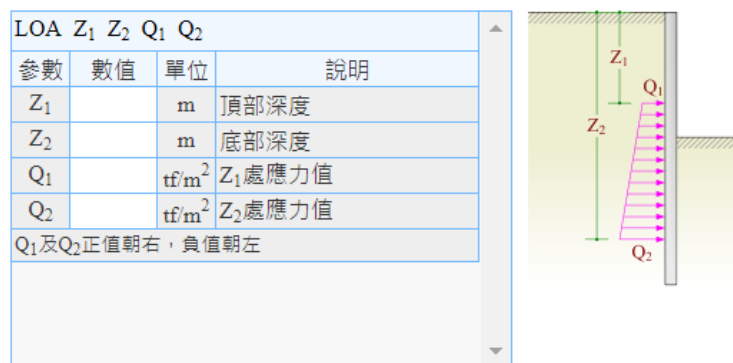


圖 3.2.9-1 LOA 擋土壁施力水平應力

3.2.10 CFM 擋土壁施力載重或彎矩

CFM 指令用來施加载重或彎矩於擋土壁體，請見圖 3.2.10-1。

CFM Z F M

Z：深度，m。

F：水平載重，tf/m。F 正值朝右，負值朝左。

M：彎矩，tf-m/m。M 正值為順時針方向，負值為逆時針方向。

CFM 可以設定一組以上，如果新設指令深度與先前重複，程式將以新數值取代舊者。例如：在同施工階段設定兩組 CFM 指令，其中一組為 CFM 3 2 0，新設下一組為 CFM 3 5 0，因為前後兩組指令深度皆為 3，新值會取代舊值，其實際效果等於 CFM 3 5 0。

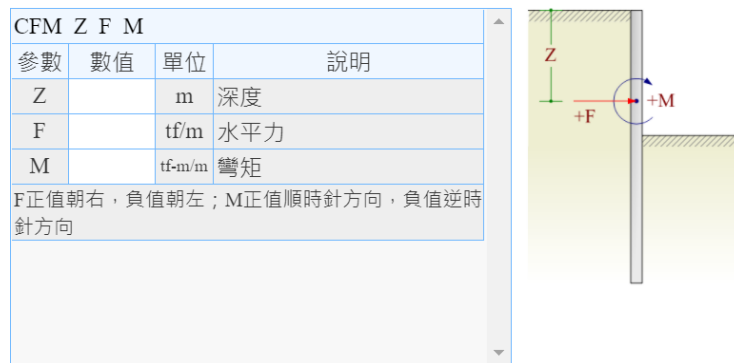


圖 3.2.10-1 CFM 擋土壁施力載重或彎矩

3.2.11 LIM 擋土壁束制條件

LIM 指令用來設定擋土壁體束制條件，請見圖 3.2.11-1。

LIM(s,t)

s：束制位置。s=1 為壁頂，s=2 為壁底。

t：束制條件。t=0 自由（不予限制，壁體可自由位移及旋轉），t=1 為不移（限制壁體水平位移），t=2 為不轉（限制壁體旋轉），t=3 為剛接（同時限制水平位移及旋轉）。

LIM 指令無法疊加，在同一位置設定新指令時，新指令會直接取代舊指令。

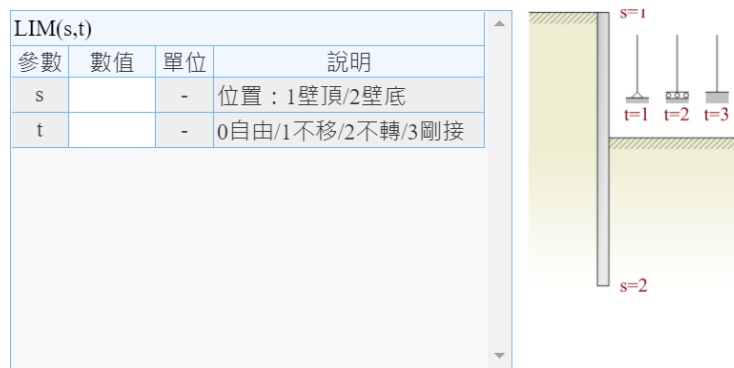


圖 3.2.11-1 LIM 擋土壁束制條件

3.2.12 SUG 任意位置均布垂直超載

SUG 全名為 Graux Type Surcharge，SUG 指令用來設定任意位置均布垂直超載。如圖 3.2.12-1，有三個設定選項：

(1)超載取代

SUG(n) Z A α β Q

n： 左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z： 深度，m。

A： 水平距離，m。

α ： 載重傳遞夾角，deg.。

β ： 載重傳遞夾角，deg.。需滿足 $\beta > \alpha$ 之條件。

Q： 垂直超載，tf/m²。

SUG(n)超載無法疊加，新指令會取代舊指令。

(2)超載疊加

SUG(n,1) Z A α β Q

n： 左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

Z： 深度，m。

A： 水平距離，m。

α ： 載重傳遞夾角，deg.。

β ： 載重傳遞夾角，deg.。需滿足 $\beta > \alpha$ 之條件。

Q： 垂直超載，tf/m²。

SUG(n,1)超載可以疊加，新的 SUG(n,1)指令會與原指令同時存在。

(3)刪除所有超載

SUG(n)

n： 左側或右側。n=1 為左側，n=2 為右側。

刪除所有在 n 側的 SUG 超載。

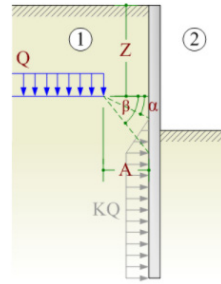
SUG 超載工作方式如下，令 α 夾角延伸至壁體的深度為 Z_α ， β 夾角延伸至壁體的深度為 Z_β ，在深度 Z_β 以下直接將超載 Q 視為垂直土壓力的一部分（垂直土壓力增量為 Q），在深度 Z_α 以上垂直土壓力不增加（垂直土壓力增量為 0），介於 Z_α 及 Z_β 之間的深度垂直土壓力增量以線性分布。SUG 超載相關理論請見 5.8 節。

☒ 超載取代 ☐ 超載疊加 ☐ 刪除所有超載

SUG(n) Z A α β Q

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z		m	垂直深度
A		m	水平距離
α		deg.	載重傳遞夾角
β		deg.	載重傳遞夾角
Q		tf/m ²	垂直超載

SUG(n) 超載無法疊加，新指令會取代舊者

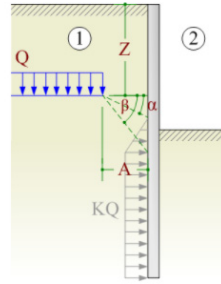


☐ 超載取代 ☒ 超載疊加 ☐ 刪除所有超載

SUG(n,1) Z A α β Q

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右
Z		m	垂直深度
A		m	水平距離
α		deg.	載重傳遞夾角
β		deg.	載重傳遞夾角
Q		tf/m ²	垂直超載

SUG(n,1) 超載可以疊加



☐ 超載取代 ☐ 超載疊加 ☒ 刪除所有超載

SUG(n)

參數	數值	單位	說明
n		-	位置：1左/2右

圖 3.2.12-1 SUG 任意位置均布垂直超載 (Graux Type)

3.2.13 COE 側向土壓/水壓/超載折減

對於非密接擋土壁（例如：排樁、鋼軌樁）的情況，可應用 COE 指令來修正作用於壁體上的土壓、水壓、超載、地盤反力係數，請見圖 3.2.13-1。

COE Z_1 Z_2 C_O C_B

Z_1 ：折減範圍頂部深度，m。

Z_2 ：折減範圍底部深度，m。

C_O ：修正係數。折減 $Z_1 \sim Z_2$ 範圍內之土壓、水壓、超載及地盤反力係數，其修正率為 C_O 。

C_B ：被動土壓再修正係數。考量三維效應，被動土壓折減情況不同，其修正率為 $C_O \times C_B$ ， C_B 不輸入時程式預設值為 1。

COE 功能只限第 1 施工階段有作用。

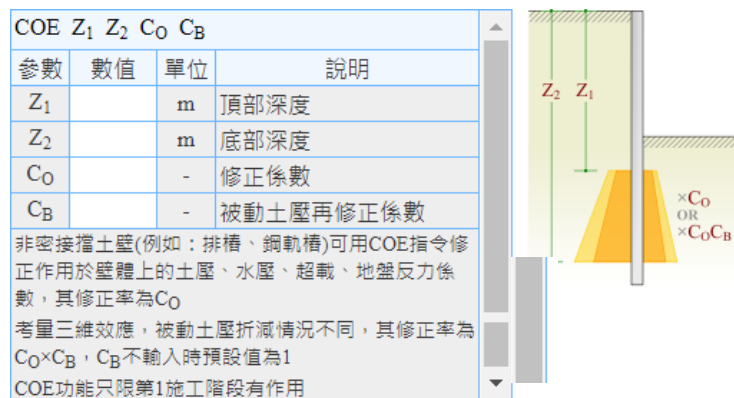


圖 3.2.13-1 COE 側向土壓/水壓/超載折減

3.2.14 AIN 新增擋土牆 (複牆)

基礎開挖之後，在地下結構物回築過程中，可以利用 AIN 指令新增複牆 (又稱附牆或副牆，Attached Wall)。

AIN(num) R

num：壁體編號。壁體編號須於「擋土壁設定」中定義分段，操作細節請見 3.1.3 節說明。

R：擋土壁勁度， $\text{tf}\cdot\text{m}^2/\text{m}$ 。此處之擋土壁勁度為單位寬度的 EI 值，計算方法可參考 5.14 節。

新設的複牆與主牆 (原擋土壁) 共同分擔土壓力，在計算書中，主牆與複牆之彎矩及剪力將分別列出，其彎矩及剪力分配方式請見 5.16 節。

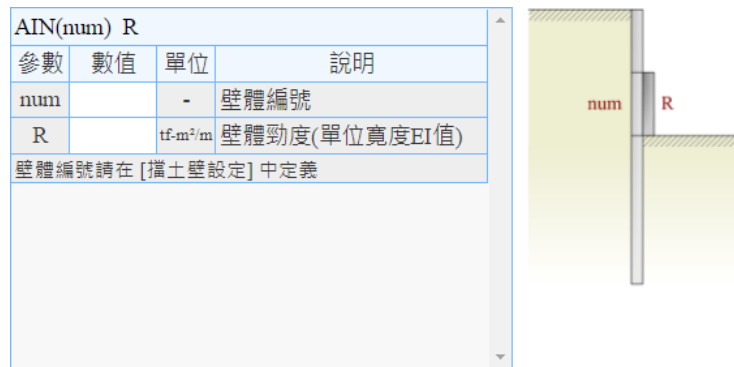


圖 3.2.14-1 AIN 新增擋土牆 (複牆)

3.2.15 INE 調整擋土壁勁度

INE 指令用來調整擋土壁（主牆，Principal Wall）的勁度。

INE R

num：壁體編號。壁體編號須在擋土壁設定中定義分段，請見 3.1.3 節說明。

R：擋土壁勁度， $\text{tf}\cdot\text{m}^2/\text{m}$ 。此處之擋土壁勁度為單位寬度的 EI 值，計算方法可參考 5.14 節。

INE 指令只能調整主牆的勁度，複牆的勁度調整可用 AIN 指令。AIN 指令較 INE 指令實用，且通常更符合工程實務情況，在分析條件許可下建議儘量採用 AIN 指令。

INE(num) R			
參數	數值	單位	說明
num		-	壁體編號
R		$\text{tf}\cdot\text{m}^2/\text{m}$	壁體勁度(單位寬度EI值)
壁體編號請在 [擋土壁設定] 中定義			

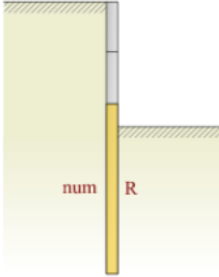


圖 3.2.15-1 INE 調整擋土壁勁度

3.3 輔助設計

以一般傳統的數值分析工具進行開挖擋土分析設計時，需先假設支撐型鋼的型號規格，分析求出支撐最大軸力之後，通常需控制兩個設計條件：

(1) 支撐預力比

支撐預力與最大軸力的比值約在 50% 左右，以避免實際施工時支撐軸力非預期性飆升超過支撐的容許軸力。

(2) 支撐型鋼檢核

檢核最大支撐軸力是否超過該型鋼的容許值，通常另外以試算表或其他程式工具進行檢核。

分析設計時如果未滿足以上兩個條件，則反覆調整預力及型鋼型號（或支撐位置）並重新分析，直至兩個條件都能滿足。因此，傳統的開挖擋土分析設計程序非常耗費時間。為提高設計效率，XDO 於輔助設計大項內建「簡易型鋼支撐檢核」功能，分析過程中可同時得知各階支撐的預力百分比以及支撐檢核結果，方便設計者直接調整，免除過去需要反覆利用其他外部工具手算支撐預力比、或額外檢核支撐型鋼是否符合設計需求的繁瑣步驟。

上述「簡易型鋼支撐檢核」的計算核心為同屬 CATii 子程式的「深開挖支撐系統設計」，完整的支撐系統設計除了檢核支撐之外，尚需檢核角撐以及圍令。「簡易型鋼支撐檢核」僅列出檢核結果供設計者即時檢視，不提供詳細計算過程，由於角撐及圍令不會參與分析模型，所以也沒有角撐及圍令的檢核結果，如需完整之支撐系統檢核計算書（含：支撐、角撐、圍令），請另外使用 CATii「深開挖支撐系統設計」程式。

如圖 3.3-1 所示，輔助設計（簡易型鋼支撐檢核）介面主要區分為：設計條件及分析結果兩大區塊。設計條件所需資料部分列在下方表格的左側，分析結果則列在下方表格的右側。以下各別詳細介紹各項資料欄位：

輔助設計

支撐設計 ☒ 簡易型鋼支撐檢核

支撐階數: 3

強軸無側撐長度 L_{bx} 輸入法: 統一數值 $L_{bx} = 7$ (m)

弱軸無側撐長度 L_{by} 輸入法: 統一數值 $L_{by} = 7$ (m)

支撐角撐活載重 w_L 輸入法: 統一數值 $w_L = 0.1$ (tf/m)

短期容許應力提高因數 $\alpha = 1.25$

No	設計條件										分析結果					檢核結果
	n×型鋼型號	D_s (m)	F (tf/路)	P_t (tf/支)	θ_s (deg.)	K_x	K_y	L_{bx} (m)	L_{by} (m)	w_L (tf/m)	n×P (tf/路)	P (tf/支)	R_{pr}	P+ P_t (tf/支)	P_a (tf/支)	
S1	2 H350×350×12	1.5	45	30	10	1	1	7	7	0.1	95.65	47.83	47.83%	27.93	225.54	OK
S2	1 H400×400×13	5.6	110	15	0	1	1	7	7	0.1	228.62	228.62	48.1%	245.62	305.57	OK
S3	1 H400×400×13	8.6	110	15	0	1	1	7	7	0.1	212.45	212.45	51.8%	227.45	305.57	OK

圖 3.3-1 輔助設計資料欄位

3.3.1 簡易型鋼支撐檢核設計條件

設計條件所需之資料分列於上方獨立輸入區與下方表格左側中，表格內的部分欄位資料由程式自動擷取自「施工設定」之細部內容，其餘則由設計者依需求自行決定與輸入。各參數的詳細說明如下：

(1) 支撐設計

勾選「簡易型鋼支撐檢核」後，XDO 會顯示其他相關的支撐設計條件，XDO 於執行程式時，才會同時進行支撐檢核。

(2) 支撐階數

本欄位將由程式自動擷取自「施工設定」之細部內容，使用者不須自行輸入。

(3) 強軸無側撐長度 L_{bx} 輸入法

支撐型鋼的容許軸力與無側撐長度有關，程式提供兩種強軸無側撐長度 L_{bx} 輸入法：統一數值及各別輸入。選擇統一數值

統一數值 $L_{bx} = 7$ (m)

各別輸入

圖 3.3.1-1 L_{bx} 輸入法

時，可在欄位右側輸入統一的 L_{bx} 長度，下方設計條件表格中各階支撐之 L_{bx} 欄位底色呈現灰色，且顯示為同一個長度；選擇各別輸入時，下方檢核表中各階支撐之 L_{bx} 欄位底色呈現白色，使用者可

分別輸入不同數值。

(4)弱軸無側撐長度 L_{by} 輸入法

本條件的介面功能與輸入方式同上。

(5)支撐角撐活載重 w_L 輸入法

支撐的自重與活載重將對支撐產生彎矩，角撐與支撐連結，其自重與活載重亦會對支撐產生彎矩，進而影響支撐型鋼的

圖 3.3.1-2 w_L 輸入法

容許軸力。支撐與角撐的自重由程式依型鋼型號自行計算，而活載重則為設計條件，須由設計者自行決定。程式提供兩種支撐及角撐活載重 w_L 的輸入法：統一數值及各別輸入。選擇統一數值時，可在欄位右側輸入統一的活載重 w_L ，下方設計條件表格中各階支撐之 w_L 欄位底色呈現灰色，且顯示為同一個載重值；選擇各別輸入時，下方檢核表中各階支撐之 w_L 欄位底色呈現白色，使用者可分別輸入不同數值。

(6)短期容許應力提高因數 α

臨時性擋土壁及支撐系統之容許應力值，允許較規定之永久性構件容許應力值適度提高。參考建築物基礎構造設計規範， α 值通常可設為 1.25；惟經評估分析對建築物無不利影響者，可酌予提高。若因應不同的設計規範或特殊工程考量，亦可由設計者自行採用相應之數值。

(7)表格內的設計條件

No：支撐編號，唯讀欄位，由系統自動帶入。

$n \times$ 型鋼型號： n 為每路支撐支數， n 及型鋼型號皆由程式自動帶入，設計者亦可在此直接進行修改，修改後，系統會自動同步更新「施工設定」之細部內容，且分析所需之支撐勁度 R 亦會隨之相應調整。

D_s ：支撐中點深度， m 。 D_s 係由程式自動帶入，設計者亦可在此直接進行修改，系統會自動同步更新「施工設定」之細部內容。

F ：支撐預力， $tf/路$ 。 F 由程式自動帶入，設計者亦可在此直接進行修改，系統會自動同步更新「施工設定」之細部內容。

P_t ：支撐溫度力， $tf/支$ 。 P_t 由程式自動帶入預設值，設計者亦可

依設計需求自行修改。 P_t 為溫度變化引致之支撐荷重，實務上通常以經驗公式來估算，第 1 層支撐受日照影響較大，系統預設第 1 層支撐之 P_t 為 30 (tf/支)，第 2 層支撐以下之 P_t 為 15 (tf/支)。此外，理論上雖然可以材料溫度膨脹係數及溫度變化來計算 P_t ，但計算出來的數值會比實測經驗值大得多，因此通常不採用此方法。按下本欄位表頭左上三角形圖示可出現 P_t 輸入說明。

θ_s ：支撐角度，deg。 θ_s 代表支撐方向與擋土壁壁面法線之夾角，若支撐方向與擋土壁壁面斜交時，可分為水平向斜交及垂直向斜交，輸入格式為 $[\theta_{sh}, \theta_{sv}]$ 或 $[\theta_{sh} \ \theta_{sv}]$ ，其中 θ_{sh} 為支撐與擋土壁面正交之垂直面的夾角， θ_{sv} 為支撐及角撐平面與水平面的夾角。若為正交支撐， θ_s 可簡化輸入 0 代替 0,0，代表水平向夾角 θ_{sh} 及垂直向夾角 θ_{sv} 皆為 0° ；若為工作井水平向大斜撐， θ_s 可簡化輸入 45 代替 45,0，代表水平向夾角 θ_{sh} 為 45° ，垂直向夾角 θ_{sv} 為 0；若為斜坡開挖常見之斜向支撐，則無法簡化，須輸入 0,30，代表水平向夾角 θ_{sh} 為 0° ，垂直向夾角 θ_{sv} 為 30° 。 θ_s 由程式自動帶入，設計者亦可在此直接進行修改，系統會自動同步更新「施工設定」之細部內容。按下本欄位表頭左上三角形圖示可出現 θ_s 輸入說明。

K_x ：強軸有效長度係數，唯讀欄位，由系統設定為 1。與 K_x 相關的參數 L_{bx} 為支撐型鋼強軸無側撐長度，參考日本道路協會「道路土工假設構造物工指針」，支撐強軸有效束制需為接合中間柱或端點接合圍令，兩束制之間距即為 L_{bx} ，設計用挫屈長度為 $K_x L_{bx} = L_{bx}$ ，亦即 $K_x = 1$ 。按下本欄位表頭左上三角形圖示可出現 K_x 說明。

K_y ：弱軸有效長度係數。本欄由設計者依支撐接合條件自行輸入。與 K_y 相關的參數 L_{by} 為支撐型鋼弱軸無側撐長度，設計用挫屈長度為 $K_y L_{by}$ ，而 K_y 與支撐接合條件有關，請參考日本道路協會「道路土工假設構造物工指針」之建議決定 K_y 值，如圖 3.3.1-3 所示。按下本欄位表頭左上三角形圖示可出現 K_y 說明。

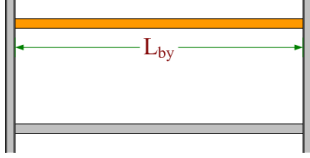
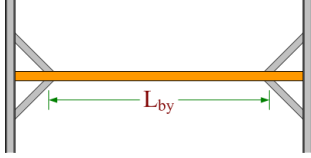
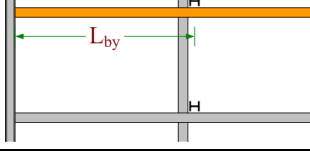
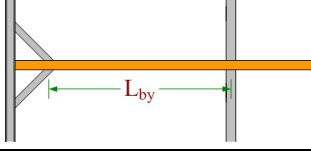
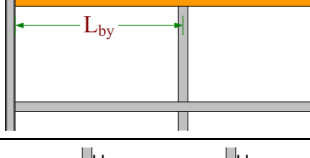
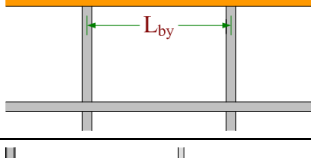
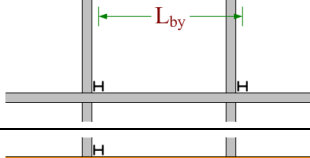
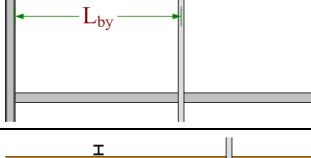
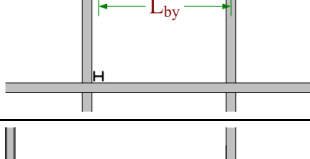
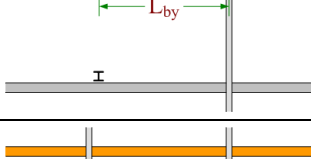
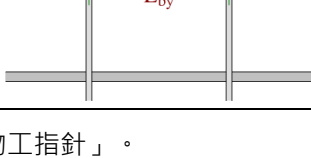
L_{bx} ：強軸無側撐長度，m。如果上方獨立輸入區的「強軸無側撐長度 L_{bx} 輸入法」選擇統一數值，則各階支撐的 L_{bx} 欄位底色

呈現灰色，且帶入統一設定值，無法各別輸入；如果選擇各別輸入，各階支撐的 L_{bx} 欄位底色呈現白色，可各別輸入或修改。

L_{by} ：弱軸無側撐長度，m。本欄位之操作與輸入機制皆與上述 L_{bx} 欄位相同。

w_L ：支撐及角撐之活載重，tf/m。本欄位之操作與輸入機制皆與上述 L_{bx} 欄位相同。

表 3.3.1-3 弱軸有效長度係數 K_y 建議表

接合條件		L_{by}	K_y	接合條件		L_{by}	K_y
A端	B端			A端	B端		
圍令	圍令		1	角撐	角撐		1
圍令	中間柱		1	角撐	正交支撐		1.5
圍令	正交支撐		1.5	正交支撐	正交支撐		1.5
中間柱	中間柱		1	圍令	水平繼材		2.5
中間柱	正交支撐		1.5	中間柱	水平繼材		2.5
角撐	中間柱		1	水平繼材	水平繼材		2.5

註：本表改繪自日本道路協会「道路土工仮設構造物工指針」。

3.3.2 簡易型鋼支撐檢核分析結果

分析結果之各項數值位於輔助設計下方表格的右側，皆為唯讀欄位。系統將於執行分析後自動填入，供設計者檢視與核對。各欄位數值之說明如下：

$n \times P$ ：每路支撐軸力，tf/路，唯讀欄位，由系統自動帶入。其中 n 為每路支撐之支數， P 代表單一支撐的軸壓力，XDO 所直接求出來的支撐軸力數值即為 $n \times P$ 。

P ：每支支撐軸力，tf/支，唯讀欄位，由系統自動帶入。進行支撐結構檢核時，系統即是採用此單支軸壓力數值進行計算。

R_{pr} ：支撐預力與最大分析軸力的比值，以百分比形式呈現，唯讀欄位，由系統自動帶入。如果施工過程中支撐軸力超出預測行為且不可預期地異常增加，倘支撐預力發展至最大分析軸力的過程中有足夠的餘裕，則可以提早因應改善，以免支撐軸力超過材料強度而破壞，因此在設計時通常會將 R_{pr} 控制在 50% 左右（約 45%~55%），如果分析結果偏離此值，建議調整預力值再重新設計。若有特殊的設計考量，則不以 50% 為限。如果分析出來的 R_{pr} 值超過 45%~55% 的常規範圍，該欄位數字將會顯示為橘色，以主動提醒設計者。

$P+P_t$ ：支撐軸力+溫度力，tf/支，唯讀欄位，由系統自動帶入。此綜合數值用於與容許支撐軸力 P_a 進行比較檢核。

P_a ：容許支撐軸力，tf/支，唯讀欄位，由系統自動帶入。本數值與型鋼之斷面性質、有效挫屈長度 $K_x L_{bx}$ 及 $K_y L_{by}$ 、短期容許應力提高因數 α 、鋼材降伏強度 F_y 與楊氏模數 E 、支撐所承受之彎矩 M_x 及 M_y ...等有關。

檢核結果：唯讀欄位，由系統自動帶入。當滿足 $P+P_t \leq P_a$ 時，本欄顯示為 OK；否則，系統將顯示為 NG，以提示該階支撐強度超出容許範圍。

3.4 進階分析設定

如圖 3-2 所示，進階分析設定位在 XDO 圖形使用者介面的最下方，以下分項介紹各項輸入條件。

(1) 主、被動土壓力計算方法

程式提供 Padfield & Mair 及 RIDO 兩種土壓力計算法，相關理論請見 5.6 節說明。選擇 Padfield & Mair 土壓力計算法時，土壤參數表以及 SOI 或 BAC 指令之土壤參數需要輸入牆/土凝聚力比 c_w/c ；選擇 RIDO 土壓力計算法時則不需要輸入 c_w/c 。

(2) SUB 超載轉換水平荷重之處理法

SUB 指令依 Boussinesq 公式換為水平荷重 S_h 後，程式提供兩種計算方式：視為外加水平荷重及視為垂直土壓力的一部分。選擇視為外加水平荷重時，側向土壓力直接加入 S_h ，無關側向土壓力係數，等同於傳統 RIDO 程式輸入檔之 *A* 標頭功能；選擇視為垂直土壓力的一部分時，垂直土壓力增加 $2S_h$ (S_h 的 2 倍)，側向土壓力再由垂直土壓力依當時的狀態乘上相對應的側向土壓力係數計算。相關理論請見 5.9 節說明。

(3) k_h 與深度關係

地盤反力係數（土壤彈簧）為土壤承受應力與變形量的比值，程式提供定值及隨深度增加兩種選項。一般的分析時通常將地盤反力係數設為定值，但如果選擇地盤反力係數隨深度增加時，則土壤參數表以及 SOI 或 BAC 指令之土壤參數需要輸入反力係數增量比 k_{hp} 及垂直應力分量係數 C_v 。相關理論請見 5.12 節說明。

(4) RC 設計規範

RC 設計規範將影響擋土壁（連續壁、排樁、擋土柱）之楊氏模數計算。在 TWN-USD112 中，規定 $E=120,000\sqrt{f'_c}$ tf/m²，在 TWN-USD110 之前規定， $E=150,000\sqrt{f'_c}$ tf/m²。過去台灣工程界採用的擋土壁勁度折減係數 ϕ 一般約為 0.5~0.7，其值乃立基在 $E=150,000\sqrt{f'_c}$ 的計算準測之下，若採用 TWN-USD112 規範較低的楊氏模數時，或許可以提高勁度折減係數 ϕ ，較能符合過去的使用經驗。當調整 RC 設計規範選項導致楊氏模數不同時，進而使擋土壁勁度 R 隨之改變時，相關參數

設定將由系統自動同步更新。

(5)鋼結構設計規範

調整鋼結構設計規範將影響容許支撐軸力 P_a 。本欄位在勾選「簡易型鋼支撐檢核」後才會出現。

(6)鋼材標稱降伏強度 F_y

鋼材標稱降伏強度將影響容許支撐軸力 P_a 。本欄位在勾選「簡易型鋼支撐檢核」後才會出現。

(7)鋼材楊氏模數 E

鋼材楊氏模數將影響容許支撐軸力、支撐勁度及擋土壁勁度（鋼板樁、鋼軌樁、型鋼）。當調整鋼材楊氏模數導致相關參數變動時，「施工設定」細部內容及其他相關參數設定將由系統自動同步更新。

(8)各階分析結果之底圖

本功能用於設定計算書中各階分析結果之底圖顯示樣式。選擇「顯示開挖情況及地層」時，計算書各階分析結果之底圖含有開挖面形狀輪廓、位置及地層分界線，如圖 3.4-1 所示；未選擇「顯示開挖情況及地層」時，底圖則呈現留白。

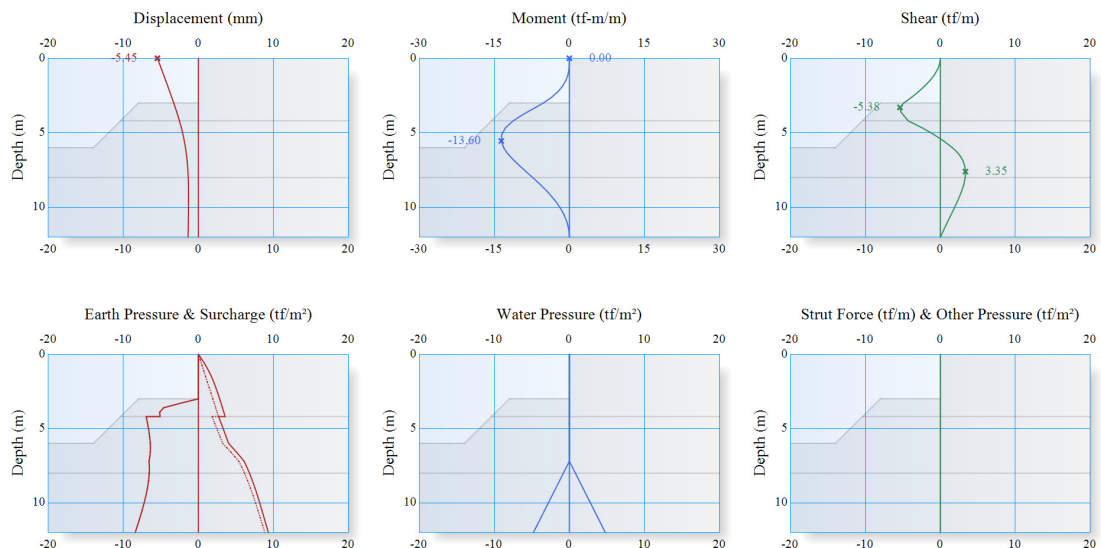


圖 3.4-1 計算書各階分析結果之底圖顯示開挖情況及地層

3.5 其他設定

包括「設計資訊」以及「計算書設定」，如圖 3.5-1 所示。「設計資訊」僅提供使用者註記，輸入資料與分析計算結果無關，說明如下：

(1)計畫名稱

註記計畫名稱，輸入資料會列在 .RIO 檔第一列之標題。

(2)計畫編號

註記計畫編號。

(3)設計人員

註記設計人員。

(4)設計說明

可註記設計相關條件。

「計算書設定」用來設定計算書輸出檔名以及 Excel 計算書呈現之標題，輸入資料與分析計算結果無關，說明如下：

(1)計算書輸出檔名

選用使用預設檔名時，檔案命名方式如下：

計算書：CATii.XDO-[UserID]-[Date]-[Time].xls

輸入檔：CATii.XDO-[UserID]-[Date]-[Time].RIO

選用使用自訂檔名時，則由使用者自行命名。

(2)計算書標題設定

如圖 3.5-2 所示為 Excel 計算書中之標題，選用不使用標題時，計畫名稱及主題不會顯示；選用使用預設標題時，計畫名稱在前述「設計資訊」裡設定，主題預設為 [XDO 開挖擋土分析設計]；選用使用自訂標題時，則由使用者自行輸入。


設計資訊

計畫名稱	TEST CASE
計畫編號	PJ-1234567
設計人員	工程師A
設計說明	常時狀態


計算書設定

計算書輸出檔名	☐ 使用預設檔名 ☒ 使用自訂檔名 輸出檔名 CASE-1 .xls
計算書標題設定	☐ 不使用標題 ☒ 使用預設標題 ☐ 使用自訂標題 計畫名稱 主 題

圖 3.5-1 設計資訊以及計算書設定



圖 3.5-2 計算書標題設定

3.6 輸入文字檔 (.RIO)

依前述章節介紹，在 XDO 輸入分析條件後，程式內部計算時先自動轉換成與傳統 RIDO 程式相容的 .RIO 文字檔，程式再讀取 .RIO 檔進行分析。而使用者按下「儲存檔案」後，亦可下載 .RIO 輸入檔至使用者電腦端。 .RIO 文字輸入檔如圖 3.6-1 所示，其文字資料分為 A、B、C 三大群組，所有的文字檔指令列於表 3.6-1。

(1) A 群組：基本資料

本群組可再分為 A1~A3，依序為 A1：標題及設定選項；A2：擋土壁體參數；A3：地層材料性質、初始地下水位、最大分析元素長度。傳統 RIDO 程式的 A1 設定選項還有更多選擇，但在 XDO 中只保留 *A* 標頭選項，其他設定多為計算書文字輸出格式設定，因 XDO 採 Excel 檔輸出，其他設定在 XDO 中不具意義。A1 標題可在「設計資訊」的「計畫名稱」中輸入，請見 3.5 節說明。

(2) B 群組：施工指令

包括：水壓設定、開挖、支撐、超載、地改、回填、施加外力、邊界條件...等。每個施工階段結束時 XDO 均自動填入 CAL 指令，代表計算分析；所有施工階段完成時，XDO 自動填入 END 指令，代表結束計算。

(3) C 群組：後處理指令

本群組為分析完成後之分析成果文字檔輸出後處理指令，除少數指令外，其他指令一般來說不太常用，XDO 僅自動填入 EVP、STA、STOP。其中 EVP 為 RIDO 產生最大彎矩及剪力包絡線資料檔 .EVP 之用，STA 為統計最大彎矩、剪力及支撐軸力之用，STOP 代表結束文字指令輸入。這三個指令僅在 RIDO 中有作用，因 XDO 不需額外設定皆會提供最大彎矩、剪力及支撐軸力資料，此三指令在 XDO 中皆無意義，僅方便使用者改用傳統 RIDO 程式讀取 .RIO 文字輸入檔之用。

在各資料行中，以 * 字元開頭者代表該行為註解，以 *XDO 字元開頭者代表該行為 XDO 之 GUI 所需資料，* 字元開頭或 *XDO 字元開頭之資料行皆不會納入傳統 RIDO 程式之核心進行運算。熟悉 .RIO 文字檔格式的使用者亦可自行以文書軟體編輯輸入檔，再餵給 XDO 執行，表 3.6-1 所列为英語版指令，XDO 亦支援 RIDO 法文版指令。



圖 3.6-1 XDO 自動產生的 .RIO 文字輸入檔

表 3.6-1 .RIO 檔指令列表

群組	指令	指令語法	簡易說明
A	A1	-	輸入文字
	A2	-	標題及說明
	A3	Z_1 Z_2 R	地表 壁底深度・勁度
		Z_1 Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h k_{hp} C_v D_w S_{max}	地層頂深度 地層底深度及參數 初始水位・元素最大長度
B	WAT	WAT(n) Z	設定水位
		WAT(n) Z u_a	設定水壓點
		WAT(n,1) Z u_a u_b	設定不連續水壓點
	EXC	EXC(n) Z_1	開挖
		EXC(n) Z_1 Z_2 A B	土堤開挖
	STR	STR(k) Z S θ F R	設置支撐/樓板
		STR(0,num)	拆除支撐/樓板
		STR(0,num) F	調整預力
	SUC	SUC(n) Q	均布超載 (Caquot)
	SUB	SUB(n) Z A B Q	超載取代 (Boussinesq)
		SUB(n,1) Z A B Q C_s	超載疊加 (Boussinesq)
		SUB(n)	刪除所有 SUB 超載
	SUG	SUG(n) Z A α β Q	超載取代 (Graux)
		SUG(n,1) Z A α β Q	超載疊加 (Graux)
		SUG(n)	刪除所有 SUG 超載
	SOI	SOI(n) Z_1 Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h k_{hp} C_v	地改 (一般)
		SOI(n) Z_1 K_i OCR Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h k_{hp} C_v	地改 (設定初始側壓力)
	BAC	BAC(n) Z_1 Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h k_{hp} C_v	回填 (一般)
		BAC(n) Z_1 K_i OCR Z_2 γ_t γ' K_a K_o K_p c ϕ D_a D_p k_h k_{hp} C_v	回填 (設定初始側壓力)
	LOA	LOA Z_1 Z_2 Q_1 Q_2	施加水平應力
	CFM	CFM Z F M	施加载重或彎矩
	LIM	LIM(s,t)	擋土壁束制條件
	COE	COE Z_1 Z_2 C_o C_B	土壓/水壓/超載折減
	AIN	AIN R	新增擋土壁 (複牆)
	INE	INE R	調整擋土壁勁度
	CAL	CAL(n)	計算分析
	END	END	結束計算
C	EVP	EVP	產生 M、V 包絡線資料檔
	STA	STA	統計 M、V 及 P_s
	STOP	STOP	結束文字指令輸入

註：(1)群組命名及指令名稱依循 RIDO 程式設定。

(2)指令詳細說明請見 3.1、3.2、3.6 節內文。

四 · XDO 計算書

XDO 的輸出計算書為 Excel 格式，方便使用者擷取分析結果，進行其他可能的後處理計算。計算書範例請見附錄，計算書分為 6 個工作表 (Sheet)：綜合分析結果、各階分析結果、彈簧應力與變位、輸入指令、資訊、符號，請見以下說明。

4.1 綜合分析結果

請見附錄計算書範例，綜合分析結果綜合整理各施工階段的壁體變位、彎矩、剪力圖示與分析最大值、最小值，以及各施工階段的支撐軸力，相關分析設定條件亦列於其中。使用者在進行擋土壁設計或支撐設計時，可直接擷取本工作表之分析數值 (壁體剪力、彎矩、支撐軸力) 進行後處理計算。

4.2 各階分析結果

各階分析結果分別繪製出各施工階段的壁體變位圖、彎矩圖、剪力圖、土壤應力及超載圖、水壓力圖示與支撐力及其他應力圖，及列出各施工階段各節點深度的變位 X 、彎矩 M 、剪力 V 、外加應力 q 、土壤狀態、土壓力 σ 、水壓力 u 、土壤彈簧勁度 k_h 以及支撐軸力 P_s 。如圖 4.2-1 所示，在土壤應力及超載圖中，虛線代表純土壤應力 σ_s ，實線代表土壤應力與超載應力的總和 $\sigma=\sigma_s+\sigma_q$ 。圖 4.2-1 底圖含有開挖面形狀輪廓、位置及地層分界線，如果在「進階分析設定」中取消「顯示開挖情況及地層」，底圖則呈現留白，設定細節請見 3.4 節說明。

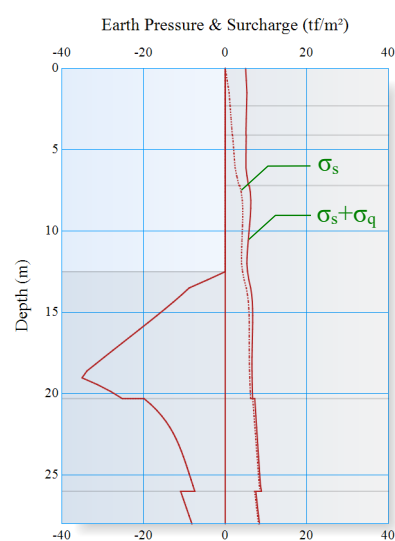


圖 4.2-1 土壤應力及超載

此外，如果採用 AIN 指令時，各階分析結果亦列出主牆及複牆之分配彎矩 M_{pri} 與 M_{att} ，以及分配剪力 V_{pri} 與 V_{att} ，彎矩圖及剪力圖亦繪出分配後的彎矩及剪力，如圖 4.2-2 所示，虛線位置代表主牆的彎矩或剪力。

各階分析結果的最下方列出 SOIL 1 及 SOIL 2 的被動土壓力發揮比，如圖 4.2-3 所示。其中 F_m 為已發揮的土壓總力（ σ 與深度之積分）， F_p 為極限被動土壓總力（ σ_p 與深度之積分），由於理論上 $\sigma \leq \sigma_p$ ，故被動土壓力發揮比 $F_m/F_p \leq 1$ 。如果 F_m/F_p 數值過大（大於 0.75~0.9，依地層種類及分布而異），代表該區段大部分地層已發揮之側向土壓力 σ 已經逼近 σ_p （塑性破壞），若此時擋土壁底部之變位有明顯加大或向開挖區內推出之趨勢，設計者宜特別注意，並評估是否需要調整設計方案。

注意，研判 F_m/F_p 是否過大，應視地層種類及空間分布而異，例如，倘厚軟弱黏土層下方有堅硬岩盤，且連續壁貫入岩盤之中，此時研判 F_m/F_p 的標準可能需要放寬（提高基準），因為設計實務上岩盤的參數偏向保守（低估岩盤的參數）。因此，建議把 F_m/F_p 視為設計者確認設計方案適切性的輔助指標，而非評定整體開挖安全與否的唯一標準。

LEVEL	PRINCIPAL WALL & ATTACHED WALL					
	M	M _{pri}	M _{att}	V	V _{pri}	V _{att}
(m)	(tf-m/m)	(tf-m/m)	(tf-m/m)	(tf/m)	(tf/m)	(tf/m)
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.425	0.61	0.39	0.22	-1.63	-1.05	-0.58
0.850	0.29	0.19	0.11	-4.37	-2.80	-1.56
1.275	-1.33	-0.85	-0.48	-7.59	-4.87	-2.72
1.700	-4.31	-2.77	-1.54	-10.73	-6.89	-3.84
1.800	-5.20	-3.34	-1.86	-11.34	-7.28	-4.06
2.100	-8.22	-5.28	-2.94	-13.17	-8.46	-4.72
2.400	-11.80	-7.58	-4.23	-15.00	-9.63	-5.37
2.700	-15.92	-10.22	-5.70	-16.81	-10.79	-6.02
3.000	-20.59	-13.22	-7.37	-18.62	-11.95	-6.67
3.325	-26.26	-16.86	-9.40	-20.60	-13.22	-7.37
3.650	-32.58	-20.91	-11.67	-22.63	-14.53	-8.10
3.975	-39.57	-25.40	-14.17	-24.72	-15.87	-8.85
4.300	-47.25	-30.33	-16.92	-26.90	-17.27	-9.63
	-47.25	-30.33	-16.92	-18.67	-11.98	-6.68
4.600	-52.52	-33.71	-18.80	-20.75	-13.32	-7.43
4.900	-58.42	-37.50	-20.92	-22.92	-14.71	-8.21
5.368	-68.94	-44.25	-24.68	-26.47	-16.99	-9.48
5.835	-81.17	-52.11	-29.07	-30.24	-19.41	-10.83

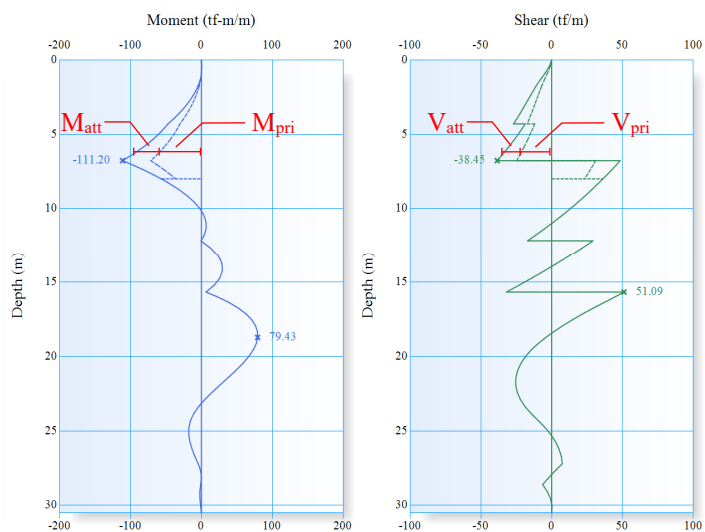


圖 4.2-2 主牆及複牆分配彎矩及剪力表與圖

XDO 被動土壓力發揮比

PHASE	SOIL 1			SOIL 2			Remark
	F _m (tf/m)	F _p (tf/m)	F _m /F _p	F _m (tf/m)	F _p (tf/m)	F _m /F _p	
1	-	-	-	-	-	-	N/A for Cantilever State
2	180.75	1362.82	0.13	186.09	1963.73	0.09	-
3	238.83	1013.97	0.24	139.18	1963.73	0.07	-
4	234.89	1013.97	0.23	154.74	1963.73	0.08	-
5	245.98	652.30	0.38	134.68	1963.73	0.07	-
6	242.65	652.30	0.37	150.33	1963.73	0.08	-
7	249.09	395.08	0.63	138.13	1971.35	0.07	-
8	249.09	395.08	0.63	138.13	1971.35	0.07	-
9	246.19	395.08	0.62	139.34	1971.35	0.07	-
10	246.19	395.08	0.62	139.34	1971.35	0.07	-
11	245.02	395.08	0.62	135.85	1971.35	0.07	-
12	245.02	395.08	0.62	135.85	1971.35	0.07	-
13	245.29	395.08	0.62	137.34	1971.35	0.07	-

圖 4.2-3 被動土壓力發揮比

4.3 彈簧應力與變位

本工作表列出所有施工階段各節點深度的土壤彈簧的應力及變位狀態，包括：土壤彈塑性狀態、土壤應力及超載應力總合 σ 、土壤應力 σ_s 、超載應力 σ_q 、主動土壓力時之變形量 X_a 、被動土壓力時之變形量 X_p 、主動土壓力 σ_a 、被動土壓力 σ_p 及土壤彈簧係數 k_h 。相關的應力、變位與彈塑性狀態定義，除顯示於計算書外，亦可參閱圖 5.3-2 或第 5.3 節之詳細說明。此外，各階支撐彈簧的應力與變位狀態亦同步彙整於本表中。

傳統 RIDO 程式如果在輸入檔加入 *E* 標頭，其計算書 .LST 檔將額外列出各施工階段在各深度土壤彈簧的極限主動土壓力及被動土壓力。使用者可將其與本工作表輸出的 σ_a 及 σ_p 進行交叉比對，以進一步研究比較兩種程式分析結果之差異。

4.4 輸入指令

本工作表直接列出 .RIO 文字輸入檔內容，使用者製作深開挖設計計算書時可將本工作表一併列印，不必再另外開啟 .RIO 輸入檔進行列印。

4.5 資訊

本工作表列出使用者於「設計資訊」註記的內容，「設計資訊」輸入請見 3.5 節說明。本工作表並非深開挖設計計算書必要內容，使用者可視情況決定是否輸出。

4.6 符號

本工作表列出計算書中所有符號說明。本工作表並非深開挖設計計算書必要內容，使用者可視情況決定是否輸出。

五 · XDO 理論背景

5.1 彈塑性基礎梁模型

XDO 係利用彈塑性基礎梁模型模擬開挖施工之各項元件及工序，將擋土壁視為彈性梁，土壤及支撐視為彈簧，並考慮土壤彈塑性行為，開挖、降水、支撐、超載等施工步驟產生作用力後，再以有限元素法解出擋土壁之變位、剪力、彎矩，土壤之變位、應力，以及支撐軸力。彈塑性基礎梁模型請見圖 5.1-1。

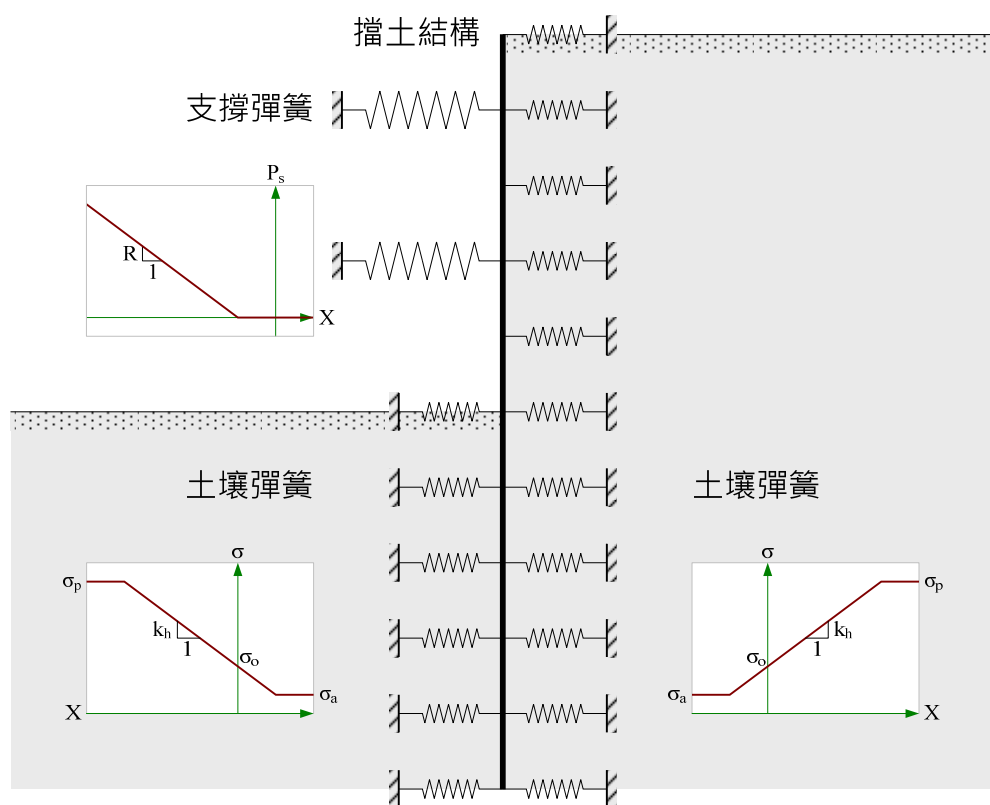


圖 5.1-1 XDO 彈塑性基礎梁模型

5.2 有限元素法

XDO 將擋土壁彈性梁切割為若干梁元素，元素上下皆為節點，兩側土壤皆為彈簧，每個節點都有側向變位及傾角兩個自由度，兩側不平衡之土壓力、水壓力及其他外應力轉換成等值節點力，如圖 5.2-1 所示。

單一梁元素之壁體勁度矩陣 $[K_b]$ 如公式 5.2.1 所示，左側及右側土壤彈簧勁度矩陣 $[K_{r1}]$ 及 $[K_{r2}]$ 如公式 5.2.2 及 5.2.3 所示，再將壁體勁度矩陣及土壤彈簧勁度矩陣加起來即為梁元素勁度矩陣 $[K_e]$ ，如公式 5.2.4 所示。

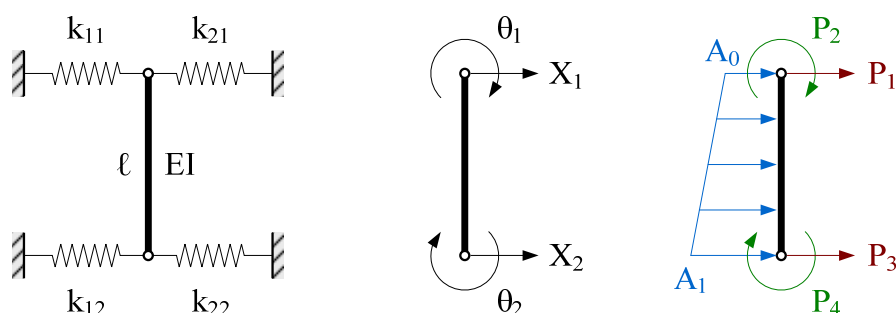


圖 5.2-1 梁元素、自由度及等值節點力

$$[K_b] = \begin{bmatrix} \frac{12EI}{\ell^3} & \frac{-6EI}{\ell^2} & \frac{-12EI}{\ell^3} & \frac{-6EI}{\ell^2} \\ \frac{-6EI}{\ell^2} & \frac{4EI}{\ell} & \frac{6EI}{\ell^2} & \frac{2EI}{\ell} \\ \frac{-12EI}{\ell^3} & \frac{6EI}{\ell^2} & \frac{12EI}{\ell^3} & \frac{6EI}{\ell^2} \\ \frac{-6EI}{\ell^2} & \frac{2EI}{\ell} & \frac{6EI}{\ell^2} & \frac{4EI}{\ell} \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5.2.1)$$

$$[K_{r1}] = \frac{1}{420} \begin{bmatrix} 156k_{11}\ell & -22k_{11}\ell^2 & 54k_{12}\ell & 13k_{12}\ell^2 \\ -22k_{11}\ell^2 & 4k_{11}\ell^3 & -13k_{12}\ell^2 & -3k_{12}\ell^3 \\ 54k_{11}\ell & -13k_{11}\ell^2 & 156k_{12}\ell & 22k_{12}\ell^2 \\ 13k_{11}\ell^2 & -3k_{11}\ell^3 & 22k_{12}\ell^2 & 4k_{12}\ell^3 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5.2.2)$$

$$[K_{r2}] = \frac{1}{420} \begin{bmatrix} 156k_{21}\ell & -22k_{21}\ell^2 & 54k_{22}\ell & 13k_{22}\ell^2 \\ -22k_{21}\ell^2 & 4k_{21}\ell^3 & -13k_{22}\ell^2 & -3k_{22}\ell^3 \\ 54k_{21}\ell & -13k_{21}\ell^2 & 156k_{22}\ell & 22k_{22}\ell^2 \\ 13k_{21}\ell^2 & -3k_{21}\ell^3 & 22k_{22}\ell^2 & 4k_{22}\ell^3 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5.2.3)$$

$$[K_e] = [K_b] + [K_{r1}] + [K_{r2}] \dots\dots\dots (5.2.4)$$

圖 5.2-1 中間圖示代表梁之自由度， X_1 、 X_2 代表上下節點之側向變位， θ_1 、 θ_2 代表上下節點之傾角，此時可建立單一梁元素的自由度矩陣 $[q_e]$ ，如公式 5.2.5 所示。

$$q_e = \begin{bmatrix} X_1 \\ \theta_1 \\ X_2 \\ \theta_2 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5.2.5)$$

圖 5.2-1 右側圖示之梯形代表作用於梁元素之淨應力（包括：兩側不平衡之土壓力、水壓力及其他外應力），可依公式 5.2.6~5.2.9 轉換成等值節點力，其中 P_1 、 P_3 代表 X_1 、 X_2 之等值節點力， P_2 、 P_4 代表 θ_1 、 θ_2 之等值節點力，此時可建立單一梁元素的等值節點力矩陣 $[P_e]$ ，如公式 5.2.10 所示。

$$P_1 = \left(\frac{7}{20} A_0 + \frac{3}{20} A_1 \right) \cdot \ell \dots\dots\dots (5.2.6)$$

$$P_2 = - \left(\frac{1}{20} A_0 + \frac{1}{30} A_1 \right) \cdot \ell^2 \dots\dots\dots (5.2.7)$$

$$P_3 = \left(\frac{3}{20} A_0 + \frac{7}{20} A_1 \right) \cdot \ell \dots\dots\dots (5.2.8)$$

$$P_4 = \left(\frac{1}{30} A_0 + \frac{1}{20} A_1 \right) \cdot \ell^2 \dots\dots\dots (5.2.9)$$

$$P_e = \begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ P_3 \\ P_4 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (5.2.10)$$

將每個梁元素的勁度矩陣 $[K_e]$ 、等值節點力矩陣 $[P_e]$ 及自由度矩陣 $[q_e]$ 依上、下節點關係加總組合起來，即可建立全梁的總體勁度矩陣 $[K]$ 、總體節點力矩陣 $[P]$ 以及總體自由度矩陣 $[q]$ ，再依虎克定律可以得到公式 5.2.11 的關係式，其中 $[K]$ 及 $[P]$ 都是已知條件，再依公式 5.2.12 可解出 $[q]$ 並得到各節點的變位 X 及傾角 θ 。

$$[K] \cdot [q] = [P] \dots\dots\dots (5.2.11)$$

$$[q] = [K]^{-1} \cdot [P] \dots\dots\dots (5.2.12)$$

公式 5.2.11 及 5.2.12 未包含支撐彈簧及施加預力等相關條件，僅能代表開挖前之狀態。將施加支撐預力階段設定為支撐預力矩陣 $[P_s]$ ，預力完之後的施工階段設定為支撐勁度矩陣 $[K_s]$ ，可修正為公式 5.2.13 及 5.2.14。

$$\{[K] + [K_s]\} \cdot [q] = \{[P] + [P_s]\} \dots\dots\dots (5.2.13)$$

$$[q] = \{[K] + [K_s]\}^{-1} \cdot \{[P] + [P_s]\} \dots\dots\dots (5.2.14)$$

分析過程中，若有設定其他外加節點力（節點彎矩、剪力）或邊界條件時（節點限制位移、傾角），可設定外加節點力矩陣 $[P_x]$ 及邊界條件勁度矩陣 $[K_x]$ ，公式 5.2.13 及 5.2.14 再修正為公式 5.2.15 及 5.2.16。

$$\{[K] + [K_s] + [K_x]\} \cdot [q] = \{[P] + [P_s] + [P_x]\} \dots\dots\dots (5.2.15)$$

$$[q] = \{[K] + [K_s] + [K_x]\}^{-1} \cdot \{[P] + [P_s] + [P_x]\} \dots\dots\dots (5.2.16)$$

解出 $[q]$ 後可得到各節點的變位 X 及傾角 θ ，將變位 X 代入各土壤彈簧之應力變位關係及支撐彈簧之軸力變位關係，可解出側向土壓力及支撐力，依力學原理將土壓力、水壓力、支撐力及其他外加節點力代入即可解出擋土結構各節點位置之剪力 V 及彎矩 M 。各物理量正負號代表的方向請見圖 5.2-2。

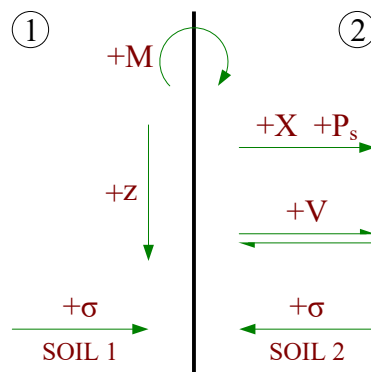


圖 5.2-2 物理量正負號代表之方向

5.3 土壤彈簧

XDO 之土壤彈簧採完全彈塑性模式，如圖 5.3-1，土壤尚未變形時之初始應力為靜止土壓力 σ_o ，加壓至被動土壓力 σ_p 或解壓至主動土壓力 σ_a 之後，則進入塑性狀態，於彈性階段的應力與變位斜率即為土壤彈簧勁度 k_h 。

如圖 5.3-2 所示，達主動土壓力 σ_a 與被動土壓力 σ_p 時所對應的土壤變位分別為 X_a 及 X_p ，凝聚力較大的土壤其主動土壓力可能小於零，此時牆/土間之壓力最小值取零，土壤彈塑性狀態定義亦示於圖中，STATE 1：主動態，STATE 2：彈態，STATE 3：被動態，STATE -1：牆土分離。

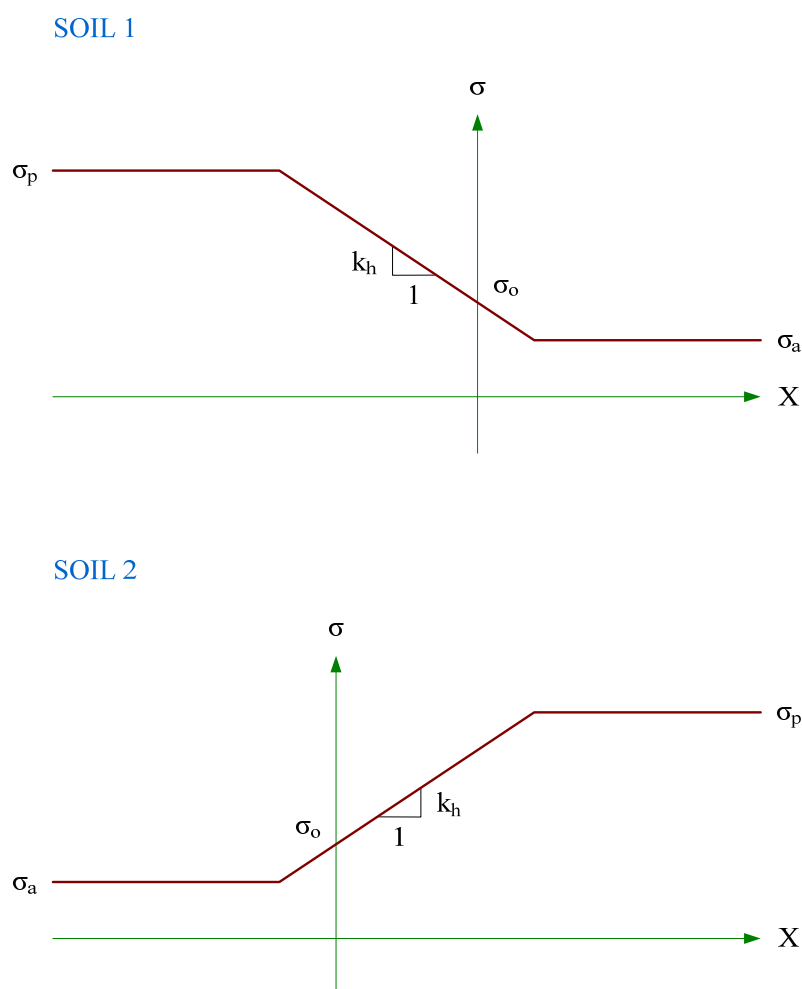
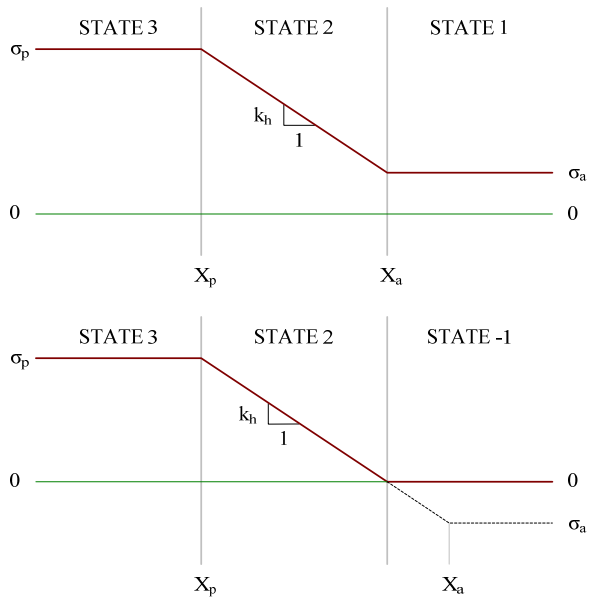


圖 5.3-1 土壤彈簧之應力與變位關係

SOIL 1



SOIL 2

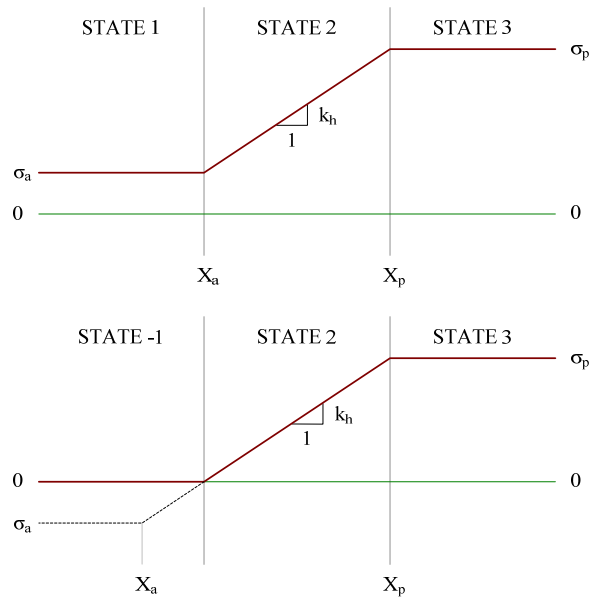


圖 5.3-2 土壤彈簧之應力、變位與彈塑性狀態定義

前述 5.2 節有限元素法採用的土壤彈簧勁度矩陣 $[K_{r1}]$ 及 $[K_{r2}]$ 乃為線彈性，如圖 5.3-3 所示，當土壤彈簧由彈性態進入塑性態（A 至 B）時即無法滿足線彈性之條件，XDO 於分析時反覆迭代計算等值勁度 k_h' 以模擬土壤的塑性行為，使最終的分析點 B 能滿足土壤彈簧的應力變形關係。當土壤彈簧在塑性態之間移動時（B 至 C），此時等值勁度 k_h' 等於零。

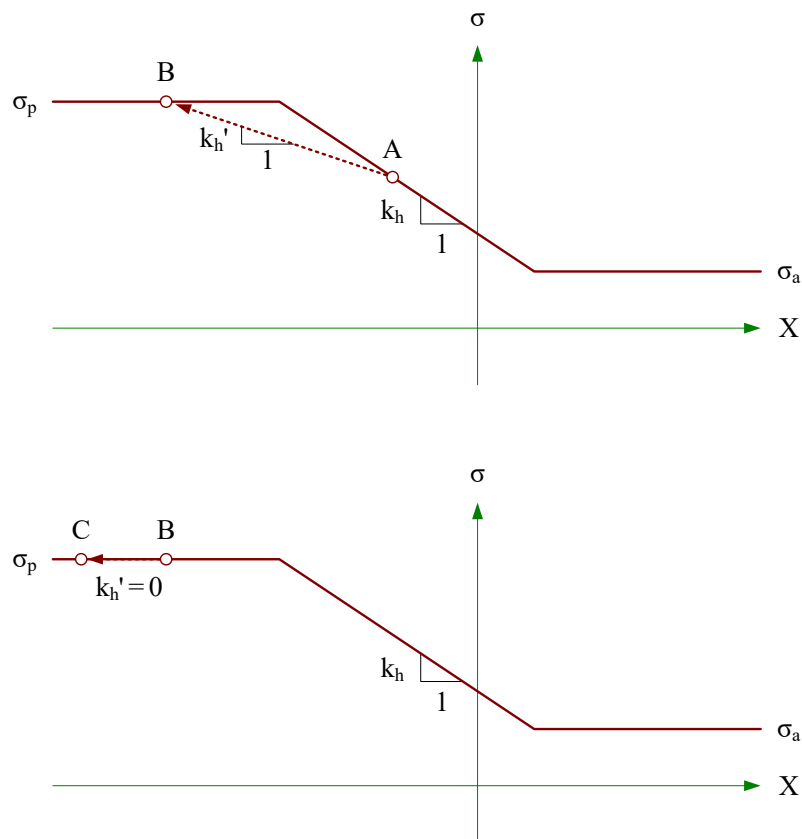


圖 5.3-3 土壤彈簧達到塑性時的等值勁度

如圖 5.3-4 所示，當土壤彈簧於被動塑性狀態再解壓時（例如：拆除支撐、另一側土壤開挖），其應力變形路徑為 A，當土壤彈簧於主動塑性狀態再加壓時（例如：加載支撐預力），其應力變形路徑為 B，上述兩種行為之塑性臨界變位 X_a 及 X_p 皆需重新定義。

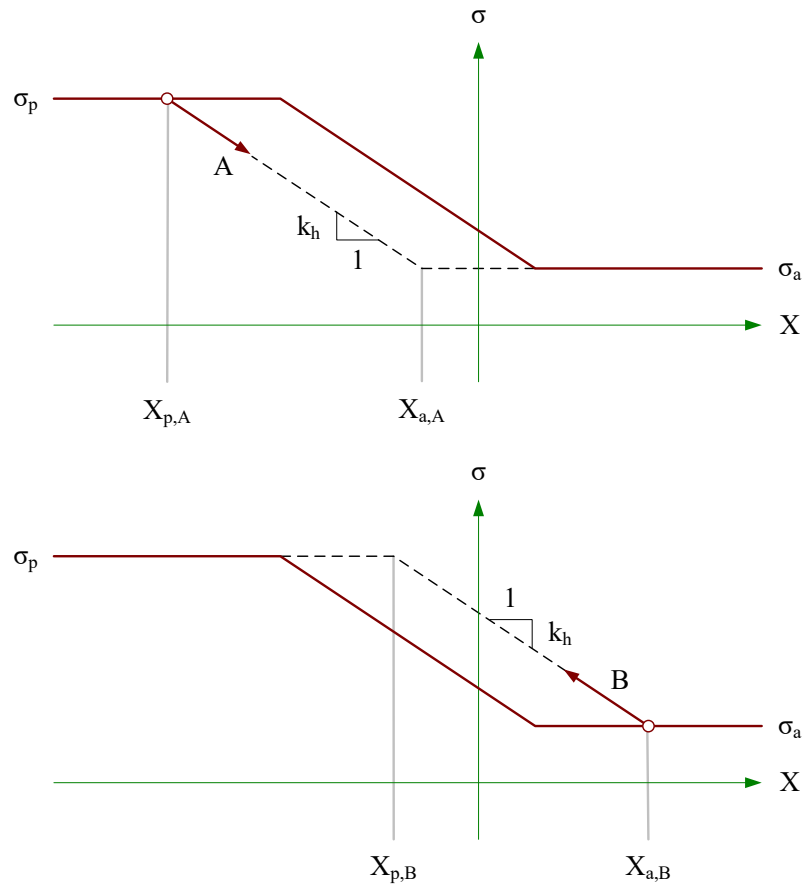


圖 5.3-4 土壤彈簧達塑性再返回彈性段之應力路徑

如圖 5.3-5 上側所示，當土壤彈簧上覆地層開挖時覆土應力減少，土壤彈簧之應力與變形關係曲線需重新計算，主、被動土壓力由 σ_{a1} 及 σ_{p1} 移動減少至 σ_{a2} 及 σ_{p2} ，塑性臨界變位 X_a 及 X_p 亦需重新定義。上覆地層開挖前原本的應力及變位狀態為 A_1 點，開挖後且未重新計算前之位移尚未改變，其應力及變位初始狀態移動至 A_2 點（位移不變但應力減少），經計算分析後擋土壁位移向左，應力及變位最終狀態移動至 B 點。

圖 5.3-5 下側所示為土壤彈簧上方回填，主、被動土壓力由 σ_{a1} 及 σ_{p1} 移動增加至 σ_{a2} 及 σ_{p2} ，塑性臨界變位 X_a 及 X_p 需重新定義。回填之前原本的應力及變位狀態為 A_1 點，回填後且未重新計算前之位移尚未改變，其應力及變位初始狀態移動至 A_2 點（位移不變但應力增加），經計算分析後擋土壁位移向右，應力及變位最終狀態移動至 B 點。

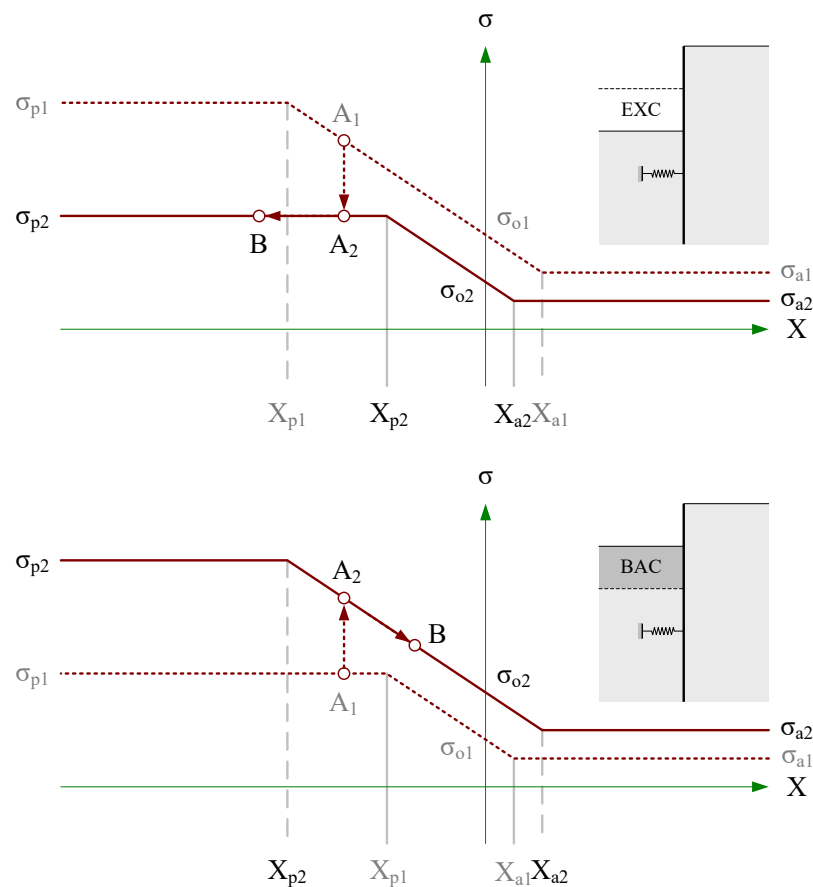


圖 5.3-5 土壤彈簧上覆地層開挖解壓及回填加載後之應力及變位調整

5.4 支撐彈簧

XDO 之支撐彈簧有三種類型，其軸力與節點變位關係如圖 5.4-1 所示，其中參數 k 代表連結模式，各別說明如下。

(1) $k=0$

$k=0$ 代表雙向連結。除非支撐連結方式特殊，實務上絕大部分的支撐都不會是 $k=0$ 。

(2) $k=1$ ，開挖 2 側（右側）採用

$k=1$ 為單向連結，代表支撐施預力時向左頂（1 側），預力完成之後，如果節點位移往右則軸力增加，如果節點位移往左直至軸力消失則連結失效，壁體與支撐分離。

(3) $k=2$ ，開挖 1 側（左側）採用

$k=2$ 為單向連結，代表支撐施預力時向右頂（2 側），預力完成之後，如果節點位移往左則軸力增加，如果節點位移往右直至軸力消失則連結失效，壁體與支撐分離。

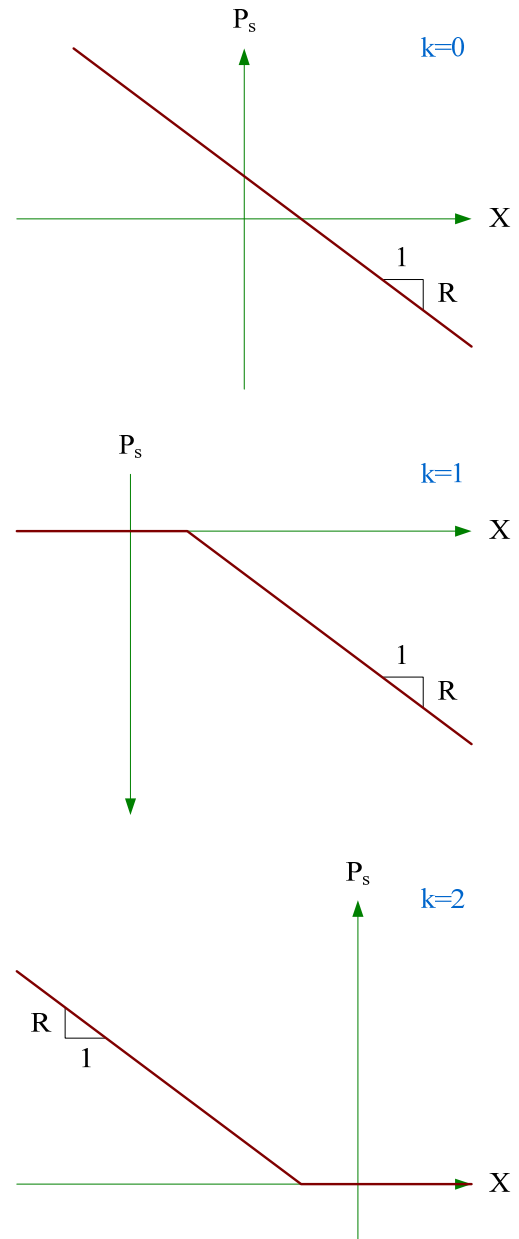


圖 5.4-1

支撐彈簧之軸力與變位關係

5.5 有效應力法、總應力法與土壤強度參數

有效應力為土壤力學中最重要的基礎理論，使用 XDO 時建議需對土壤的有效應力法及總應力法有清楚的觀念，以免誤用。為節省篇幅，以下僅概略說明其原理及觀念，如果使用者尚有不清楚之處，或需要較嚴謹的說明，建議再自行研讀土壤力學教科書。

土壤結構由土壤顆粒及空隙所組成，空隙中可能充入地下水，土壤的整體接觸壓力（總應力）為 σ ，土壤顆粒的接觸壓力（有效應力）為 σ' ，孔隙水壓力為 u ，其關係式為 $\sigma = \sigma' + u$ 。水無法承受剪力，因此土壤之間的剪力強度 τ_f 由土壤顆粒之間的接觸壓力 σ' 所控制，依 Mohr-Coulomb 理論，剪力強度可由下式表示：

$$\tau_f = c' + \sigma' \times \tan \phi' \dots\dots\dots (5.5-1)$$

水的統體模數（Bulk Modulus）相當大，土壤承受外力 f 之瞬間，土壤中的水體承受絕大部分的外力，孔隙水壓上升（ $\Delta u = f$ ），孔隙水壓隨著時間消散之後，轉變為土壤顆粒承受所有的外力（ $\Delta \sigma' = f$ ）。

對於排水良好之地層（例如：砂、礫石、卵礫石），孔隙水壓可快速消散，由公式 5.5-1 可知，因土壤顆粒接觸壓力 σ' （有效應力）增加，剪力強度 τ_f 隨著 f 增加，在此情況下採用有效應力參數 c' 及 ϕ' 計算剪力強度，稱之為有效應力法。

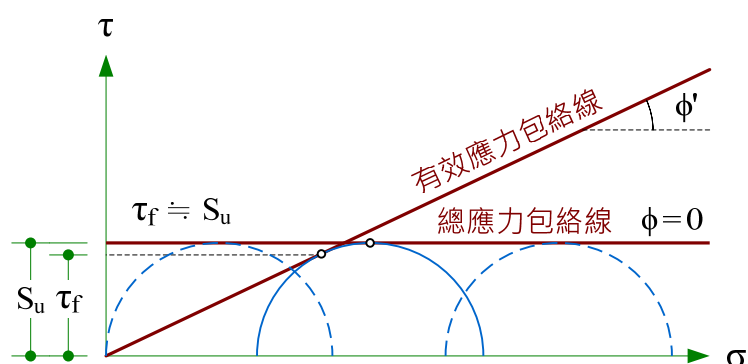


圖 5.5-1 不排水剪力強度基本原理

對於排水極差之地層（例如：黏土），孔隙水壓消散需要非常久之時間，在孔隙水壓還沒有消散前，土壤顆粒接觸壓力 σ' 不變，因此短期剪力強度 τ_f 不隨著 f 而改變，土壤表現的抗剪強度以不排水剪力強度 S_u 表示（ $c=S_u$ 、 $\phi=0$ ），如圖 5.5-1 所示，黏土在實驗室進行三軸不壓密不排水試驗（UU）後，可由總應力包絡線求得不排水剪力強度 S_u ，稱之為總應力法。但如果考慮黏土長期孔隙水壓消散後之行為，則需採用有效應力法，以 c' 及 ϕ' 評估剪力強度。於 XDO 選擇黏土層採用總應力法或有效應力法的設定請見 3.1.8 節「有效應力法/總應力法」之說明。

5.6 主動土壓力、被動土壓力

主、被動土壓力 σ_a 及 σ_p 為土壤彈簧達到塑性時的應力，如圖 5.3-1 所示。程式提供兩種主、被動土壓力計算法供選擇，說明如下。

(1) Padfield & Mair 土壓力計算法

Padfield & Mair 為台灣工程界常用之土壓力計算法，於計算土壓力同時考慮牆、土間之凝聚力（附著力） c_w 。

$$\sigma_a = K_a \times p - 2c\sqrt{K_a(1+c_w/c)} \dots\dots\dots(5.6-1)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + 2c\sqrt{K_p(1+c_w/c)} \dots\dots\dots(5.6-2)$$

以上公式，於有效應力法分析時，取 $c=c'$ 、 $\phi=\phi'$ 、 $p=\sigma_v'$ ；於總應力法分析時，取 $c=S_u$ 、 $\phi=0$ 、 $p=\sigma_v$ 、 $K_a=K_p=1$ 。

當 ϕ 為 0 時（總應力法）， K_a 及 K_p 皆為 1，公式 5.6-1 及 5.6-2 分別可修正為公式 5.6-3 及 5.6-4。

$$\sigma_a = p - 2c\sqrt{(1+c_w/c)} \dots\dots\dots(5.6-3)$$

$$\sigma_p = p + 2c\sqrt{(1+c_w/c)} \dots\dots\dots(5.6-4)$$

(2) RIDO 土壓力計算法

乃為傳統 RIDO 程式中內建之土壓力計算法，本方法對台灣工程界來說較為特殊。

$$\sigma_a = K_a \times p + \frac{c}{\tan \phi} \left[\frac{\cos \delta - \sin \phi \times \cos \gamma}{1 + \sin \phi} e^{-(\gamma-\delta) \tan \phi} \cos \delta - 1 \right] \dots\dots\dots(5.6-5)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + \frac{c}{\tan \phi} \left[\frac{\cos \delta + \sin \phi \times \cos \gamma}{1 - \sin \phi} e^{+(\gamma+\delta) \tan \phi} \cos \delta - 1 \right] \dots\dots\dots(5.6-6)$$

$$\text{公式中，} \sin \gamma = \frac{\sin \delta}{\sin \phi}, \gamma \in \left[0, \frac{\pi}{2} \right]$$

以上公式，於有效應力法分析時，取 $c=c'$ 、 $\phi=\phi'$ 、 $p=\sigma_v'$ ；於總應力法分析時，取 $c=S_u$ 、 $\phi=0$ 、 $p=\sigma_v$ 、 $K_a=K_p=1$ 。

當 ϕ 為 0 時（總應力法）， K_a 及 K_p 皆為 1，公式 5.6-5 及 5.6-6 分別可修正為公式 5.6-7 及 5.6-8。

$$\sigma_a = p - c \times r \dots\dots\dots(5.6-7)$$

$$\sigma_p = p + c \times r \dots\dots\dots(5.6-8)$$

公式 5.6-7 及 5.6-8 中的 r 值為介於 $2 \sim \pi/2+1$ 之間的數值($\delta/\phi=0$ 時, $r=2$; $\delta/\phi=1$ 時, $r=\pi/2+1$) 。

Padfield & Mair 及 RIDO 兩種方法雖然公式不同,但在大部分常用的合理條件設定下其計算結果仍有相符或相對應之處。當採用有效應力法分析,取凝聚力 $c=0$ 及 $\delta=0$ (與 K_{ah} 及 K_{ph} 轉換有關,請見第 80 頁說明),此時之覆土壓力 p 為有效土壓力 σ_v' ,將上述條件代入 5.6-1、5.6-2 式及 5.6-5、5.6-6 式之中,皆可得到相同的結果 $\sigma_a=K_a \times \sigma_v'$ 及 $\sigma_p=K_p \times \sigma_v'$,此時 Padfield & Mair 土壓力計算法與 RIDO 土壓力計算法完全相同;當 K_a 及 K_p 採用 Rankine 土壓力係數,5.6-1、5.6-2 式代入 $c_w=0$,以及 5.6-5、5.6-6 式代入 $\delta=0$ 時,皆可得到相同的結果 $\sigma_a = K_a \times \sigma_v' - 2c\sqrt{K_a}$ 及 $\sigma_p = K_p \times \sigma_v' + 2c\sqrt{K_p}$,此時 Padfield & Mair 土壓力計算法與 RIDO 土壓力計算法完全相同。

當採用總應力法,地層之凝聚力 $c=S_u$,摩擦角 $\phi=0$,在此條件下相對應之 K_a 及 K_p 皆為 1, p 為總土壓力 σ_v ,將上述條件代入 5.6-5、5.6-6 式之中,可得到 RIDO 土壓力 $\sigma_a=\sigma_v-2S_u \sim \sigma_v-2.57S_u$ 及 $\sigma_p=\sigma_v+2S_u \sim \sigma_v+2.57S_u$ (在 $\delta/\phi=0 \sim 1$ 的條件下),相當於 Padfield & Mair 的 5.6-1、5.6-2 式設定 $c_w/c=0 \sim 0.65$ 時所得之土壓力, $0.65 \doteq 2/3=0.67$ 。換句話說,在摩擦角 $\phi=0$ 的情況下,RIDO 公式設定 $\delta/\phi=0 \sim 1$ 與 Padfield & Mair 公式設定 $c_w/c=0 \sim 0.67$ 可以得到相對應的土壓力。

關於土壓力係數 K_a 及 K_p ,XDO 圖形使用者介面 (GUI) 的「土壓力係數計算法」提供三個選項:Coulomb、Caquot-Kerisel、自行輸入。Coulomb 及 Caquot-Kerisel 土壓力係數公式如下說明,相關符號定義請參見圖 5.6-1。

(1) Coulomb 土壓力係數

$$K_a^{Coulomb} = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \times \cos(\delta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\delta + \theta) \cos(\alpha - \theta)}} \right]^2} \dots\dots\dots(5.6-9)$$

上式中，地表為水平時取 $\alpha=0$ ，擋土壁為垂直時取 $\theta=0$ 。

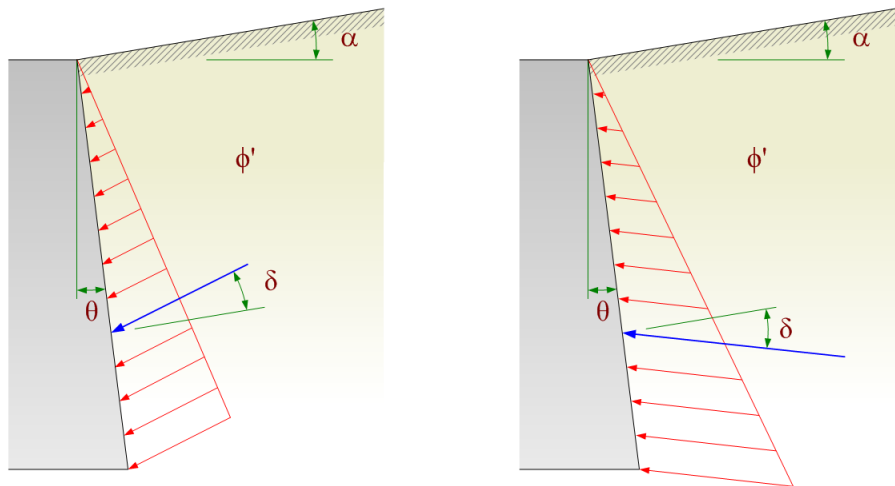


圖 5.6-1 主動土壓力及被動土壓力符號定義

(2) Caquot-Kerisel 土壓力係數

Caquot & Kerisel (1948) 假設擋土牆背土壤破壞面為螺旋對數曲面，被視為較接近於真實的土壓力係數。參考原始文獻， K_a^{Caquot} 之計算公式可整理如下：

公式中， K_a^{Poncelet} 為 Poncelet 主動土壓力係數， R_a 為修正係數，

$$R_a = [(1 - 0.9\lambda^2 - 0.1\lambda^4)(1 - 0.3\lambda^3)]^{-n}$$

$$\lambda = \frac{\theta - \theta_0}{\theta + \theta_0 + \pi - 2\phi}$$

$$2\theta_0 = \Delta + \alpha - \Gamma$$

$$\Delta = 2 \tan^{-1} \left(\frac{|\cot \delta| - \sqrt{\cot^2 \delta - \cot^2 \phi}}{1 + \csc \phi} \right)$$

$$\Gamma = \sin^{-1}(\sin \alpha / \sin \phi)$$

上式中，地表為水平時取 $\alpha=0$ ，擋土壁為垂直時取 $\theta=0$ 。參考原始文獻之說明並經過實際測試，公式 5.6-11 的適用範圍：(1) $10^\circ \leq \phi < 60^\circ$ ；(2) $\theta > \phi - 90^\circ$ 。當 ϕ 及 θ 較大時，原始文獻未提供 K_a^{Caquot} 之數值，未提供 K_a^{Caquot} 之規則與 α 有關，大致上為：當 $\alpha \leq 0^\circ$ 時， $\theta > 0.5 \times (90^\circ - \phi) + 0.5 \times (90^\circ - \phi) \times (\alpha/\phi)^2$ ；當 $\alpha > 0^\circ$ 時， $\theta > 0.5 \times (90^\circ - \phi) - 0.5 \times (90^\circ - \phi) \times (\alpha/\phi)^2$ 。

參考原始文獻， K_p^{Caquot} 之計算公式可整理如公式 5.6-12：

$$K_p^{\text{Caquot}} = R_p \times K_{p(\delta=\phi)}^{\text{Caquot}} \dots\dots\dots (5.6-12)$$

公式中， $K_{p(\delta=\phi)}^{\text{Caquot}}$ 為 $\delta/\phi=1$ 時的 Caquot-Kerisel 被動土壓力係數， R_p 為折減係數，

$K_{p(\delta=\phi)}^{\text{Caquot}}$ 之計算程序如下：

$$\begin{aligned} \Phi_0 &= 1.10 \tan \phi + 0.275(\tan \phi)^{5/3} & \Phi_1 &= \cos^6 \phi \\ \Phi_2 &= 1.135(\tan \phi)^{9/8} & \Phi_3 &= \frac{\sin \phi}{2} \\ \Phi_4 &= 0.463 \sin \phi + 0.425 \sin^6 \phi & \Phi_5 &= \Phi_0 - \Phi_4 - \log(\cos^2 \phi) \\ \Phi_6 &= 0.07 \tan \phi \times (1 - 0.7 \tan \phi) & \Phi_7 &= \frac{0.34 \sin \phi}{0.10 + \sin \phi + \sin^2 \phi} \\ \Theta_1 &= -\log(\cos \theta) & \Theta_2 &= \sin \theta \\ \Theta_3 &= \sin^3 \theta & \Theta_7 &= 1 - \cos \theta + 0.62 \sin \theta \\ A_4 &= \tan^2 \left(\frac{19\pi \alpha}{60 \phi} \right) & A_5 &= 1.124 \sin \left(\frac{\pi \alpha}{4 \phi} \right) + 1.16 \sin^5 \left(\frac{\pi \alpha}{4 \phi} \right) \\ A_6 &= \sin \left(\pi \frac{\alpha}{\phi} \right) & A_7 &= 1 - \left(1 - \frac{\alpha}{\phi} \right)^{2.5} \\ F_1 &= \Phi_1 \Theta_1 + \Phi_2 \Theta_2 + \Phi_3 \Theta_3 \\ F_2 &= -0.422 \Phi_4 A_4 + \Phi_5 A_5 - \Phi_6 A_6 + 2.5(1 + \alpha/\phi) \times 10^{-6(1+\alpha/\phi)} \times \sin(2\phi) \\ F_7 &= \sin \left\{ \frac{1}{2} \times \left[80 + 17 \left(\frac{\alpha}{\phi} \right)^3 - 25 \left(\frac{\alpha}{\phi} \right)^4 - \phi \right] \times \frac{\pi}{180} \right\} \\ \log(n) &= \Phi_0 - F_1 + F_2 + F_7 \Phi_7 \Theta_7 A_7 \end{aligned}$$

$$K_{p(\delta=\phi)}^{\text{Caquot}} = 10^{\log(n) - \log(\cos\phi)}$$

R_p 在原始文獻中沒有計算公式，僅提供數值表格以供查詢， R_p 數值如表 5.6-1 所示。

表 5.6-1 Caquot-Kerisel 被動土壓力折減係數 R_p

δ/ϕ ϕ	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0
10	1.000	0.991	0.989	0.978	0.962	0.946	0.929	0.912	0.898	0.881	0.864
15	1.000	0.986	0.979	0.961	0.934	0.907	0.881	0.854	0.830	0.803	0.775
20	1.000	0.983	0.968	0.939	0.901	0.862	0.824	0.787	0.752	0.716	0.678
25	1.000	0.980	0.954	0.912	0.860	0.808	0.759	0.711	0.666	0.620	0.574
30	1.000	0.980	0.937	0.878	0.811	0.746	0.686	0.627	0.574	0.520	0.467
35	1.000	0.980	0.916	0.836	0.752	0.674	0.603	0.536	0.475	0.417	0.362
40	1.000	0.980	0.886	0.783	0.682	0.592	0.512	0.439	0.375	0.316	0.262
45	1.000	0.979	0.848	0.718	0.600	0.500	0.414	0.339	0.276	0.221	0.174
50	1.000	0.975	0.797	0.638	0.506	0.399	0.313	0.242	0.185	0.138	0.102
55	1.000	0.966	0.731	0.543	0.401	0.295	0.215	0.153	0.108	0.0737	0.0492
60	1.000	0.948	0.647	0.434	0.290	0.193	0.127	0.0809	0.0505	0.0301	0.0178

R_p 與 ϕ 或 δ/ϕ 的關係並非線性，當 ϕ 或 δ/ϕ 不是表格中的特定數值時，需用適當的（非直線）內插方式才能求得適當的 R_p 值。在 CATii 或 XDO 中， R_p 係採用三次方貝茲曲線（Third-order Bézier curve）來求取內插數值，三次方貝茲曲線公式如 5.6-13 所示，三次方貝茲曲線示意圖請見圖 5.6-2。

$$B(t) = P_0(1-t)^3 + 3P_1t(1-t)^2 + 3P_2t^2(1-t) + P_3t^3, \quad t \in [0,1] \quad \dots\dots\dots(5.6-13)$$

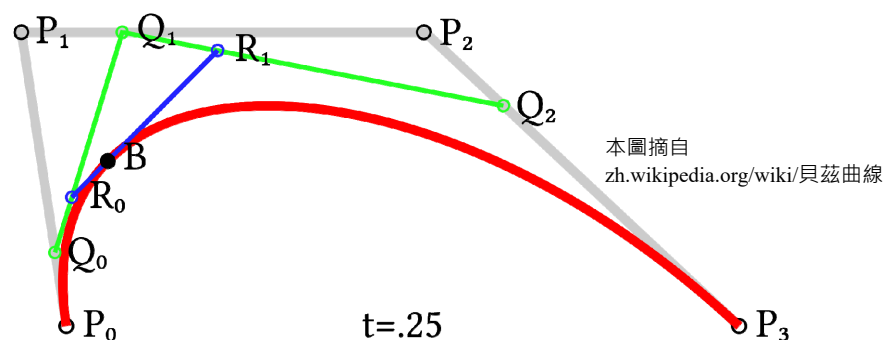


圖 5.6-2 三次方貝茲曲線示意圖

圖 5.6-2 中 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 四個點定義了三次方貝茲曲線，曲線起始於 P_0 ，朝向 P_1 及 P_2 的方向來到 P_3 ，曲線一般不會經過 P_1 或 P_2 ， P_1 及 P_2 僅提供曲線彎曲方向之控制條件及資訊， P_0 和 P_1 的間距及 P_2 和 P_3 的間距，決定了曲線趨近 P_2 和 P_1 之前的彎曲程度。在 CATii 或 XDO 中，由已知的 δ/ϕ 與 R_p 資料以貝茲曲線內插求取待定 R_p 時（ δ/ϕ - R_p 貝茲曲線）， δ/ϕ 為變數、 R_p 為待定值；由已知的 ϕ 與 R_p 資料以貝茲曲線內插求取待定 R_p 時（ ϕ - R_p 貝茲曲線）， ϕ 為變數、 R_p 為待定值。 P_0 和 P_3 設定為表格上的已知值， P_0 和 P_1 的變數間距與 P_0 和 P_3 的變數間距比值定義為 m ， P_2 和 P_3 的變數間距與 P_0 和 P_3 的變數間距比值亦為 m ， $\delta/\phi=0$ 時取 $m=0.5$ ， $\delta/\phi=1$ 時取 $m=0.2$ ， $\delta/\phi=0\sim 1$ 時之 m 值則取 $0.5\sim 0.2$ 間之線性變化值；在 $\delta/\phi=0$ 、 $\delta/\phi=1$ 、 $\phi=10$ 或 $\phi=60$ 時取 $P_1=P_0$ 或 $P_2=P_3$ ，其餘情況下則以 P_1 或 P_3 的前後已知值當做 P_0 至 P_1 或 P_2 至 P_3 的斜率（待定值與變數的變化量比值 $\Delta R_p/\Delta(\delta/\phi)$ 或 $\Delta R_p/\Delta\phi$ ）。當 δ/ϕ 及 ϕ 皆非表格上的已知值時，先由 δ/ϕ - R_p 以貝茲曲線公式求取中間數值（ ϕ - R_p 貝茲曲線的 P_0 、 P_1 、 P_2 、 P_3 值），再由中間數值以貝茲曲線公式求取 R_p 值。 R_p 與 δ 、 ϕ 之關係圖請見圖 5.6-3。

參考原始文獻並經過實際測試，公式 5.6-12 適用範圍：(1) $10^\circ \leq \phi < 60^\circ$ ；(2) $-\phi < \alpha < \phi$ ；(3) $-45^\circ < \theta < 45^\circ$ 。而在 $\alpha/\phi \leq -0.2$ 且 θ 值較大已超過物理意義的部分情況下，原始文獻未提供 $K_{p(\delta=\phi)}^{\text{Caquot}}$ 之數值。

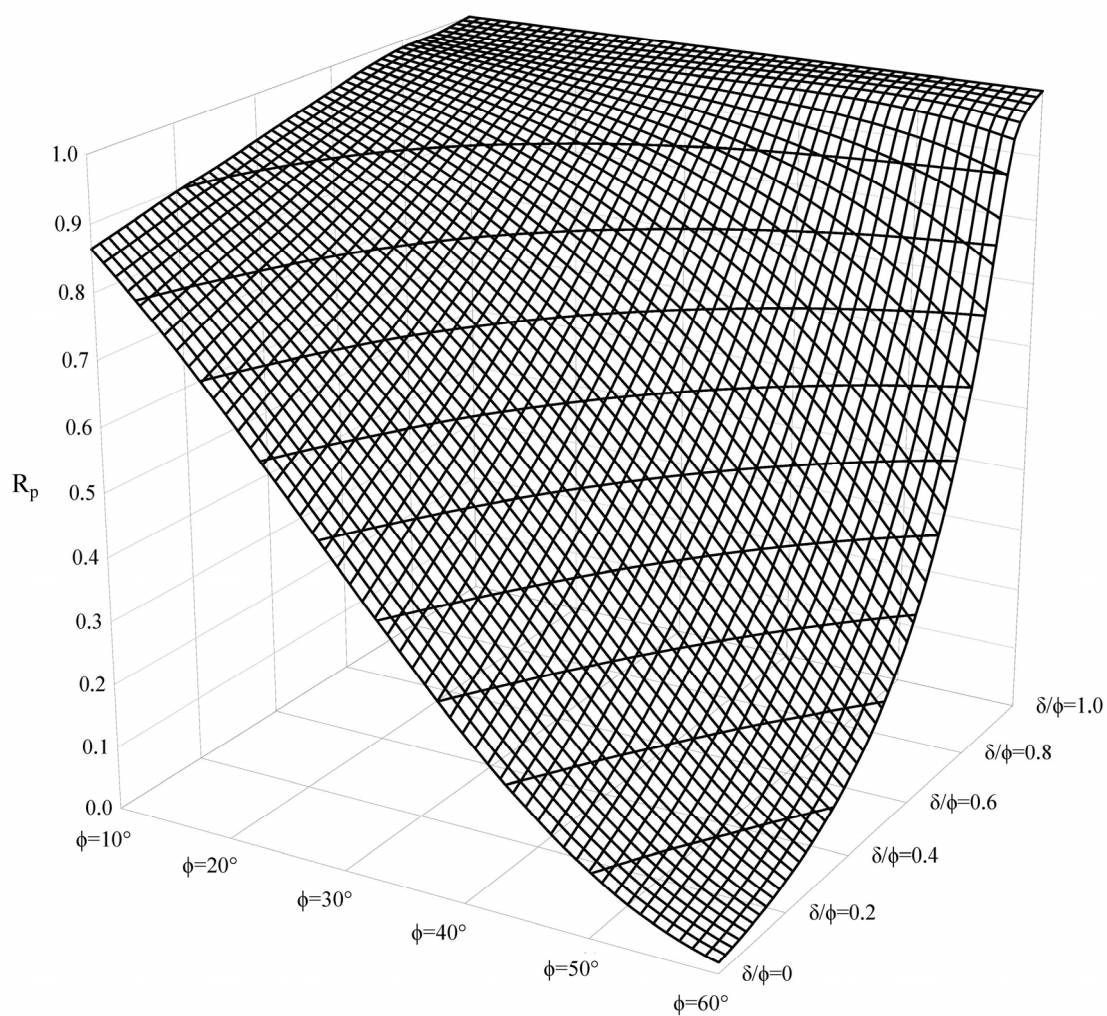
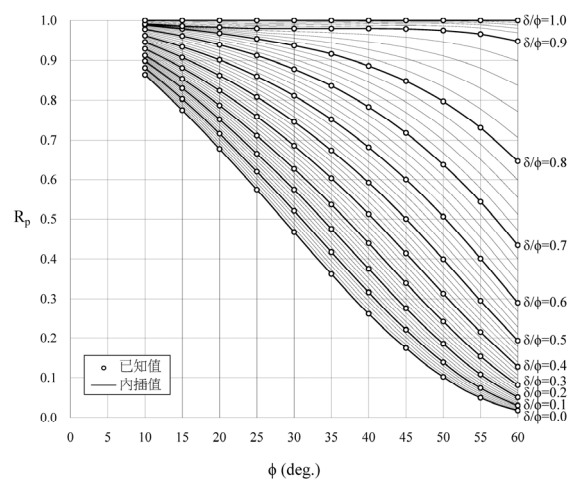
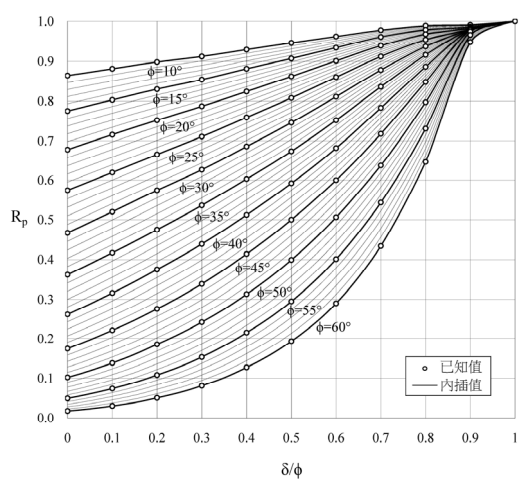


圖 5.6-3 R_p 與 δ 、 ϕ 之關係圖

當牆背摩擦角 δ 為 0，且地表為水平 ($\alpha=0$)，擋土壁為垂直 ($\theta=0$) 時，Coulomb 土壓力係數及 Caquot-Kerisel 土壓力係數與 Rankine 土壓力係數相同，如果使用者欲採用 Rankine 土壓力係數時，於「土壓力係數計算法」選擇 Coulomb 或 Caquot-Kerisel，再將 δ 設為 0 即可。

上述 Coulomb 及 Caquot-Kerisel 土壓力的作用方向與擋土壁面之法向呈 δ 之夾角，應用於 Padfield & Mair 土壓力計算法時 (公式 5.6-1、5.6-2，有效應力法情況下 K_a 及 K_p 不等於 1) 應將公式中的 K_a 及 K_p 轉換成水平向之等值土壓力係數 K_{ah} 及 K_{ph} ：

$$K_{ah} = K_a \cos \delta \dots\dots\dots(5.6-14)$$

$$K_{ph} = K_p \cos \delta \dots\dots\dots(5.6-15)$$

而應用於 RIDO 土壓力計算法時 (公式 5.6-5、5.6-6)， δ 夾角之效果已經在公式的第二項裡呈現，因此建議 K_a 及 K_p 不需要依公式 5.6-14、5.6-15 轉換為水平向的等值土壓力係數。

使用「土壓力係數計算法」自動計算土壓力係數時，即是依上述原則進行計算：Padfield & Mair 法換算成水平向之等值土壓力係數 K_{ah} 及 K_{ph} ；RIDO 法則保持原來的土壓力係數 K_a 及 K_p 。

5.7 靜止土壓力

靜止土壓力 σ_o 為土壤彈簧還沒有發生變位時的初始應力，如圖 5.3-1 所示。靜止土壓力 σ_o 及靜止土壓力係數 K_o 的計算方法 (Jaky 公式) 請見公式 5.7-1 及 5.7-2。

$$\sigma_o = K_o \times p \dots\dots\dots(5.7-1)$$

$$K_o = 1 - \sin\phi \dots\dots\dots(5.7-2)$$

公式中的 p 為覆土壓力。以上公式於有效應力法分析時，取 $p=\sigma_v'$ 、 $\phi=\phi'$ ；於總應力法分析時，取 $p=\sigma_v$ 、 $\phi=0$ 、 $K_o=1$ 。此外，靜止土壓力係數 K_o 及靜止土壓力 σ_o 需滿足 $K_a \leq K_o \leq K_p$ 以及 $\sigma_a \leq \sigma_o \leq \sigma_p$ 之關係，主、被動土壓力及其係數 σ_a 、 σ_p 及 K_a 、 K_p 請見 5.6 節說明。

注意，本節開宗明義即說明此處的 σ_o 為「土壤彈簧」計算應力及變位關係之用，並非有效應力觀念下真實有效側向土壓力，因此當黏土層以總應力法分析時，不可以用有效摩擦角 ϕ' 代入公式 5.7-2 計算 K_o (例如 $\phi'=30^\circ$ 時計算出來的 K_o 為 0.5)，正確的方法是取 $\phi=0$ 、 $K_o=1$ 。上述的 K_o 不當輸入在部分條件下可能發生 $\sigma_a > \sigma_o$ 物理意義錯誤的情況，因此 XDO 的防呆系統已加入限制條件 $K_a \leq K_o \leq K_p$ 。

5.8 SUC 及SUG 超載

SUC 超載 (Caquot Type Surcharge) 請見圖 5.8-1 上側，為半無限空間的超載型式，程式分析時直接將超載值 $S_v=Q$ 視為垂直土壓的額外貢獻值，參考公式 5.7-1 與 5.6-1、5.6-2 或 5.6-5、5.6-6，原垂直土壓力 p 調整為 $p+S_v=p+Q$ ，並修正為公式 5.8-1~5.8-5。

(1)靜止土壓力

$$\sigma_o = K_o \times p + K_o Q \dots\dots\dots(5.8-1)$$

(2) Padfield & Mair 主、被動土壓力

$$\sigma_a = K_a \times p - 2c\sqrt{K_a(1+c_w/c)} + K_a Q \dots\dots\dots(5.8-2)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + 2c\sqrt{K_p(1+c_w/c)} + K_p Q \dots\dots\dots(5.8-3)$$

(3) RIDO 主、被動土壓力

$$\sigma_a = K_a \times p + \frac{c}{\tan \phi} \left[\frac{\cos \delta - \sin \phi \times \cos \gamma}{1 + \sin \phi} e^{-(\gamma-\delta) \tan \phi} \cos \delta - 1 \right] + K_a Q \dots\dots\dots(5.8-4)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + \frac{c}{\tan \phi} \left[\frac{\cos \delta + \sin \phi \times \cos \gamma}{1 - \sin \phi} e^{+(\gamma+\delta) \tan \phi} \cos \delta - 1 \right] + K_p Q \dots\dots\dots(5.8-5)$$

在 SUC 超載的作用下，側向土壓力 σ_a 、 σ_o 、 σ_p 的計算隨之修正， σ_a 的修正量為 $K_a Q$ ， σ_o 的修正量為 $K_o Q$ ， σ_p 的修正量為 $K_p Q$ ，土壤的彈性與塑性範圍隨之改變。上述的修正量 $K_a Q$ 、 $K_o Q$ 、 $K_p Q$ 即為圖 5.8-1 上側圖中的 S_h 。

SUG 超載 (Graux Type Surcharge) 請見圖 5.8-1 下側，其工作方式與 SUC 相似，說明如下。令 α 夾角延伸至壁體的深度為 Z_α ， β 夾角延伸至壁體的深度為 Z_β ，在深度 Z_β 以下直接將超載 $S_v=Q$ 視為垂直土壓的額外貢獻值(垂直土壓力增量為 Q)，在深度 Z_α 以上垂直土壓力不增加(垂直土壓力增量為 $S_v=0$)，介於 Z_α 及 Z_β 之間的深度垂直土壓力增量以深度做線性分布(垂直土壓力增量為 $S_v=0 \sim Q$)。參考公式 5.7-1 與 5.6-1、5.6-2 或 5.6-5、5.6-6，原垂直土壓力修正後(請參公式 5.8-1~5.8-5)，側向土壓力 σ_a 、 σ_o 、 σ_p 的計算隨之修正，土壤的塑性範圍改變，土壤的彈性與塑性的範圍隨之改變。

5.9 SUB 超載

SUB 超載 (Boussinesq Type Surcharge) 請見圖 5.9-1，均布垂直載重造成的側向應力增量 S_h 可以公式 5.9-1 及 5.9-2 表示：

$$S_h(z) = \frac{Q}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{(B-A)z}{AB+z^2} + \frac{Az}{A^2+z^2} - \frac{Bz}{B^2+z^2} \right], \text{ for } z > 0 \dots\dots\dots(5.9-1)$$

$$S_h(z) = 0, \text{ for } z \leq 0 \dots\dots\dots(5.9-2)$$

計算出來的側向應力增量 $S_h(z)$ 可以加入公式 5.7-1 與 5.6-1、5.6-2 或 5.6-5、5.6-6，並修正為公式 5.9-3~5.9-7。在 SUB 超載的作用下，土壤的彈性與塑性範圍隨之改變。

(1) 靜止土壓力

$$\sigma_o = K_o \times p + S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-3)$$

(2) Padfield & Mair 主、被動土壓力

$$\sigma_a = K_a \times p - 2c\sqrt{K_a(1+c_w/c)} + S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-4)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + 2c\sqrt{K_p(1+c_w/c)} + S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-5)$$

(3) RIDO 主、被動土壓力

$$\sigma_a = K_a \times p + \frac{c}{\tan \phi} \left[\frac{\cos \delta - \sin \phi \times \cos \gamma}{1 + \sin \phi} e^{-(\gamma-\delta)\tan \phi} \cos \delta - 1 \right] + S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-6)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + \frac{c}{\tan \phi} \left[\frac{\cos \delta + \sin \phi \times \cos \gamma}{1 - \sin \phi} e^{+(\gamma+\delta)\tan \phi} \cos \delta - 1 \right] + S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-7)$$

將公式 5.9-1 的 A 代入 0，B 代入 ∞ ，可得到側向應力增量 $S_h(z)=Q/2$ 。此時 SUB 超載的邊界條件與 SUC 半無限空間超載相同，但 SUB 之側向應力增量 $S_h(z)=Q/2$ 與 SUC 之側向應力增量 $S_h(z)=K_a Q$ 、 $S_h(z)=K_o Q$ 、 $S_h(z)=K_p Q$ 不同 (公式 5.8-1~5.8-5)。

前述 SUB 之側向應力增量 $S_h(z)=Q/2$ 乃由公式 5.9-1 直接計算而得，與土壤變位狀態無關，而 SUC 之側向應力增量乃由垂直應力增量 S_v 再依土壤狀態乘上相對應的側向土壓力係數 K_a 、 K_o 、 K_p 而得，如果採用 SUB 時改用另一個方式思考，將 $2S_h=Q$ 視為垂直應力增量 S_v ，再依土壤狀態乘上側向土壓力係數 K_a 、 K_o 、 K_p ，則所得之側向應力增量為 $S_h(z)=K_a Q$ 、 $S_h(z)=K_o Q$ 、 $S_h(z)=K_p Q$ ，與 SUC 所得完全相同。

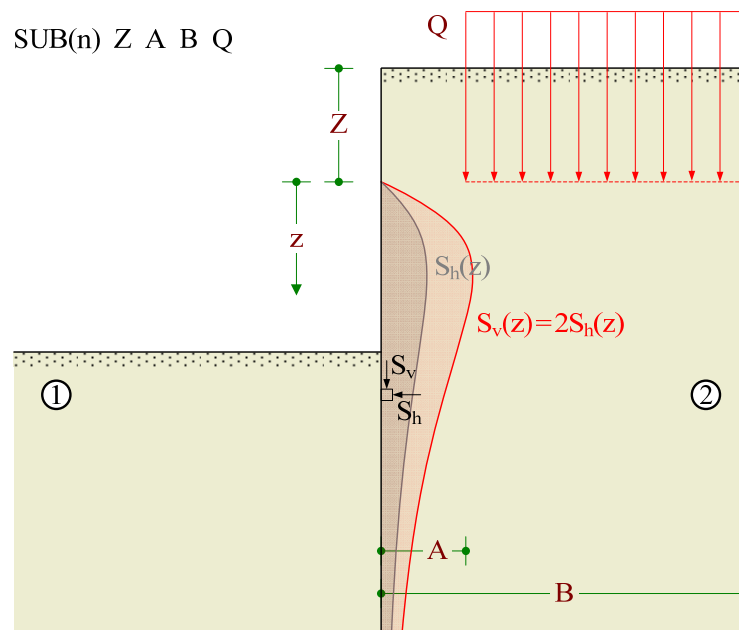
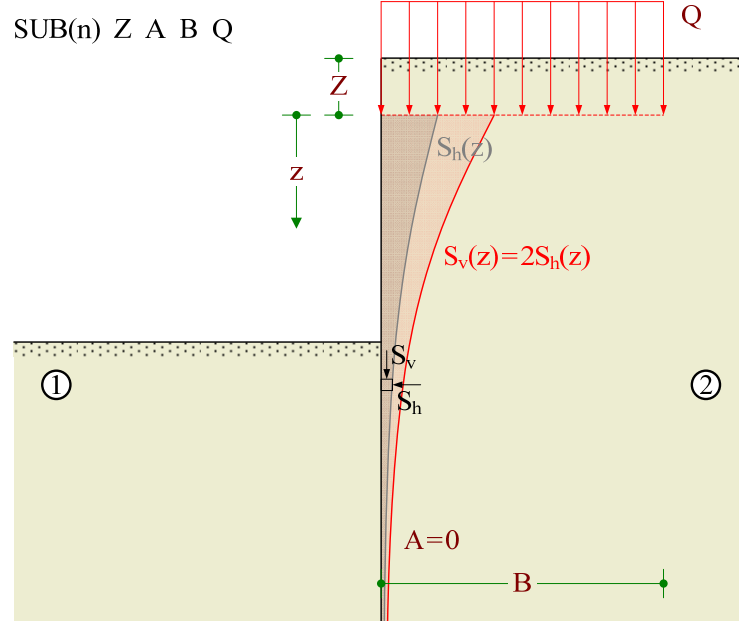


圖 5.9-1 SUB 超載

以上採用 $S_v=2S_h$ 之手法為半無限空間超載的條件下使 SUB 與 SUC 兩者達成關聯性的設定方法，亦可將此方法延伸至一般荷重條件的 SUB，此時的垂直應力增量 S_v 請見公式 5.9-8，參考公式 5.7-1 與 5.6-1、5.6-2 或 5.6-5、5.6-6，將原垂直土壓力 p 調整為 $p+S_v(z)=p+2S_h(z)$ ，並修正為公式 5.9-9~5.9-13。

$$S_v(z)=2S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-8)$$

(1)靜止土壓力

$$\sigma_o = K_o \times p + K_o \times 2S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-9)$$

(2) Padfield & Mair 主、被動土壓力

$$\sigma_a = K_a \times p - 2c\sqrt{K_a(1+c_w/c)} + K_a \times 2S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-10)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + 2c\sqrt{K_p(1+c_w/c)} + K_p \times 2S_h(z) \dots\dots\dots(5.9-11)$$

(3) RIDO 主、被動土壓力

$$\sigma_a = K_a \times p + \frac{c}{\tan\phi} \left[\frac{\cos\delta - \sin\phi \times \cos\gamma}{1 + \sin\phi} e^{-(\gamma-\delta)\tan\phi} \cos\delta - 1 \right] + K_a \times 2S_h(z) \dots\dots(5.9-12)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + \frac{c}{\tan\phi} \left[\frac{\cos\delta + \sin\phi \times \cos\gamma}{1 - \sin\phi} e^{+(\gamma+\delta)\tan\phi} \cos\delta - 1 \right] + K_p \times 2S_h(z) \dots\dots(5.9-13)$$

綜合以上所述，SUB 指令依 Boussinesq 公式換為水平荷重 S_h 後，在 XDO 中提供兩種計算方式供使用者選擇（可在進階分析設定中「SUB 超載轉換水平荷重之處理法」選擇）：

(1) S_h 視為外加水平荷重

側向土壓力直接加入 S_h ，無關土壓力係數，等同於傳統 RIDO 程式輸入檔之 *A* 標頭功能。參考公式 5.9-3~5.9-7。

(2) S_h 視為垂直土壓力的一部分

垂直土壓力增加 $2S_h$ ，側向土壓力再由垂直土壓力依當時狀態乘上相對應的側向土壓力係數計算。以 SUB 指令修正 SUC 效果，或與 SUC 合併使用時（例如隨距離漸變之超載），建議採用此選項。參考公式 5.9-9~5.9-13。

5.10 土堤開挖

土堤開挖分為兩種情況，或者可稱之為土堤（Bank）或護堤（Berm），請見圖 5.10-1，模擬方式如下。

(1) Berm

如圖 5.10-1 上側圖所示，模擬方法為深度 Z_1 的開挖再加上一個梯形區塊負載重，該梯形荷重以 Boussinesq 超載公式計算。首先將公式 5.9-1 的 B 代入 ∞ ，可得到公式 5.10-1，代表荷重分布水平距離由 A 至 ∞ 所造成的側向應力。

$$S_h(z) = \frac{Q}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{z}{A} + \frac{Az}{A^2 + z^2} \right] \dots\dots\dots (5.10-1)$$

將 Berm 挖除部分切成水平片狀地層，此片狀地層的寬度隨著深度而改變，公式 5.10-1 的 Q 以片狀地層的載重為 γdu 代入， A 以變數 $a(u)$ 代入，再進行積分，並代入公式 5.9-8，可得下列公式 5.10-2，代表挖除土壤部分對擋土壁造成的垂直應力改變量。

$$S_v(z) = \int_{u=Z_1}^{Z_2} \frac{2}{\pi} \left[\tan^{-1} \frac{z-u}{a(u)} + \frac{a(u)(z-u)}{a(u)^2 + (z-u)^2} \right] \cdot \gamma du \dots\dots\dots (5.10-2)$$

(2) Bank

如圖 5.10-1 下側圖所示，模擬方法為深度 Z_2 的開挖再加上一個梯形載重。Bank 的底部寬度是固定值，模擬方法較 Berm 單純，依 Bank 形狀及土壤單位重以積分方式修正垂直載重 Q ，再代入 Boussinesq 超載相關公式即可。

土堤開挖對擋土壁造成的應力分布示意圖請見圖 5.10-2。在 Berm 的情況下，Berm 頂部 Z_1 下方起始應力等於開挖深度為 Z_1 的一般開挖之應力分布，隨著深度增加，其應力逐漸遞減至趨近開挖深度為 Z_2 的一般開挖之應力分布；在 Bank 的情況下，Bank 坑底面 Z_2 下方起始應力等於開挖深度為 Z_2 的一般開挖之應力分布，隨著深度增加，其應力逐漸遞增至趨近開挖深度為 Z_1 的一般開挖之應力分布。

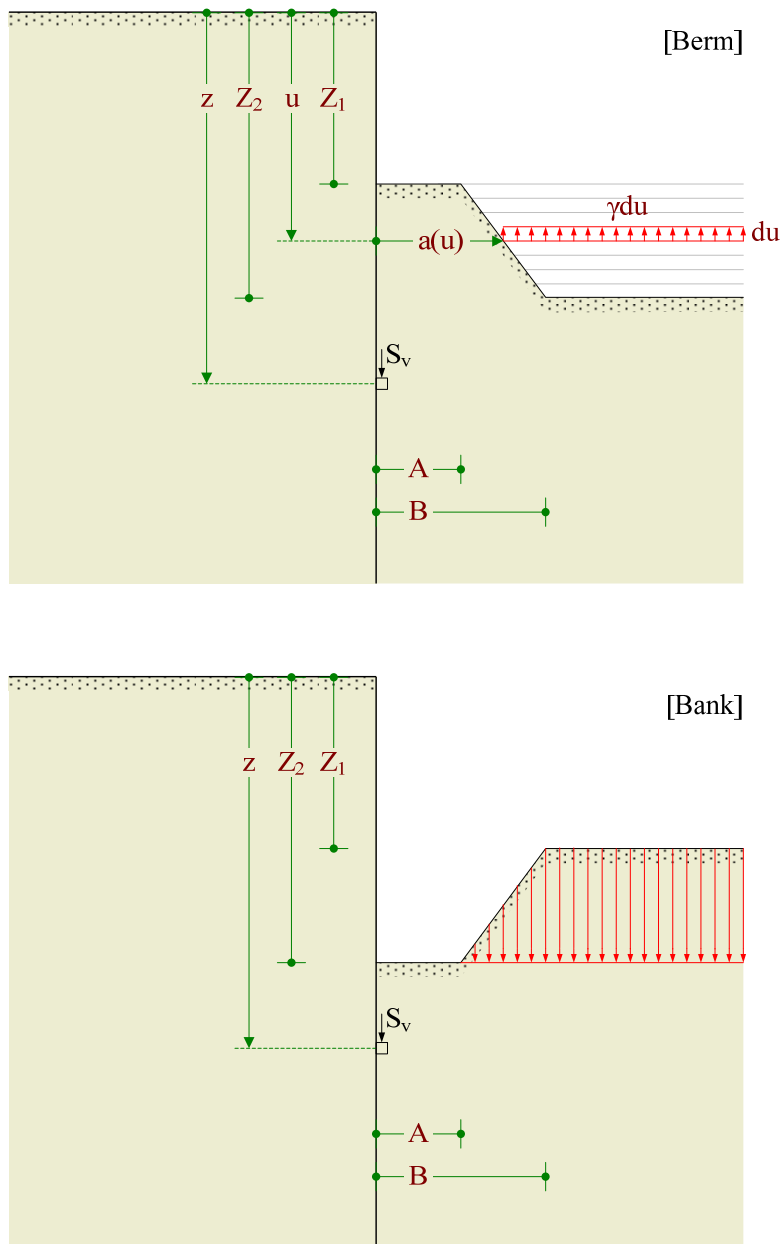


圖 5.10-1 土堤開挖模擬

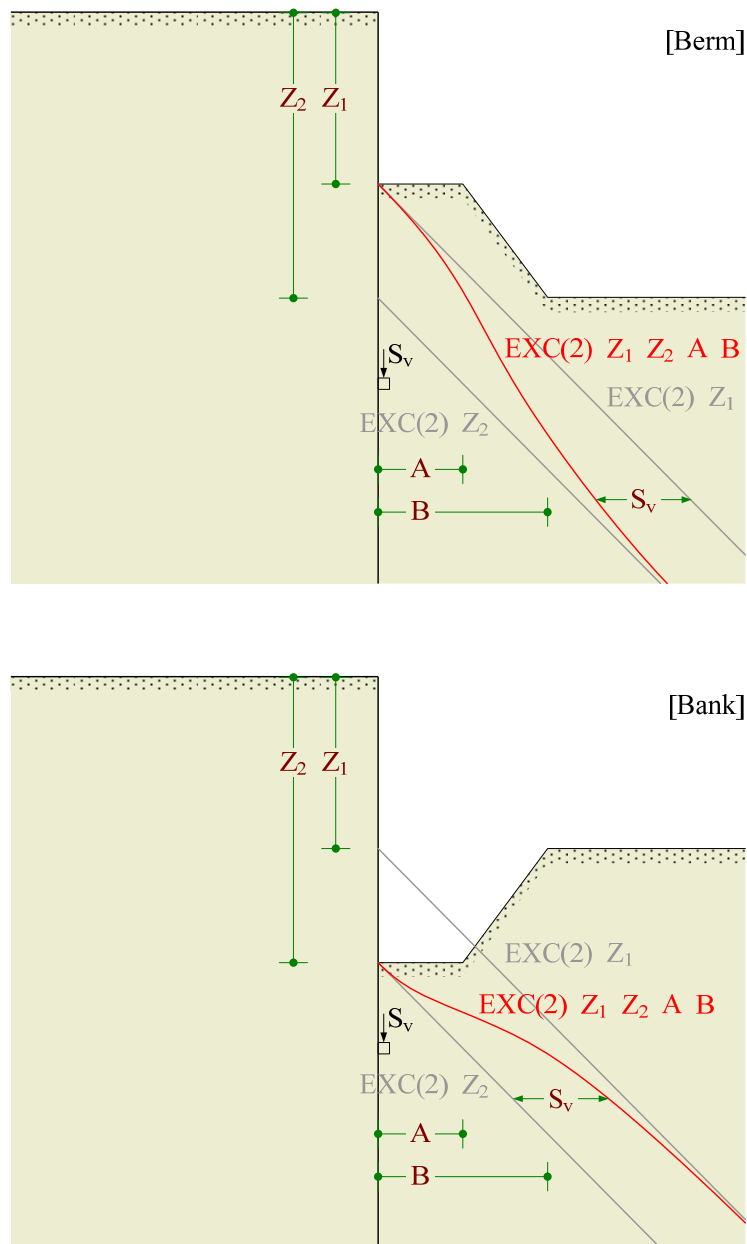


圖 5.10-2 土堤開挖對壁體造成的應力

過去很多設計者在使用傳統 RIDO 程式分析土堤 (Berm) 開挖時，偶而會發現分析出來擋土壁變形量產生不合理偏大的現象，為探究原因，這裡以 XDO 與 RIDO 分析結果進行比對。

圖 5.10-3 為測試分析案例示意圖，分析時，將土堤坡腳與擋土壁距離 (B) 設為變化參數，開挖深度固定 ($Z_1=3\text{ m}$, $Z_2=6\text{ m}$)，土堤坡度維持 H:V=1:2。圖 5.10-4 為擋土壁變形量與坡腳距離 B 之關係圖，由分析結果可知，本案例依土堤寬度之變化可區分為幾個特徵：土堤寬度較寬時 ($3.25\text{ m} \leq B$)，RIDO 跟 XDO 分析出來的變形量一致；土堤變窄時 ($1.5\text{ m} \leq B < 3.25\text{ m}$)，RIDO 分析之變形量會大量增加，遠大於 XDO 分析之結果；土堤更窄致使坡頂開始消失時 ($0.9\text{ m} \leq B < 1.5\text{ m}$)，RIDO 分析出來的變形量開始不尋常上下震盪，XDO 分析的變形量呈現漸進式大幅增加；坡頂完全消失前 ($0\text{ m} < B < 0.9\text{ m}$)，RIDO 無法分析，XDO 分析的變形量繼續合理增加；直到土堤消失時 ($B = 0\text{ m}$ ，純懸臂式開挖)，兩者分析結果又會相同。

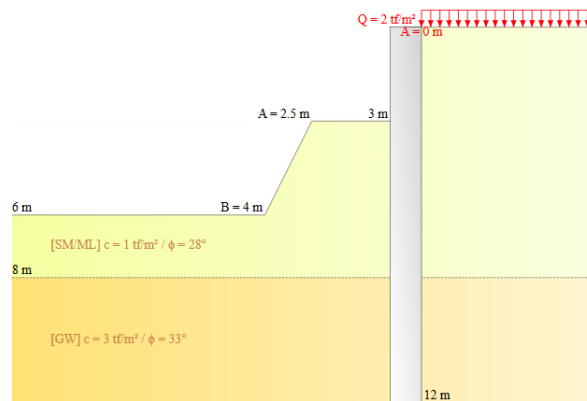


圖 5.10-3 分析案例示意圖

以 $B = 2.5\text{ m}$ 的條件為例，RIDO 分析之壁體變形量明顯大於 XDO 的分析結果，將此兩種程式土壤彈簧極限側向土壓力 σ_a 及 σ_p 彙整於表 5.10-1，可發現 RIDO 在擋土側 (SOIL 2) 土壤彈簧的 σ_a 及 σ_p 與 XDO 完全相同，但在開挖側 (SOIL 1) 土壤彈簧的 σ_a 及 σ_p 與 XDO 有顯著差異，經分析查證，XDO 計算所得的 σ_a 及 σ_p 是正確值。由於 RIDO 在開挖側 (SOIL 1) 土壤彈簧的 σ_p 較小，土壤很快就進入塑性破壞，因此 RIDO 分析所得之壁體變形量較大。

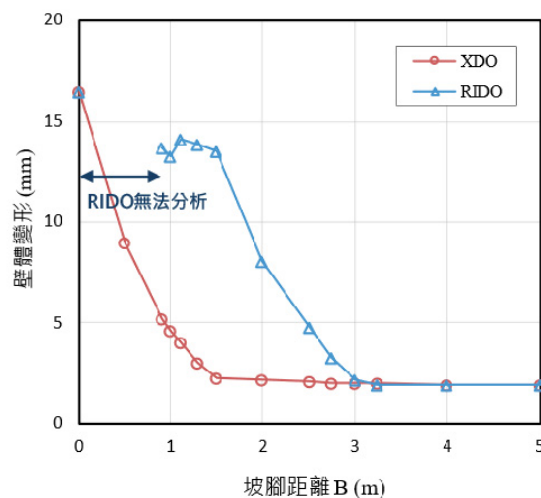


圖 5.10-4 壁體變形與坡腳距離 B 之關係圖

以 $B = 4\text{ m}$ 為例，RIDO 與 XDO 的分析結果相同，SOIL 2 及 SOIL 1 的 σ_a 及 σ_p 亦完全相同（為節省篇幅該數據不予列表）。

表 5.10-1 分析案例土壤彈簧之 σ_a 及 σ_p 彙整表

LEVEL	RIDO				XDO			
	SOIL 1		SOIL 2		SOIL 1		SOIL 2	
	σ_a	σ_p	σ_a	σ_p	σ_a	σ_p	σ_a	σ_p
(m)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)
0.000			-0.28	6.29			-0.28	6.29
0.375			-0.09	9.42			-0.09	9.42
0.750			0.11	12.55			0.11	12.55
1.125			0.30	15.68			0.30	15.68
1.500			0.49	18.82			0.49	18.82
1.875			0.69	21.95			0.69	21.95
2.250			0.89	25.09			0.89	25.09
2.625			1.08	28.22			1.08	28.22
3.000			1.28	31.36			1.28	31.36
	-0.07	0.28	1.28	31.36	-1.28	5.29	1.28	31.36
3.375	-0.08	0.62	1.48	34.50	-1.09	7.78	1.48	34.50
3.750	-0.11	1.06	1.69	37.64	-0.98	9.29	1.69	37.64
4.125	-0.14	1.71	1.89	40.79	-0.90	10.32	1.89	40.79
4.500	-0.19	2.65	2.10	43.93	-0.84	11.15	2.10	43.93
4.875	-0.25	4.08	2.30	47.08	-0.78	11.89	2.30	47.08
5.250	-0.34	6.21	2.51	50.23	-0.73	12.59	2.51	50.23
5.625	-0.45	9.43	2.73	53.38	-0.68	13.27	2.73	53.38
6.000	-0.60	14.26	2.94	56.53	-0.62	13.95	2.94	56.53
6.500	-0.50	15.57	3.23	60.74	-0.52	15.35	3.23	60.74
7.000	-0.33	17.79	3.52	64.95	-0.35	17.64	3.52	64.95
7.500	-0.11	20.70	3.81	69.16	-0.12	20.61	3.81	69.16
8.000	0.14	24.08	4.10	73.37	0.14	24.02	4.10	73.37
	-1.82	34.75	2.64	75.52	-1.82	34.70	2.64	75.52
8.500	-1.47	38.11	3.01	79.31	-1.47	38.07	3.01	79.31
9.000	-1.10	41.62	3.38	83.11	-1.11	41.60	3.38	83.11
9.500	-0.73	45.23	3.76	86.91	-0.73	45.22	3.76	86.91
10.000	-0.35	48.91	4.14	90.70	-0.35	48.90	4.14	90.70
10.500	0.03	52.63	4.52	94.50	0.03	52.62	4.52	94.50
11.000	0.42	56.37	4.90	98.30	0.42	56.37	4.90	98.30
11.500	0.81	60.13	5.28	102.11	0.81	60.13	5.28	102.11
12.000	1.20	63.91	5.67	105.91	1.20	63.91	5.67	105.91

5.11 SOI 及 BAC 指令的土壤初始應力

SOI 指令用來調整土壤參數，主要用在地盤改良後土壤參數調整的情況；BAC 指令用來設定土壤回填。使用這兩個指令時，如果初始應力不採用預設之靜止土壓力，而以 K_i 參數設定土壤的初始應力時，其計算方式如下：

(1) 土壤不含凝聚力時 ($c=0$)

$$\sigma_i = K_i p \dots\dots\dots(5.11-1)$$

(2) 土壤含凝聚力時 ($c \neq 0$)

$$\sigma_i = \sigma_a + \frac{K_i - K_a}{K_o - K_a} (\sigma_o - \sigma_a) \dots\dots\dots(5.11-2)$$

5.12 地盤反力係數

地盤反力係數 (土壤彈簧) 為土壤承受應力與變形量的比值，即使是相同的土壤材料，地盤反力係數也會隨著開挖區幾何形狀、應力分布而有所不同，因此在分析時，必須依據基地及施工特性決定合理的數值。

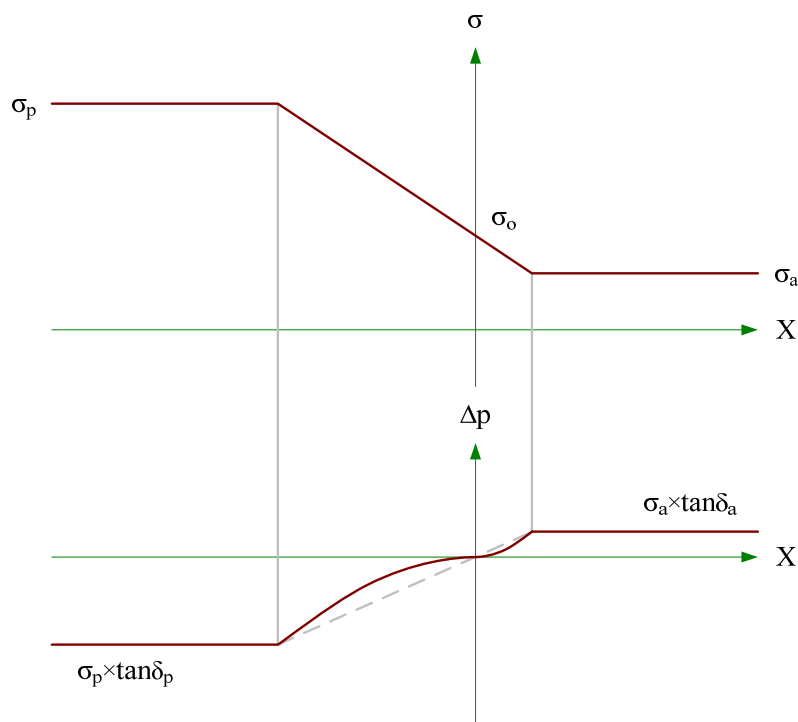


圖 5.12-1 Δp 與土壤狀態的關係

一般的分析時通常將地盤反力係數設為定值 k_h ，但如果地盤反力係數隨深度而變化時，地盤反力係數以公式 5.12-1 表示。上式中的 p 為垂直覆土應力，由於主動土壓力方向及被動土壓力方向並非水平，當擋土壁發生位移時，垂直覆土應力 p 必須還要再加上主動土壓力或被動土壓力的垂直分量 Δp ，垂直覆土應力修正為 $p + \Delta p$ ，而公式 5.12-1 修正即為公式 5.12-2。

$$k_h' = k_h + k_{hp} \times p \dots\dots\dots (5.12-1)$$

$$k_h' = k_h + k_{hp} \times (p + \Delta p) \dots\dots\dots (5.12-2)$$

上述的土壓力垂直分量 Δp 為變化值，在靜止土壓力的狀態下其值為零，在主、被動土壓力的極限狀態下發揮到最大值，在 XDO 中 Δp 係以下列公式計算：

$$\Delta p = \left(\frac{\sigma - \sigma_o}{\sigma_p - \sigma_o} \right)^{\omega} \sigma_p \times \tan \delta_p \quad \text{for } \sigma \geq \sigma_o \dots\dots\dots (5.12-3)$$

$$\Delta p = \left(\frac{\sigma_o - \sigma}{\sigma_o - \sigma_a} \right)^{\omega} \sigma_a \times \tan \delta_a \quad \text{for } \sigma < \sigma_o \dots\dots\dots (5.12-4)$$

其中

$$\omega = 1 - \frac{\log(C_v)}{\log 2} \dots\dots\dots (5.12-5)$$

$$0 < C_v \leq 1, \quad \omega > 1$$

上式中的 C_v 為垂直應力分量係數，在程式中預設值為 0.125。土壓力垂直分量 Δp 與土壤狀態的關係請見圖 5.12-1。

5.13 水壓力及滲流

砂質土層係以有效應力法分析，如圖 5.13-1 上側所示為純砂性地層，於開挖施工時需配合開挖面內抽水，由於其排水速度快，開挖面外側地下水將由（水密性）擋土壁底下滲流至開挖面內側，滲流後開挖面內、外側於擋土壁底之水壓相同。

如圖 5.13-1 下側所示，連續壁貫穿黏性土層而進入砂層，於開挖過程中配合解壓抽水或開挖面抽水，此時砂層滲流之邊界條件與圖 5.13-1 上側不同，分析時可假設滲流之前為靜態水壓分布，且砂層頂部於開挖側及擋土側之水壓皆不受滲流影響。

滲流造成之水壓力變化的理論上可由滲流分析之流線網求得，惟相當複雜費時，參考日本建築學會「山留め設計施工指針」，分析時可將砂質地層於擋土壁底滲流造成之水力坡降 i 簡化為一固定值，並由該水力坡降計算水壓力之變化，計算方法如公式 5.13-1~5.13-3 所示。使用 XDO 的「WAT 水位/水壓智慧設定」功能將自動設定滲流後的水壓，使用者不需要自行計算，請見 3.2.2 節。

$$i = \frac{(u_{ao} / \gamma_w - u_{po} / \gamma_w)}{D_a + D_p} = \frac{(u_{ao} - u_{po})}{D_a + D_p} \dots\dots\dots (5.13-1)$$

$$u_a = u_{ao} - i \times D_a \times \gamma_w = u_{ao} - i \times D_a \dots\dots\dots (5.13-2)$$

$$u_p = u_{po} + i \times D_p \times \gamma_w = u_{po} + i \times D_p \dots\dots\dots (5.13-3)$$

上式中，水單位重 $\gamma_w = 1 \text{ tf/m}^3$ ，計算結果 $u_a = u_p$

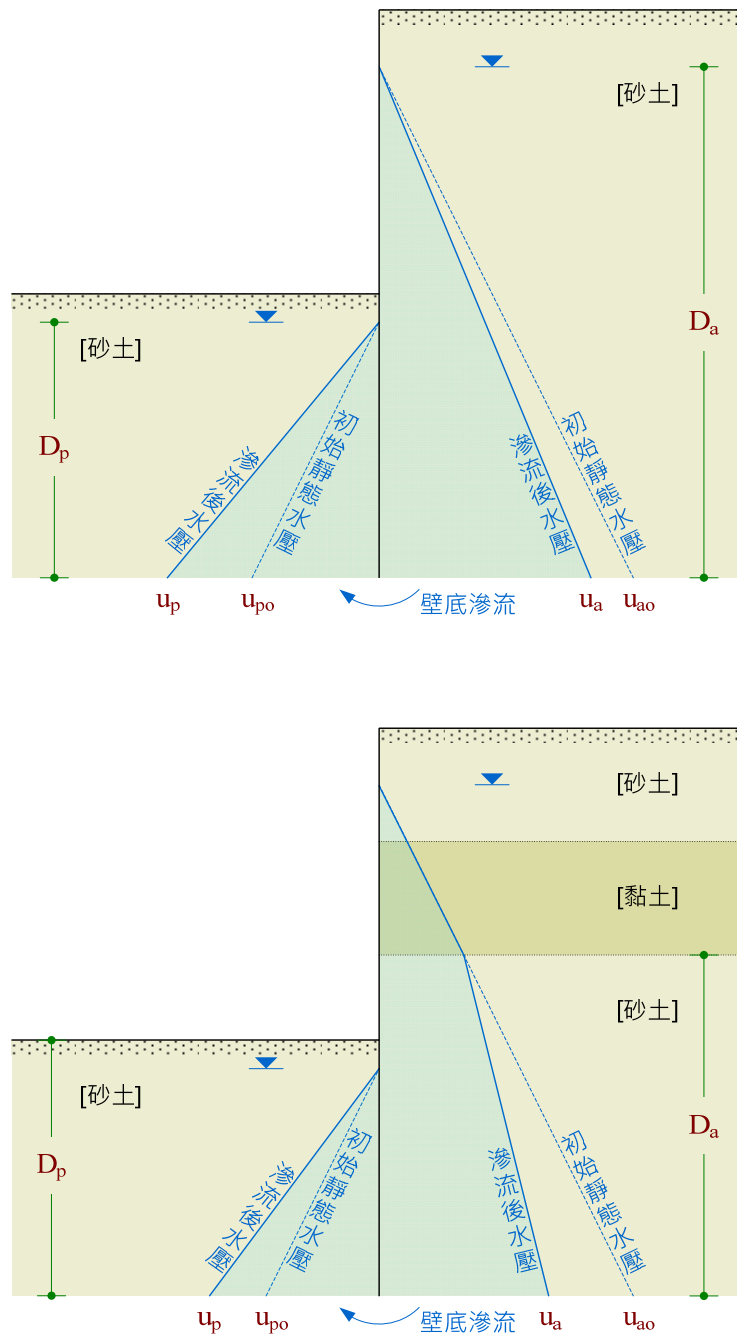


圖 5.13-1 擋土壁底滲流造成之水壓力變化

圖 5.13-2 為砂土及黏土互層之示意圖（如：台北盆地松山層），圖中最上方之砂層為自由含水層，設計時可視為靜態水壓力分布；而第二、三層砂層屬受壓含水層，其地下水位有時與第一層砂層不同，設計時在砂層範圍內可視為靜態水壓力分布。另外，開挖面下方之砂層需配合必要之抽降水以避免可能之上舉隆起破壞，檢核公式如下。

$$FS = \sum_{i=1}^n \gamma_{ti} h_i / U_w \geq 1.2 \dots\dots\dots(5.13-4)$$

當黏土層採用有效應力法分析時，可設定黏土開挖面水壓為零，黏土層與上、下砂層交界處水壓力為定值，於黏土層內水壓力隨深度線性變化，如圖 5.13-2 上側所示。倘採用總應力法分析時，剪力強度由 S_u 控制，可視為無水壓力作用於擋土壁上，水壓設定如圖 5.13-2 下側所示。

水位/水壓設定建議使用「[WAT 水位/水壓智慧設定](#)」功能(請見 3.2.2 節)配合多層水位預設(請見 3.1.1 節)，XDO 將自動設定多層含水層的水壓，同時程式自動計算符合上舉隆起安全係數之水位(預設安全係數為 1.2，使用者可依需求自行修改)，使用者不需要自行逐一以 WAT 指令各別設定。當黏土層採總應力法分析時，使用「[WAT 水位/水壓智慧設定](#)」亦將自動設定該地層水壓為零。

雖然 XDO 建議採用「總應力法」之地層需將水壓力設定為零，但若使用者未將水壓設定為零(例如：直接切換選項為總應力法分析，但忘記重設水壓)，後續程式執行時仍將逕行視為零水壓進行分析，此時系統會通知使用者檢視計算書中之水壓是否正確，以避免誤用而使水壓不符預期。傳統 RIDO 無此功能，水壓需自設為零才能得到正確結果。

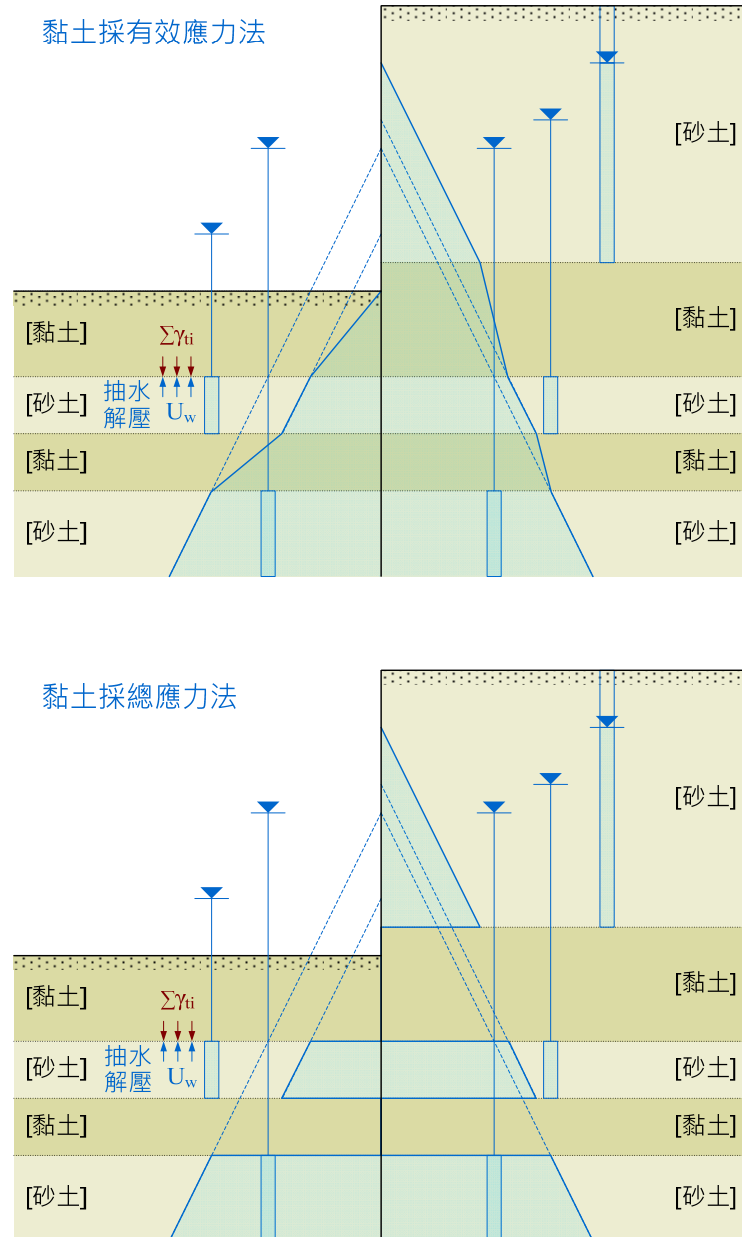


圖 5.13-2 砂土、黏土互層之水壓設定方法

5.14 擋土壁勁度

XDO 提供擋土壁勁度快速計算功能，擋土壁型式包括：連續壁、排樁、鋼板樁、鋼軌樁、型鋼及擋土柱，計算方式如下：

(1)連續壁

$$R = \phi EI' \dots\dots\dots(5.14-1)$$

其中，

$$E = 120,000 \times \sqrt{f_c'} \text{ (TWN-USD112)}$$

$$E = 150,000 \times \sqrt{f_c'} \text{ (TWN-USD110 之前)}$$

$$I' = 1 \times T^3 / 12$$

(2)排樁

$$R = \phi EI / S \dots\dots\dots(5.14-2)$$

其中，

$$E = 120,000 \times \sqrt{f_c'} \text{ (TWN-USD112)}$$

$$E = 150,000 \times \sqrt{f_c'} \text{ (TWN-USD110 之前)}$$

密接排樁、非密接排樁

$$I = \pi \times D^4 / 64$$

切削樁

$$I = \frac{\pi \times D^4}{64} - \frac{r^4}{6(3\alpha - 3ab/r^2 - 2ab^3/r^4)}$$

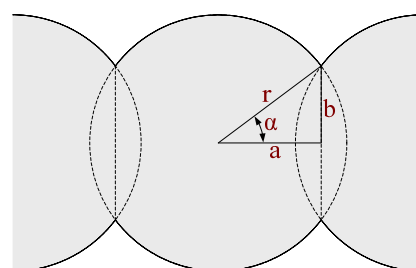


圖 5.14-1 切削樁

(3)鋼板樁

$$R = \phi EI' \dots\dots\dots(5.14-3)$$

E 之預設值為 20,400,000 tf/m²，可自行修改；I' 由自動查表求得。

(4)鋼軌樁、型鋼

$$R = \phi EI / S \dots\dots\dots(5.14-4)$$

E 之預設值為 20,400,000 tf/m²，可自行修改；I 由自動查表求得。

(5)擋土柱

$$R = \phi EI / S \dots\dots\dots(5.14-5)$$

其中，

$$E = 120,000 \times \sqrt{f_c'} \text{ (TWN-USD112)}$$

$$E = 150,000 \times \sqrt{f_c'} \text{ (TWN-USD110 之前)}$$

$$I = B \times H^3 / 12$$

鋼筋混凝土的楊氏模數 E 係以 f'_c 進行推估，然混凝土在水中澆置時品質受到影響，一般在設計時可以考慮將混凝土強度降一級，例如：強度 $f'_c=280 \text{ kgf/cm}^2$ 之混凝土在設計時改採用 245 kgf/cm^2 進行分析。

勁度折減係數 ϕ 與材料狀況有關，以鋼筋混凝土而言，壁體承受彎矩之後可能開裂，造成有效慣性矩降低，同時亦受到混凝土澆置成形完整度的影響， ϕ 一般經驗值約為 $0.5\sim0.7$ ；以鋼材而言，有效勁度受到鋼材折舊之影響， ϕ 一般經驗值約為 $0.4\sim0.8$ 。

採用不同 RC 設計規範將影響連續壁、排樁或擋土柱之楊氏模數計算。過去台灣工程界採用的擋土壁勁度折減係數 ϕ 一般約為 $0.5\sim0.7$ ，其值乃立基在 $E=150,000\sqrt{f'_c}$ 的計算準測之下，若採用 TWN-USD112 規範較低的楊氏模數時，或許可以提高勁度折減係數 ϕ ，較能符合過去的使用經驗。

5.15 支撐勁度

XDO 提供支撐勁度快速計算功能，支撐型式包括：型鋼、樓板/RC 板、地錨，計算方式如下：

(1) 型鋼、地錨

$$R = \phi nEA/L \dots\dots\dots(5.15-1)$$

鋼材 E 之預設值為 20,400,000 tf/m²，可自行修改；A 由 XDO 自動查表求得。型鋼的計算長度 L 因對稱關係建議輸入總長的一半，地錨的計算長度 L 建議輸入自由端長度。

(2) 樓板/RC 板

$$R = \phi EA/L \dots\dots\dots(5.15-2)$$

其中，

$$E = 120,000 \times \sqrt{f'_c} \text{ (TWN-USD112)}$$

$$E = 150,000 \times \sqrt{f'_c} \text{ (TWN-USD110 之前)}$$

L 的計算長度因對稱關係建議輸入總長的一半。

勁度折減係數 ϕ 除了與材料狀況有關之外，結構物的幾何形狀亦有相當的影響。以型鋼而言，有效勁度受到鋼材折舊之影響，此外，不規則形狀基地較方正基地的有效勁度為小，大基地因支撐不易排列平整，有效勁度較低，中間柱偏移、施工精度差、圍令背填不實亦使有效勁度降低， ϕ 一般經驗值約為 0.4~0.7；樓板/RC 板的有效勁度一般需考慮開口情況， ϕ 一般經驗值約為 0.6~0.9。

5.16 主牆與複牆的彎矩及剪力分配

開挖工程已設定主牆/原擋土壁 (Principal Wall , 勁度 R_{pri}) , 於某施工階段再以 AIN 指令設定複牆/附牆/副牆 (Attached Wall , 勁度 R_{att}) 之後 , 整體複合擋土壁的勁度增加 , 其等值勁度為 $R=R_{pri}+R_{att}$, 此處所指勁度 R 為擋土壁單位寬度的 EI 值。主牆所承擔的彎矩 M_{pri} 及複牆所承載的彎矩 M_{att} 可以下列公式計算 :

$$M_{pri} = R_{pri} \times X'' = R_{pri} \times (X'' - X''_o) + R_{pri} \times X''_o \dots\dots\dots(5.16-1)$$

$$M_{att} = R_{att} \times (X'' - X''_o) \dots\dots\dots(5.16-2)$$

其中 X'' 為壁體變位對深度的二次微分 , X''_o 為下達 AIN 指令前的二次微分初值 , 公式 5.16-1 中之 $R_{pri} \times X''_o$ 即為下達 AIN 指令前的初始彎矩 M_o , 公式 5.16-1 中之 $R_{pri} \times (X'' - X''_o)$ 以及公式 5.16-2 中之 $R_{att} \times (X'' - X''_o)$ 的合併值即為下達 AIN 指令後因施工造成的彎矩增量 ΔM , 由公式可知 , 主牆及複牆各別的彎矩增量與其勁度 R_{pri} 、 R_{att} 及二次微分增量 $X'' - X''_o$ 成正比。在設置複牆之後 , 兩牆的變位增量及二次微分增量相同 , 兩者之彎矩分配亦可由以下公式計算 :

$$\Delta M = M - M_o \dots\dots\dots(5.16-3)$$

$$M_{pri} = \Delta M \times \frac{R_{pri}}{R_{pri} + R_{att}} + M_o \dots\dots\dots(5.16-4)$$

$$M_{att} = \Delta M \times \frac{R_{att}}{R_{pri} + R_{att}} \dots\dots\dots(5.16-5)$$

在設置複牆之後 , 考量主牆及複牆之變位增量完全一致 , 兩牆的剪力增量與勁度成正比 , 因此 XDO 於剪力分配計算時亦採用相似於公式 5.16-3~5.16-5 的方法進行。實務上主牆與複牆之間的實際應力分配比重可能因擋土壁型式、施工方式及主牆與複牆之連結情況而與 XDO 所採用的分配方法不同 , 設計者可依實際情況自行斟酌。

公式 5.16-3~5.16-5 中的 M_o 及 ΔM 有可能正負號不同 , 所以計算得之 M_{pri} 及 M_{att} 有可能其一為正、其一為負 , 對於 V_{pri} 及 V_{att} 亦然。

5.17 內扶壁之等值土壤參數

綜合歸納整理謝旭昇與呂芳熾（1999）所提出的扶壁簡化模式，示意圖請見圖 5.17-1 所示，其要義為：

(1) 彈簧勁度增益

扶壁與土壤界面相對位移時將產生摩擦抗阻，因此扶壁之效果可視為彈簧，將扶壁彈簧併入原土壤彈簧後，整體彈簧勁度增加

(2) 被動土壓增益

扶壁與土壤界面的摩擦抗阻併入原地層之被動土壓力後，整體被動土壓力增加。

原文為針對 Rankine 土壓力情況下之推導，XDO 將其原理擴充至 Padfield & Mair 土壓力計算法及 RIDO 土壓力計算法，其中 Padfield & Mair 土壓力設定 $c_w=0$ 及 $\delta=0$ 時，即為 Rankine 土壓力計算法。

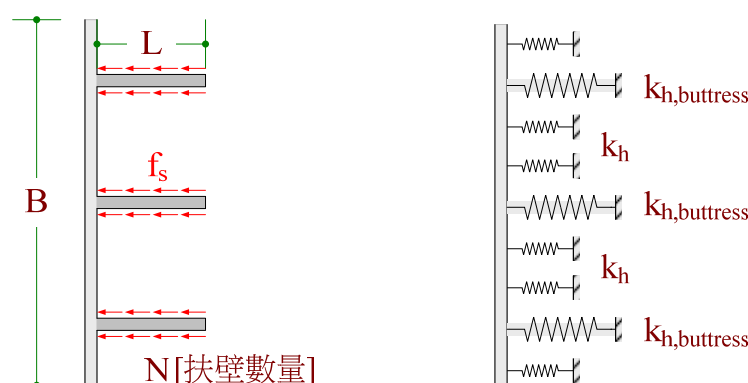


圖 5.17-1 扶壁簡化模式

扶壁與土壤間之摩擦力請見(5.17-1)~(5.17-3)式，黏土與砂土採用不同的經驗公式預估其摩擦力，其中扶壁在砂土層中計算等值彈簧 $k_{h,buttress}$ 及等值被動土壓力 $\sigma_{p,buttress}$ 也採用不同的公式。

$$f_s = \alpha S_u \text{ (tf/m}^2\text{)} \text{ [黏土，取 } \alpha = 1 \text{，此時 } c = S_u\text{]} \dots\dots\dots(5.17-1)$$

$$f_s = 0.2 N_{SPT} \text{ (tf/m}^2\text{)} \text{ [砂土，計算 } k_{h,buttress}\text{]} \dots\dots\dots(5.17-2)$$

$$f_s = \alpha c + K_p \times p \times \tan(\delta) \text{ (tf/m}^2\text{)} \text{ [砂土，取 } \alpha = 1 \text{，計算 } \sigma_{p,buttress}\text{]} \dots\dots\dots(5.17-3)$$

扶壁彈簧係假設扶壁與土壤相對變位達 $\Delta = 1 \text{ cm}$ 時摩擦力發揮到極

限值，摩擦力與變位的比值即為扶壁摩擦力勁度（ f_s/Δ ），考慮扶壁兩面作用，並將扶壁摩擦力勁度進行單位轉換及均攤，等值扶壁彈簧勁度 $k_{h,buttress}$ 可以(5.17-4)式表示。再將扶壁彈簧 $k_{h,buttress}$ 併入原土壤彈簧 k_h 後，整體彈簧勁度 $k_{h,mod}$ 增加，以(5.17-5)式表示。

$$k_{h,buttress} = \frac{2f_s LN}{B\Delta} \quad [\text{取 } \Delta = 1 \text{ cm}] \dots\dots\dots(5.17-4)$$

$$k_{h,mod} = k_h + k_{h,buttress} = k_h + \frac{2f_s LN}{B\Delta} \dots\dots\dots(5.17-5)$$

各扶壁的摩擦力均攤後對於開挖側被動土壓力的貢獻值 $\sigma_{p,buttress}$ 可以(5.17-6)式表示，原地層的被動土壓力可以(5.17-7)式表示，增加後的整體被動土壓力可以(5.17-8)式表示。其中(5.17-7)及(5.17-8)中 β 的係數依據不同的土壓力計算法（Padfield & Mair 或 RIDO）而異，請見後續說明。

$$\sigma_{p,buttress} = \frac{2f_s LN}{B} \dots\dots\dots(5.17-6)$$

$$\sigma_p = K_p \times p + 2c\sqrt{K_p} \times \beta \dots\dots\dots(5.17-7)$$

$$\sigma_{p,mod} = \sigma_p + \sigma_{p,buttress} = K_p \times p + 2c\sqrt{K_p} \times \beta + \frac{2f_s LN}{B} \dots\dots\dots(5.17-8)$$

將前述整體彈簧勁度增加計算式(5.17-5)以及整體被動土壓力增加計算式(5.17-8)對於不同地層特性（砂土或黏土）、分析方法（總應力法或有效應力法）、土壓力計算法（Padfield & Mair 或 RIDO）以及 XDO 程式特性予以歸納：於砂土層中相當於提升 K_p 值以增加整體被動土壓力；於不排水黏土層中相當於提升 S_u 值以增加整體被動土壓力；無論砂土或黏土皆需修正 k_h 值以增加整體彈簧勁度。說明如下：

(1)砂土（礫石、卵礫石）

排水地層（例如：砂、礫石、卵礫石）地層採用「有效應力法」（參數 $\phi=\phi'$ ），此情況下需修正 K_p 值以增加整體被動土壓力，以及修正 k_h 值增加整體彈簧勁度。

$$K_{p,mod} = \left(1 + \frac{2LN \tan(\delta)}{B}\right) \times K_p \dots\dots\dots(5.17-9)$$

$$k_{h,mod} = k_h + \frac{40N_{SPT} LN}{B} \dots\dots\dots(5.17-10)$$

如果砂土層含有凝聚力（參數 $c=c'$ ），此情況下亦需修正 c 值以增加

整體被動土壓力。

$$c_{\text{mod}} = \left(\frac{\sqrt{K_p}}{\sqrt{K_{p,\text{mod}}}} + \frac{LN}{\beta B \sqrt{K_{p,\text{mod}}}} \right) \times c \quad \dots\dots\dots(5.17-11)$$

對於 Padfield & Mair 土壓力計算法而言：

$$\beta = \sqrt{1 + c_w / c} \quad \dots\dots\dots(5.17-12)$$

對於 RIDO 土壓力計算法而言：

$$\beta = \frac{1}{2 \tan \phi} \left[\frac{\cos \delta + \sin \phi \times \cos \gamma}{1 - \sin \phi} e^{+(\gamma + \delta) \tan \phi} \cos \delta - 1 \right] \quad \dots\dots\dots(5.17-13)$$

$$\sin \gamma = \frac{\sin \delta}{\sin \phi}, \quad \gamma \in \left[0, \frac{\pi}{2} \right] \quad \dots\dots\dots(5.17-14)$$

當 ϕ 為 0 時 (總應力法)，公式(5.17-13)中的 β 值為介於 $1 \sim (2+\pi)/4$ 之間的數值 ($\delta/\phi=0$ 時， $\beta=1$ ； $\delta/\phi=1$ 時， $\beta=(2+\pi)/4=1.285\dots$)。

(2)採用總應力法的黏土

黏土採用「總應力法」時 (參數 $c=S_u$ 、 $\phi=0$)，需修正 c 值以增加整體被動土壓力，以及修正 k_h 值增加整體彈簧勁度。

$$c_{\text{mod}} = \left(1 + \frac{LN}{\beta B} \right) \times S_u \quad \dots\dots\dots(5.17-15)$$

$$k_{h,\text{mod}} = k_h + \frac{200S_u LN}{B} \quad \dots\dots\dots(5.17-16)$$

對於 Padfield & Mair 土壓力計算法而言， β 值請參考(5.17-12)式；對於 RIDO 土壓力計算法而言， β 值計算請參考(5.17-13)及(5.17-14)式。

(3)採用有效應力法的黏土

黏土採用「有效應力法」時 (參數 $c=c'$ 、 $\phi=\phi'$)，其修正方法與砂土相同，需修正 c 值及 K_p 值以增加整體被動土壓力，以及修正 k_h 值以增加整體彈簧勁度。本情況的修正公式請參考(5.17-9)及(5.17-11)~(5.17-14)式，而修正 k_h 值的公式需採用(5.17-16)式。

當「進階分析設定」中「 k_h 與深度關係」選擇隨深度增加時， k_{hp} 亦需修正設定，其公式如下：

$$k_{hp,\text{mod}} = \frac{k_{h,\text{mod}}}{k_h} \times k_{hp} \quad \dots\dots\dots(5.17-17)$$

六 · XDO 與擋土支撐元件設計

在深開挖工程中，施工序與擋土壁體、土壤、支撐系統的力學反應及互制回饋具有高度聯動性；在設計過程中，亦需不斷檢核並回饋擋土支撐元件的強度是否足以承載分析所得之應力。傳統分析程序常須在不同的獨立軟體（或自行開發的試算表）間進行資料轉換與反覆人工檢核，耗時且易生人為疏失。有鑑於此，CATii 系統以優化流程與提升效率為導向，整合 XDO 與各深開挖擋土支撐元件設計子程式，包括：「深開挖支撐系統設計」、「深開挖擋土壁設計」及「深開挖中間柱設計」，讓使用者易於進行深開挖設計。具體架構與作法請見以下章節說明。

6.1 深開挖設計流程

圖 6.1-1 為深開挖設計流程圖。在規劃階段，必須先依據地質鑽探調查資料、規劃之施工工法及開挖深度，決定擋土壁的壁體深度（或貫入深度），使用者可利用 CATii 系統的「擋土壁貫入深度分析」子程式進行分析與檢核。在台灣工程實務上，擋土壁深度通常在地質鑽探調查報告中便已初步提出，但仍建議設計者依據具體的開挖設計構想重新檢核，必要時重新調整擋土壁深度。

在進入開挖擋土分析設計（XDO）時，需先假設擋土壁的型式及規格以及支撐規格及預力。擋土壁型式的選擇需綜合考量開挖深度、地質條件、地下水位、鄰房保護要求、施工空間與經濟效益，台灣工程實務常用的擋土壁型式如下：

(1)連續壁

適用於都會區深開挖工程（開挖深度通常大於 10 公尺以上）、地下水位高且大眾運輸或鄰房密集的敏感地區。連續壁結構勁度極佳、變形控制能力強，且具備優良的水密性，是目前都會區深開挖最常使用的擋土工法。連續壁的施工振動及噪音相對較低，壁體可當作永久結構，與基礎板連結後可兼作基樁使用。連續壁工法的缺點是施工機具及周邊設備龐大，施工費用相對較高，不適用於卵礫石層，在鬆散砂層中挖掘時需嚴防坍孔。一般來說，擋土壁厚度約為開挖深度的 1/20 左右。

(2)排樁

適用於開挖較淺、開挖區域形狀不規則、山坡地施工空間受限（大型機具無法進場）、或是地下水問題較輕微之地層。排樁施工之噪音與振動較小，配合適當鑽頭可穿入卵礫石層或岩盤；但因樁與樁之間存在間隙，本身不具止水能力，若位於地下水位以下，實務上必須搭配背填灌漿或另設止水帷幕。排樁工法的缺點是排樁工法的缺點是水平方向不具結構連續性（無水平勁度），且整體施工品質受現地因素與施工技術影響較大。

(3)鋼板樁

適用於開挖深度約 6~8 公尺以下、高地下水位之軟弱黏土層或砂土層、透水性強之地層、河岸或港灣等水岸工程。鋼板樁止水性尚佳、施工速度快，且構件於完工後可拔除回收再利用，經濟效益高。

(4)鋼軌樁

適用於淺層開挖（通常小於 3~5 公尺），地層條件較佳、遠離鄰房之郊區或獨立基地小規模工程。實務上通常採用舊料，成本低廉、施工簡便且可回收。但因其剛度低、變形量大且不具止水性，無法使用於軟弱地層或高水位之都市密集區。

(5)型鋼

適用於淺至中層開挖，配合衝擊式鑽孔機具預鑽孔後，可打設在卵礫石層。本工法施工彈性大，施作時需配合木橫板條（或鋼襯板）擋土。樁體於完工後可部分拔除回收，但因無止水能力，若工址位於高水位則開挖時仍需配合大規模降水。

(6)擋土柱

適用於大粒徑卵礫石地層的深開挖工程，早期台中地區多採用人工鑿孔擋土柱來克服卵礫石層屏障。擋土柱的勁度佳，但不具水密性，若開挖深度在地下水位以下，仍需配合大規模降水。

擋土壁之規格在設計初期通常先依實務經驗假定，各階開挖深度及支撐位置需先決定，支撐規格及預力亦先以經驗假定，再將地層、擋土

壁、支撐、樓板以及開挖工序建入開挖擋土分析程式的模型之中。由開挖擋土分析程式分析出來的結果必需先進行初步判定：

(1)支撐預力比

為保有型鋼支撐強度餘裕，支撐預力與最大軸力的比值一般約控制在 50% 左右。採用加強支撐控制擋土壁變形以保護鄰房建物時（例如：捷運工程），則將支撐預力比提高至 70% 左右。

(2)剪力圖及彎矩圖形狀特徵

支撐軸力、樓板及地層（軟弱或堅硬）的反力皆會反應在擋土壁的剪力圖及彎矩圖，有經驗的設計者可以依據圖形之特徵趨勢，研判設計成果是否合理。

(3)壁體變形量及形狀特徵

如果擋土壁底部之變位隨著開挖深度的增加而有不合理加大，或向開挖區內推出之趨勢，代表整個開挖穩定系統呈現不穩定，有經驗的設計者可以依此特徵研判設計成果是否合理。有出現此特徵通常是擋土壁貫入深度不足，或是需要輔以地盤改良增加被動抵抗力。

(4)開挖面下方塑性區分布

如果開挖面下方土壤彈簧達到塑性的比例太大，被動土壓力發揮比 F_m/F_p 會呈現過高的數值（XDO 及 RIDO 皆在計算書中列出此數值），有經驗的設計者在研判 F_m/F_p 是否合理時，會視地層種類及空間分布而異。 F_m/F_p 為設計者確認設計方案適切性的輔助指標。

如果上述初判結果不在合理範圍中，則需要修改分析模型中的相關設定（支撐預力或規格），或是調整設計方案（擋土壁深度、厚度、各階開挖深度、擋土壁型式，或是開挖工法），並重新分析。

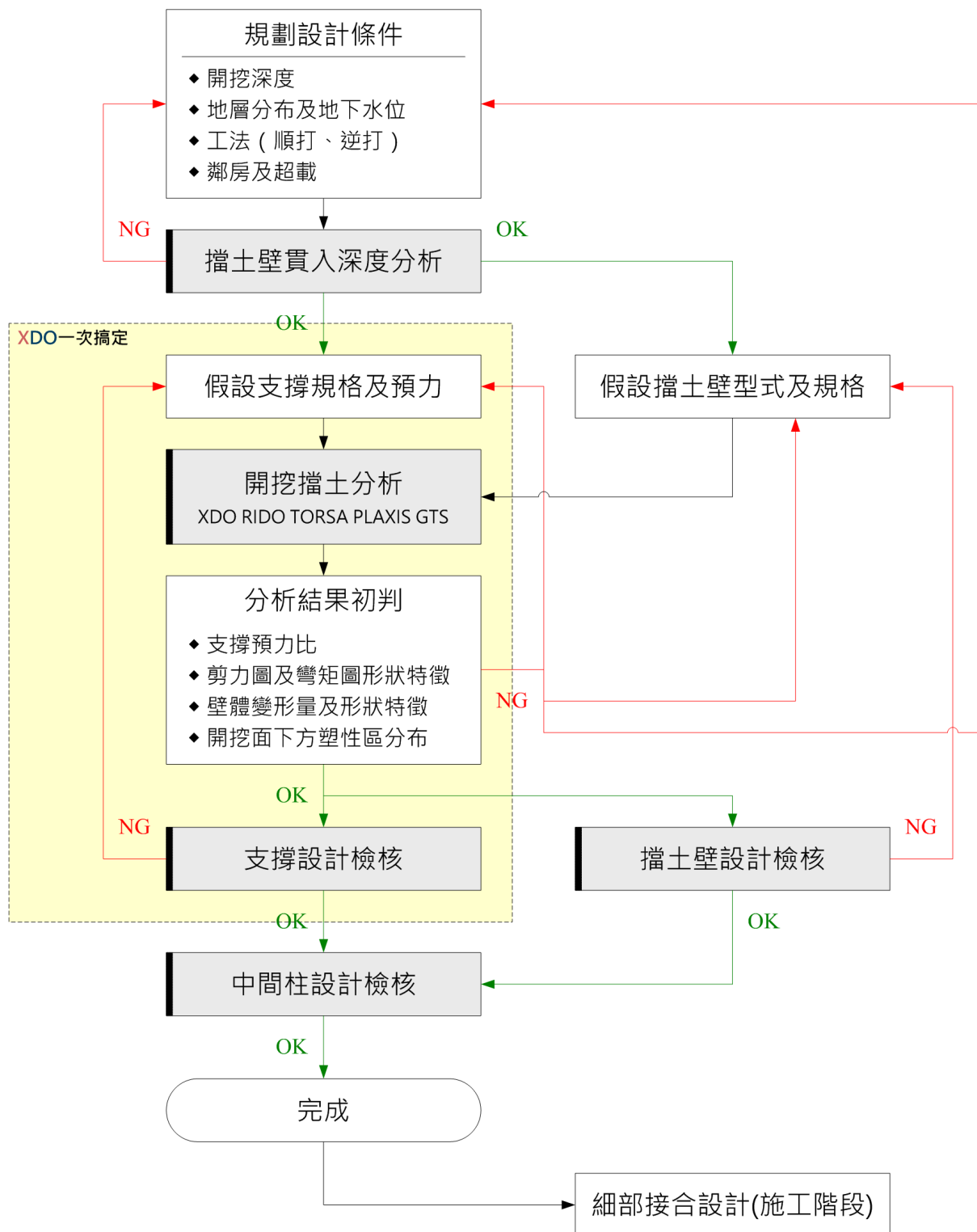


圖 6.1-1 深開挖設計流程圖

當分析結果經初步判定合理後，需另以其他工具（如試算表或其他程式）確認所選用之支撐是否能承受分析所得之軸力，以及壁體是否能承受分析所得之剪力與彎矩。對此，建議檢核工具採用 CATii 系統的「深開挖支撐系統設計」及「深開挖擋土壁設計」子程式；該程式可以直接匯入 XDO 計算書，由系統自動擷取檢核所需資料，免除人工重複輸入資料的繁瑣步驟。若檢核結果未能通過，則需調整支撐或擋土壁之規格，並重新進行分析與檢核，直至支撐系統與壁體結構完全通過檢核為止。

此外，如圖 6-1 中黃色虛線區域所示，若於 XDO 中選用「簡易型鋼支撐檢核」功能，在分析過程中即可同步獲得各階支撐的預力百分比及支撐檢核結果，便於設計者直接進行動態調整；此舉能大幅節省反覆調整與分析的時間，達到快速分析定案之時效。相關操作細節請見第 3.3 節說明。

支撐系統及擋土壁設計定案之後，可進行中間柱設計。對此，建議檢核工具採用 CATii 系統的「深開挖中間柱設計」子程式；該程式具備與 XDO 計算書對接之功能，能一鍵匯入分析所得之應力條件，大幅簡化整體設計流程。至此，所有深開挖相關設計皆已全數完備。

於施工階段，支撐施工專業廠商需提出細部接合設計及施工細部圖說，包括：圍令下方三角托架與擋土壁之接合、支撐下方三角托架與中間柱之接合、支撐下方槽鋼或托梁與中間柱之接合、支撐對接、角撐連接支撐及圍令之接合、圍令與支撐接合處翼板加勁角鋼、大斜撐止滑接合、中間柱交叉拉桿檢核... 等。此類細部接合設計往往因施工廠商之工法與習慣不同而有所差異，通常不屬於前期深開挖基本設計之範疇。

6.2 CATii 深開挖支撐系統設計

CATii「深開挖支撐系統設計」之輸入頁面如圖 6.2-1 所示，為精簡篇幅，以下謹說明本程式與 XDO 互相關聯整合的部分。

進行設計時，建議點選「支撐階數」右側的「載入分析結果」按鈕，並於彈出之對話框中開啟已分析完成的 XDO 計算書，此時，系統將自動擷取各階支撐深度 D_s 、支撐點正向力 F_n 、支撐間距 S 及支撐角度 θ_s 及支撐型鋼型號等資料，以及鋼材標稱降伏強度 F_y 、鋼材楊氏模數 E 以及短期容許應力提高因數 α_{sb} 。

其中 θ_s 的輸入格式包括水平向及垂直向夾角 $[\theta_{sh}, \theta_{sv}]$ ，程式會自動讀取 XDO 中的 STR 指令之支撐傾角設定方向，自動轉換成 θ_s 所需要的格式；隨後，程式會自動將支撐點正向力 F_n 依支撐角度轉換成支撐檢核所需要的支撐軸力 P 。其他在 XDO 中未設定的參數則由設計者依設計條件自行手動輸入。

CATii「深開挖支撐系統設計」之設計成果包括支撐、角撐及圍令的檢核，其中，支撐檢核的細部分析數值與 XDO 中的「簡易型鋼支撐檢核」成果完全一致，因為兩者採用相同的分析計算核心；而角撐及圍令的檢核則為 XDO「簡易型鋼支撐檢核」所沒有的功能，因為角撐及圍令並未參與 XDO 模型。

分享

系統資訊 開新檔案 開啟舊檔 儲存檔案 執行程式

深開挖支撐系統設計-PRO

設計條件

支撐型式	型鋼支撐		
鋼結構設計規範	TWN-ASD099		
鋼材標稱降伏強度 F_y	=	2500	(kgf/cm ²)
鋼材楊氏模數 E	=	2040000	(kgf/cm ²)
短期容許應力提高因數(支撐角撐) α_{sb}	=	1.25	
短期容許應力提高因數(圍令) α_w	=	1.25	

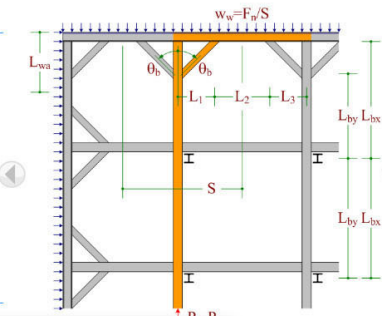
支撐系統設定

支撐階數	1		
強軸無側撐長度 L_{bx} 輸入法	統一數值	$L_{bx} =$	7 (m)
弱軸無側撐長度 L_{by} 輸入法	統一數值	$L_{by} =$	7 (m)
支撐角撐活載重 w_L 輸入法	統一數值	$w_L =$	0.1 (tf/m)
角撐支點之間距 L_2 輸入法	自動計算		

No	支撐系統型式	n×型鋼型號	D_s (m)	n×P (tf/路)	P (tf/支)	P_t (tf/支)	S (m)	θ_s (deg.)	θ_b (deg.)
1	支撐 單支撐	-							
	角撐 單角撐	-			30			0	45
	圍令 單圍令	-							

進階分析設定

支撐力輸入法	輸入每路支撐軸力 n×P
圍令側向線荷重 w_w 計算法	不計支撐溫度力 P_t
圍令檢核方法	鋼結構設計
$f_a/F_a \leq 0.15$ 時之檢核方法	☒ 採 AISCS (H1-1) 及 (H1-2) 公式



載入分析結果

開啟舊檔

支援之程式輸出檔如下：
XDO 計算書 [*.xls]
RIDO3 計算書 [*.lst]
RIDO4 計算書 [*.lst]
TORSAS3 計算書 [*.o]

載入計算書後，程式自動擷取各階支撐之 D_s 、 F_a 、 S 及 θ_s 等數值，若為 XDO 計算書則可再擷取支撐型鋼型號。計算書中之 θ_s 若未指定方向，則預設視為垂直向夾角 θ_{sv} ，使用者可再依實際設計情況修改。

L_2 (m)	L_3 (m)	L_{wa} (m)
1.5		0

圖 6.2-1 CATii 深開挖支撐系統設計之輸入頁面

6.3 CATii 深開挖擋土壁設計

CATii「深開挖擋土壁設計」之輸入頁面如圖 6.3-1 所示，為精簡篇幅，以下謹說明本程式與 XDO 互相關聯整合的部分。

進行設計時，建議點選「深度、彎矩及剪力陣列」右側的「載入彎矩及剪力」按鈕，並於彈出之對話框中開啟已分析完成的 XDO 計算書，此時，系統將自動擷取各施工階段分析所得之剪力及彎矩，以及擋土壁型式及規格，並自動將其轉換成程式所需的深度、彎矩及剪力陣列格式。其他在 XDO 中未設定的參數則由設計者依設計條件自行手動輸入。

CATii「深開挖擋土壁設計」提供的擋土壁型式包括：連續壁、排樁、鋼板樁、鋼軌樁、型鋼及擋土柱，針對 RC 類的擋土壁（連續壁、排樁及擋土柱），本程式支援快速設計功能，設計者只需按下「鋼筋淨保護層厚度」右側的「自動配筋」按鈕，系統將自動完成配筋。使用者可將自動配筋結果作為設計初稿，再自行調整至最適當的配置，能大幅減少設計時間。

CATii「深開挖擋土壁設計」之設計成果包括壁體剪力及彎矩的檢核。若為 RC 類之擋土壁，則分析成果亦將一併納入其他 RC 設計相關檢核（如：鋼筋間距、鋼筋量、溫度鋼筋需求.....等）。

系統資訊 開新檔案 開啟舊檔 儲存檔案 執行程式

分享

深開挖擋土壁設計 **PRO**

設計條件

擋土壁型式: 連續壁

RC 設計規範: TWN-USD112

混凝土抗壓強度 f'_c = 210 (kgf/cm²)

鋼筋強度 $\geq$ D16 f_{y1} = 4200 (kgf/cm²)

鋼筋強度 $\leq$ D13 f_{y2} = 2800 (kgf/cm²)

短期容許應力提高因數 α = 1.25

載重係數 F = 1.6

彎矩及剪力輸入方式: 輸入深度、彎矩及剪力陣列

深度、彎矩及剪力陣列 [A] =

配筋

連續壁長度 L = (m)

連續壁厚度 T = (m)

鋼筋淨保護層厚度 c_c = 7.5 (cm)

擋土側				開挖側			
主筋 / 分段		1		主筋 / 分段		1	
D ₁	D ₂	鋼筋稱號	s	D ₁	D ₂	鋼筋稱號	s
(m)	(m)		(cm)	(m)	(m)		(cm)

剪力鋼筋 / 分段						1	
D ₁	D ₂	鋼筋稱號	鋼筋型式	s _h	s _v		
(m)	(m)			(cm)	(cm)		

水平溫度鋼筋			
D ₁	D ₂	鋼筋稱號	s _t
(m)	(m)		(cm)
0			

進階分析設定

剪力鋼筋考量: 不考慮小斜筋的剪力貢獻

載入彎矩及剪力

開啟舊檔

支援之程式輸出檔如下:

- XDO 計算書 [*.xls]
- RIDO3 計算書 [*.lst]
- RIDO4 計算書 [*.lst]
- TORSA3 計算書 [*.o]

載入計算書後, 程式自動擷取各階分析之剪力及彎矩, 若為 XDO 計算書則可再擷取採用的擋土壁型式及規格。

圖 6.3-1 CATii 深開挖擋土壁設計之輸入頁面

6.4 CATii 深開挖中間柱設計

CATii「深開挖中間柱設計」之輸入頁面如圖 6.4-1 所示，為精簡篇幅，以下謹說明本程式與 XDO 互相關聯整合的部分。

進行設計時，建議點選「支撐條件輸入方式」右側的「載入分析結果」按鈕，並於彈出之對話框中開啟已分析完成的 XDO 計算書，此時，系統將自動擷取各施工階段分析所得之支撐軸力及支撐間距，並將支撐間距設為 L_{s1} 或 L_{s2} （方向①及方向②計算支撐型鋼自重及活載重之長度，設計者可再自行修改）。其他在 XDO 中未設定的參數則由設計者依設計條件自行手動輸入。

CATii「深開挖中間柱設計」之設計成果包括：中間柱型鋼檢核、型鋼貫入基樁檢核、基樁容許承载力檢核、基樁容許拉拔力檢核及基樁 RC 設計檢核。

分享

系統資訊 開新檔案 開啟舊檔 儲存檔案 執行程式

深開挖中間柱設計

型鋼條件

鋼結構設計規範

TWN-ASD099

中間柱型鋼型號

H350×350×12×19

鋼材標稱降伏強度

$F_y = 2500$ (kgf/cm²)

鋼材楊氏模數

$E = 2040000$ (kgf/cm²)

短期容許應力提高因數

$\alpha = 1.25$

最大開挖深度

$D_e =$ (m)

最下階支撐與開挖面距離

$L_1 =$ (m)

型鋼埋入深度

$H =$ (m)

型鋼與地面距離

$H_0 =$ (m)

中間柱上方傳遞荷重

$N_s =$ (tf)

支撐傾斜力比值

$r = 2$ (%)

支撐條件輸入方式

自動載入分析結果

支撐配置

雙向 採用 相同檔案

支撐荷重偏心彎矩傳遞方向

強軸

支撐荷重偏心彎矩計算考量

單支撐有偏心彎矩，雙支撐無

支撐活載重 w_L 輸入法

統一數值 $w_L = 0.1$ (tf/m)

① / PHASE

$D_{e1}' =$ (m)

N_e	$n \times$ 型鋼型號	D_{s1} (m)	$n \times P_1$ (tf/路)	P_1 (tf/支)	P_{t1} (tf/支)	L_{s1} (m)	w_{L1} (tf/m)
1					30		0.1

② / PHASE

$D_{e2}' =$ (m)

N_e	$n \times$ 型鋼型號	D_{s2} (m)	$n \times P_2$ (tf/路)	P_2 (tf/支)	P_{t2} (tf/支)	L_{s2} (m)	w_{L2} (tf/m)
1					30		0.1

載入分析結果

開啟舊檔

支援之程式輸出檔如下：
 XDO 計算書 [*.xls]
 RIDO3 計算書 [*.lst]
 RIDO4 計算書 [*.lst]
 TORSAS3 計算書 [*.o]

載入計算書後，程式自動擷取支撐軸力及支撐間距，將支撐間距設為 L_{s1} 或 L_{s2} (使用者可再自行修改)，若為 XDO 計算書則可再擷取支撐型鋼型號。

圖示

H_0 , D_e , L_{s1} , L_1 , L_{s2} , L_2 , H , D , N_s , r , e_y , 假設支點

基礎承載力分析設定

基礎型式

圓形樁

基礎承載力決定方式

輸入基礎承載力

基礎容許承載力

$Q_{a2} =$ (tf)

基礎容許拉拔力

$R_{a2} =$ (tf)

基礎範圍平均 SPT-N 值

$N_{avg} =$

基礎設計

RC 設計規範

TWN-USD112

混凝土抗壓強度

$f'_c = 210$ (kgf/cm²)

鋼筋強度 $[\geq D16]$

$f_{y1} = 4200$ (kgf/cm²)

鋼筋強度 $[\leq D13]$

$f_{y2} = 2800$ (kgf/cm²)

箍筋型式

橫箍筋

[1] [主筋]

$\times$ (支)

[2] [箍筋]

@ (cm)

鋼筋淨保護層厚度

$c_c = 7.5$ (cm)

型鋼/混凝土容許摩擦力比

$f_{sa,H}/f'_c = 0.02$

型鋼/混凝土容許底承力比

$q_{ba,H}/f'_c = 0.3$

進階分析設定

$f_a/F_a \leq 0.15$ 時之檢核方法

採 AISCS (H1-1) 及 (H1-2) 公式

圖 6.4-1 CATii 深開挖中間柱設計之輸入頁面

CATii XDO

127

www.dalec.com.tw/catii/XDO.aspx

七 · XDO 分析案例

以下例舉幾個代表性分析案例，這些案例涵蓋了工程實務上幾種常用的分析類型，包括：順打工法與逆打工法、支撐式開挖與懸臂式開挖、一般開挖與土堤開挖、水密性擋土壁與非水密性擋土壁、有效應力法與總應力法。使用者可於系統中點選「開啟舊檔」並選擇「開範例檔」，即可載入並檢視各分析案例。

7.1 案例一：鋼軌樁+順打 2 階支撐+有效應力法

本案例為地下 2 層之開挖工程，開挖深度為 8.6 m，採用 50 kg 鋼軌樁做為擋土壁（間距 50 cm，長度 12 m），以順打工法開挖，並配合 2 階型鋼內支撐。地下開挖施工步驟如表 7.1-1 所示，分析用簡化地層參數如表 7.1-2 所示，擋土壁、支撐及樓板之參數及勁度詳見表 7.1-3~表 7.1-5 所示，開挖擋土剖面請見圖 7.1-1 及圖 7.1-2。

本基地地層以卵礫石（GP）為主，初始地下水位位於地表下 4.5 m，由於卵礫石屬透水性佳之排水地層，分析時採用有效應力法，開挖區之地下水位控制在開挖面下 1 m，因鋼軌樁為非水密性擋土壁，故開挖抽水滲流後擋土壁兩側之水位將維持相同。分析時亦同時執行「簡易型鋼支撐檢核」。分析輸入檔請見圖 7.1-3。

分析結果請見圖 7.1-4 及圖 7.1-5，由結果可知，各階支撐預力大約控制在最大分析軸力的 50% 附近（44%~49%），以避免實際施工時支撐軸力非預期性飆升超過支撐的容許軸力；最終所有支撐檢核結果均全數通過。

表 7.1-1 案例一地下開挖施工步驟

Phase	降水 / 開挖	支撐或樓板	說明
1	- / 2 m		第 1 階開挖
2		1.2 m	第 1 階支撐 H300@6m，預壓 20 tf
3	7 m / 6 m		第 2 階降水及開挖
4		5.2 m	第 2 階支撐 H300@6m，預壓 20 tf
5	9.6 m / 8.6 m		第 3 階降水及開挖
6		8.55 m 8.2 m 6.5 m -	打設 PC，10 cm 打設 BSF 板，60 cm 打設 B2F 板，20 cm 拆除第 2 階支撐
7		3.3 m -	打設 B1F 板，20 cm 拆除第 1 階支撐

表 7.1-2 案例一分析用簡化地層參數

No	分類	Z (m)	SPT-N	γ_t (tf/m ³)	c' (tf/m ²)	ϕ' (deg.)	S_u (tf/m ²)	K_a	K_o	K_p	k_h (tf/m ³)
1	SF	2.5	8	1.87	0	28	-	0.317	0.531	4.197	1000
2	GP	15.0	50	2.20	1	33	-	0.256	0.455	5.986	6250

註： K_a 及 K_p 採 Coulomb 用土壓力係數計算法，取 $D_a=0.5$ 、 $D_b=0.5$ 。

表 7.1-3 案例一擋土壁參數及勁度

擋土壁型式	S	E	I	ϕ	R
	(m)	(tf/m ²)	(m ⁴)		(tf-m ² /m)
鋼軌樁 50kg	0.5	20400000	0.0000196	0.7	560

註：擋土壁勁度 $R=\phi EI/S$ 。

表 7.1-4 案例一支撐參數及勁度

No	型號	Z (m)	S (m)	F (tf)	n	E (tf/m ²)	A (m ²)	L (m)	ϕ	R (tf/m)
1	H300×300×10×15	1.2	6	20	1	20400000	0.01198	22	0.6	6665
2	H300×300×10×15	5.2	6	20	1	20400000	0.01198	22	0.6	6665

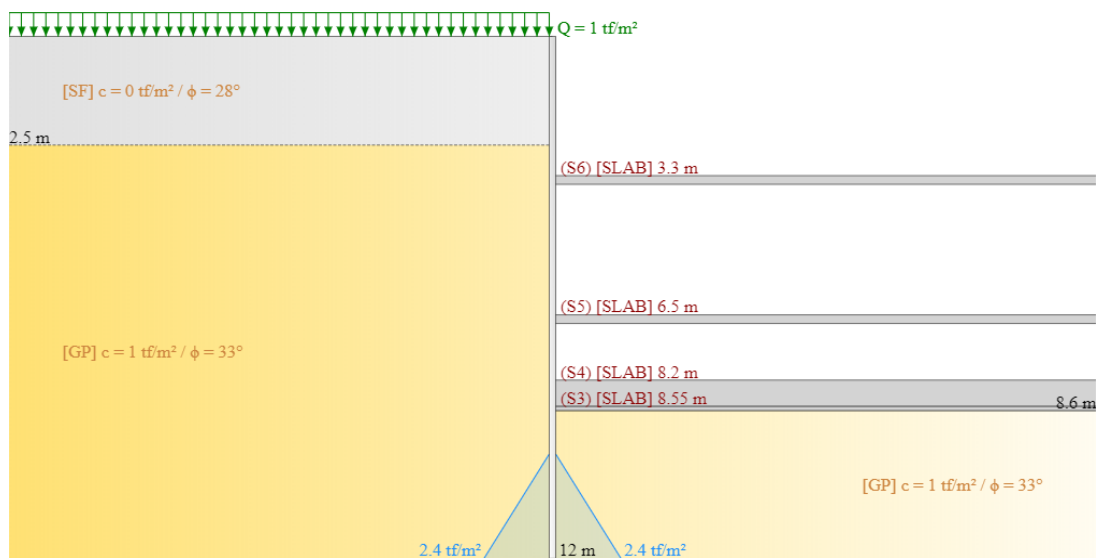
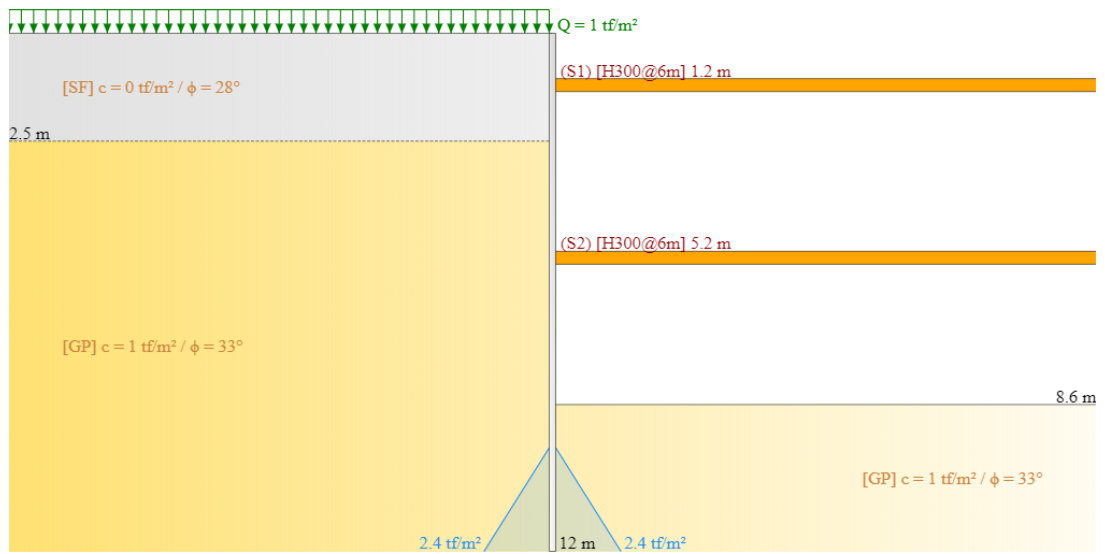
註：支撐勁度 $R=\phi nEA/L$ ，長度 L 取支撐長度或開挖寬度之半。

表 7.1-5 案例一樓板參數及勁度

No	樓板說明	Z	S	F	f_c'	E	A	L	ϕ	R
		(m)	(m)	(tf)	(kgf/cm ²)	(tf/m ²)	(m ²)	(m)		(tf/m)
3	PC	8.55	1	0	140	1774824	0.1	22	0.6	4840
4	BSF 板	8.2	1	0	280	2509980	0.6	22	0.6	41072
5	B2F 板	6.5	1	0	280	2509980	0.2	22	0.6	13691
6	B1F 板	3.3	1	0	280	2509980	0.2	22	0.6	13691

註：(1)模擬樓板時，取支撐間距 $S=1\text{m}$ ，預力 $F=0$ ，支撐斷面積 = 板厚 $\times 1\text{m}$ 。

(2)樓板勁度 $R=\phi nEA/L$ ，長度 L 取樓板長度或開挖寬度之半， $E=150000\sqrt{f_c'}$ 。



```

XDO *A*
*XDO SaSpCode:Padfield&Mair
*XDO khByDepth:Constant
*XDO KaKp:Coulomb
*XDO khD:N[125]
*XDO khU:Su[250]
*XDO Ana:D_E/U_T
*Retaining Wall Depth & Rigidity
0
12      560
*Strata Properties
*Z UW UW' Ka Ko Kp c phi Da Dp kh khp Cv
0
2.5    1.87  0.87  0.317 0.531 4.197 0      28      0.5    0.5    1000 0      0
15     2.2   1.2   0.256 0.455 5.986 1      33      0.5    0.5    6250 0      0
*XDO SF,D,0,28,,0.5,8
*XDO GP,D,1,33,,0.5,50
*Initial Water Table & Element Size
4       0.2
*Construction Stage
*PHASE 1
*Caquot Type Surcharge // Excavation
EXC(2) 2
SUC(1) 1
CAL(0)
*PHASE 2
*1st Strut
STR(1) 1.2   6      0      20      6665
CAL(0)
*PHASE 3
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
WAT(1) 7
WAT(2) 7
EXC(2) 6
CAL(0)
*PHASE 4
*2nd Strut
STR(1) 5.2   6      0      20      6665
CAL(0)
*PHASE 5
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
WAT(1) 9.6
WAT(2) 9.6
EXC(2) 8.6
CAL(0)
*PHASE 6
*3rd Strut / 4th Strut / 5th Strut / Remove Strut
STR(1) 8.55  1      0      0      4840
STR(1) 8.2   1      0      0      41072
STR(1) 6.5   1      0      0      13691
STR(0,2)
CAL(0)
*PHASE 7
*6th Strut / Remove Strut
STR(1) 3.3   1      0      0      13691
STR(0,1)
CAL(0)

```

圖 7.1-3(a) 案例一 XDO 程式輸入檔 (1/2)

```

*End of Calculation
END
EVP
STA
STOP
*XDO GUI
*XDO ProjectName:
*XDO ProjectNo:
*XDO Designer:
*XDO Remark:
*XDO IsDefaultFileName:False
*XDO IsUserDefinedFileName:True
*XDO IsNoSubject:False
*XDO IsDefaultSubject:False
*XDO IsUserDefinedSubject:True
*XDO UserDefinedFileName:XDO_Ex1
*XDO UserDefinedProjectName:XDO Example 1
*XDO UserDefinedTitle:鋼軌樁 + 順打 2 階支撐 + 有效應力法
*XDO STR-1:型鋼,H300×300×10×15,,,,,1,20400000,,0.01198,22,0.6,6665
*XDO STR-2:型鋼,H300×300×10×15,,,,,1,20400000,,0.01198,22,0.6,6665
*XDO STR-3:樓板/RC板,,140,0.1,,,,,1774824,0.1,22,0.6,4840
*XDO STR-4:樓板/RC板,,280,0.6,,,,,2509980,0.6,22,0.6,41072
*XDO STR-5:樓板/RC板,,280,0.2,,,,,2509980,0.2,22,0.6,13691
*XDO STR-6:樓板/RC板,,280,0.2,,,,,2509980,0.2,22,0.6,13691
*XDO WALL:鋼軌樁,,,,,280,,,JIS 50kg,0.5,2509980,20400000,1.96e-5,,0.7,560,1
*XDO BTRS:N,,,,,
*XDO RCCode:TWN-USD110
*XDO E:2040000
*XDO StrataDisplay:Y
*XDO StrutCheck:Y,TWN-ASD099,2500,2,U,6,U,6,U,0.1,1.25
*XDO StrutSet-1:1.2,20,30,0,1,1,6,6,0.1
*XDO StrutSet-2:5.2,20,15,0,1,1,6,6,0.1

```

圖 7.1-3(b) 案例一 XDO 程式輸入檔 (2/2)

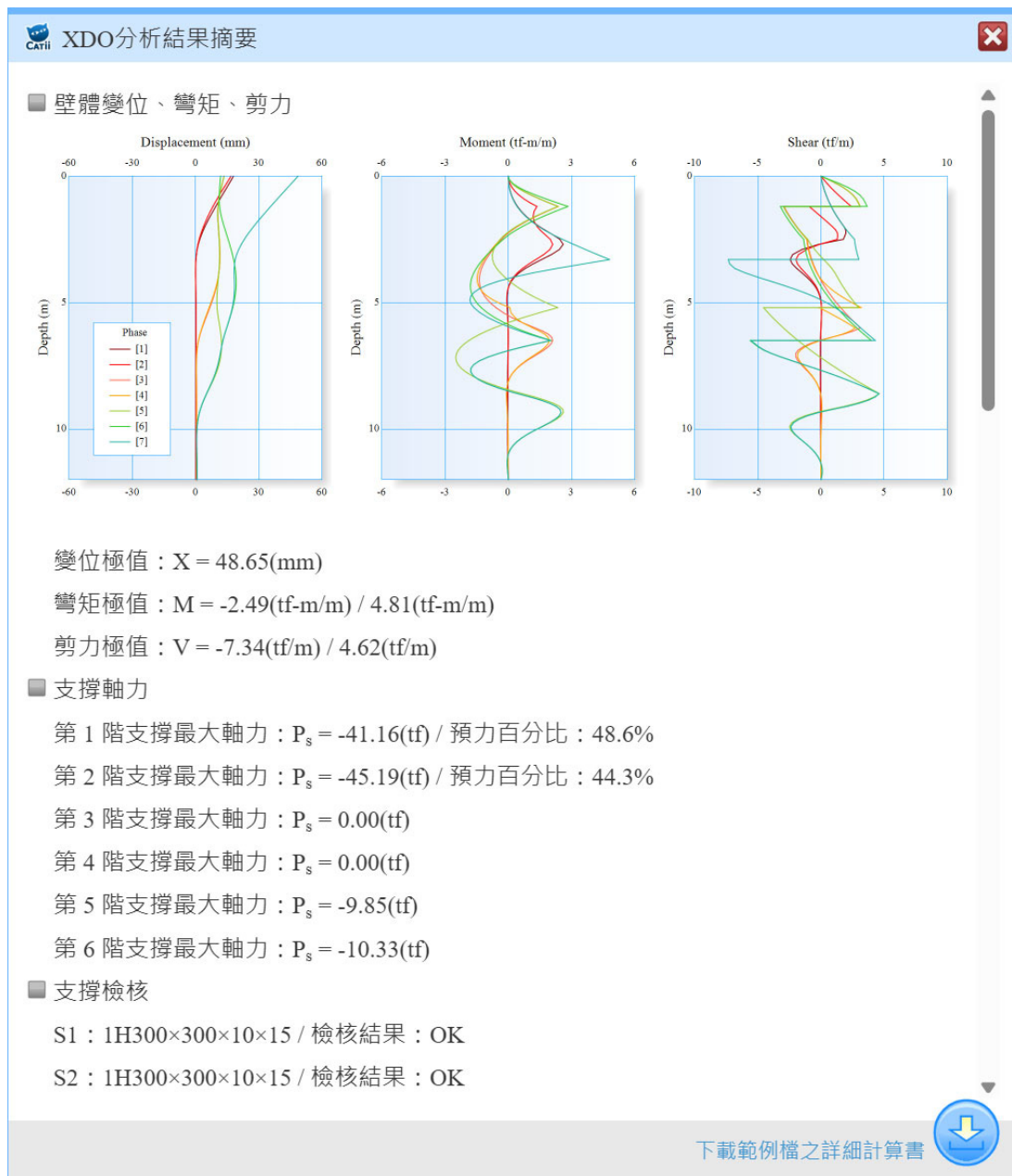


圖 7.1-4 案例一分析結果摘要

Phase	Position(m) / Force(tf)					
	S1	S2	S3	S4	S5	S6
	1.2(m)	5.2(m)	8.55(m)	8.2(m)	6.5(m)	3.3(m)
#1						
#2	-20.00					
#3	-36.19					
#4	-36.43	-20.00				
#5	-36.36	-45.19				
#6	-41.16	-	0.00	0.00	-9.60	
#7	-	-	0.00	0.00	-9.85	-10.33
Extremum	-41.16	-45.19	0.00	0.00	-9.85	-10.33
Preload	-20.00	-20.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Preload Ratio	48.6%	44.3%	-	-	-	-

圖 7.1-5 案例一分析支撐力

7.2 案例二：連續壁+順打3階支撐+有效應力法

本案例為地下3層之開挖工程，開挖深度為12.5 m，採用連續壁作為擋土壁，厚度70 cm，長度28 m，以順打工法開挖，配合3階型鋼內支撐。地下開挖施工步驟如表7.2-1所示，分析用簡化地層參數如表7.2-2所示，擋土壁、支撐及樓板之參數及勁度如表7.2-3~表7.2-5所示，開挖擋土剖面請見圖7.2-1及圖7.2-2。

本基地地層主要為砂土與黏土之互層，初始地下水位在地表下1.5 m，分析時無論砂土或黏土皆採用有效應力法；在水位控制方面，開挖時黏土層之地下水位控制在開挖面，砂土層之地下水位控制在開挖面下1 m。此外，考慮開挖解壓後下方受壓含水層可能需要降水解壓以免發生上舉隆起，且因連續壁為水密性擋土壁，開挖抽水後考慮連續壁底兩側滲流。上述之降水解壓以及連續壁底兩側之滲流行為皆可以XDO程式的「WAT水位/水壓智慧設定」來自動完成，請參考3.2.2節說明。分析時亦同時進行「簡易型鋼支撐檢核」。分析輸入檔請見圖7.2-3。

分析結果請見圖7.2-4及圖7.2-5，各階支撐預力大約控制在最大分析軸力的50%，左右（48%~52%），以避免實際施工時支撐軸力非預期性飆升超過支撐的容許軸力；最終所有支撐檢核結果均全數通過。

值得注意的是，模型中的Phase 8、Phase 10及Phase 12僅進行樓板施作，期間並未施加預力亦未進行開挖。由於該階段未引發地層與結構系統之應力平衡改變，因此其分析結果（如壁體變位與應力）將與前一施工階段完全相同（例如Phase 8之計算結果與Phase 7相同）。在工程實務分析上，此類未伴隨力學狀態改變的施工階段，亦可選擇與下一個施工階段合併將Phase 8與Phase 9合併簡化）。

表 7.2-1 案例二地下開挖施工步驟

Phase	降水 / 開挖	支撐或樓板	說明
1	2.5 m / 2.5 m		第 1 階降水及開挖
2		1.5 m	第 1 階支撐 H350@5.5m，預壓 45 tf
3	7.6 m / 6.6 m		第 2 階降水(AQ2)及開挖
4		5.6 m	第 2 階支撐 H400@5.5m，預壓 110 tf
5	10.6 m / 9.6 m		第 3 階降水(AQ2)及開挖
6		8.6 m	第 3 階支撐 H400@5.5m，預壓 110 tf
7	13.5 m / 12.5 m		第 4 階降水(AQ2)及開挖 AQ3 解壓抽水
8		12.45 m 12.0 m 9.7 m	打設 PC，10 cm 打設 BSF 板，80 cm 打設 B3F 板，20 cm
9		-	拆除第 3 階支撐
10		6.7 m	打設 B2F 板，20 cm
11		-	拆除第 2 階支撐
12		3.7 m	打設 B1F 板，20 cm
13		-	拆除第 1 階支撐

註：AQ2、AQ3 代表由上而下的含水層編號。

表 7.2-2 案例二分析用簡化地層參數

No	分類	Z (m)	SPT-N	γ_t (tf/m ³)	c' (tf/m ²)	ϕ' (deg.)	S_u (tf/m ²)	K_a	K_o	K_p	k_h (tf/m ³)
1	SF	2.3	10	1.93	0	28	-	0.326	0.531	4.325	1250
2	CL	4.1	6	1.91	0	28	6	0.326	0.531	4.325	1500
3	CL/ML	7.2	4	1.90	0	27	4	0.340	0.546	4.044	1000
4	SM	20.3	15	1.96	0	30	-	0.301	0.500	4.977	1875
5	CL	26.0	7	1.92	0	28	5.5	0.326	0.531	4.325	1375
6	SM	28.9	19	2.04	0	32	-	0.278	0.470	5.775	2375
7	CL	30.0	10	2.01	0	29	9	0.314	0.515	4.635	2250

註： K_a 及 K_p 採 Coulomb 用土壓力係數計算法，取 $D_a=0.5$ 、 $D_b=0.5$ 。

表 7.2-3 案例二擋土壁參數及勁度

擋土壁型式	f'_c	E	I'	ϕ	R
	(kgf/cm ²)	(tf/m ²)	(m ⁴ /m)		(tf-m ² /m)
連續壁，厚度 70 cm	245	2347871	0.028583	0.6	40266

註：擋土壁勁度 $R = \phi EI'$ ， $E = 150000\sqrt{f'_c}$ 。

表 7.2-4 案例二支撐參數及勁度

No	型號	Z	S	F	n	E	A	L	ϕ	R
		(m)	(m)	(tf)		(tf/m ²)	(m ²)	(m)		(tf/m)
1	H350×350×12×19	1.5	5.5	45	1	20400000	0.01739	45	0.6	4730
2	H400×400×13×21	5.6	5.5	110	1	20400000	0.02187	45	0.6	5949
3	H400×400×13×21	8.6	5.5	110	1	20400000	0.02187	45	0.6	5949

註：支撐勁度 $R = \phi nEA/L$ ，長度 L 取支撐長度或開挖寬度之半。

表 7.2-5 案例二樓板參數及勁度

No	樓板說明	Z	S	F	f'_c	E	A	L	ϕ	R
		(m)	(m)	(tf)	(kgf/cm ²)	(tf/m ²)	(m ²)	(m)		(tf/m)
4	PC	12.45	1	0	140	1774824	0.1	45	0.6	2366
5	BSF 板	12.0	1	0	280	2509980	0.8	45	0.6	26773
6	B3F 板	9.7	1	0	280	2509980	0.2	45	0.6	6693
7	B2F 板	6.7	1	0	280	2509980	0.2	45	0.6	6693
8	B1F 板	3.7	1	0	280	2509980	0.2	45	0.6	6693

註：(1)模擬樓板時，取支撐間距 $S = 1\text{m}$ ，預力 $F = 0$ ，支撐斷面積 = 板厚×1m。

(2)樓板勁度 $R = \phi nEA/L$ ，長度 L 取樓板長度或開挖寬度之半， $E = 150000\sqrt{f'_c}$ 。


```

XDO *A*
*XDO SaSpCode:RIDO
*XDO khByDepth:Constant
*XDO KaKp:Coulomb
*XDO khD:N[125]
*XDO khU:Su[250]
*XDO Ana:D_E/U_E
*Retaining Wall Depth & Rigidity
0
28      40266
*Strata Properties
*Z UW UW' Ka Ko Kp c phi Da Dp kh khp Cv
0
2.3   1.93   0.93   0.326 0.531 4.325 0      28      0.5   0.5   1250 0      0
4.1   1.91   0.91   0.326 0.531 4.325 0      28      0.5   0.5   1500 0      0
7.2   1.9    0.9    0.34  0.546 4.044 0      27      0.5   0.5   1000 0      0
20.3  1.96   0.96   0.301 0.5   4.977 0      30      0.5   0.5   1875 0      0
26    1.92   0.92   0.326 0.531 4.325 0      28      0.5   0.5   1375 0      0
28.9  2.04   1.04   0.278 0.47  5.775 0      32      0.5   0.5   2375 0      0
30    2.01   1.01   0.314 0.515 4.635 0      29      0.5   0.5   2250 0      0
*XDO SF,D,0,28,,,10
*XDO CL,U,0,28,6,,6
*XDO CL/ML,U,0,27,4,,4
*XDO SM,D,0,30,,,15
*XDO CL,U,0,28,5.5,,7
*XDO SM,D,0,32,,,19
*XDO CL,U,0,29,9,,10
*Initial Water Table & Element Size
1.5    0.7
*Construction Stage
*PHASE 1
*Boussinesq Type Surcharge // Water Table and/or Water Pressure // Excavation
SUB(2) 0      5      15      1.5
EXC(1) 2.5
WAT(1) 2.5    0
WAT(1) 7.2    5.7
WAT(1) 20.3   18.8
WAT(1) 26     24.5
WAT(1) 28     26.5
WAT(2) 1.5    0
WAT(2) 2.3    0.8
WAT(2) 7.2    5.7
WAT(2) 20.3   18.8
WAT(2) 26     24.5
WAT(2) 28     26.5
CAL(0)
*PHASE 2
*1st Strut
STR(2) 1.5    5.5    0      45     4730
CAL(0)
*PHASE 3
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 6.6
WAT(1) 6.6    0
WAT(1) 7.6    0
WAT(1) 20.3   12.7
WAT(1) 26     24.5
WAT(1) 28     26.5

```

圖 7.2-3(a) 案例二 XDO 程式輸入檔 (1/3)

```

WAT(2) 1.5 0
WAT(2) 2.3 0.8
WAT(2) 7.2 5.7
WAT(2) 20.3 18.8
WAT(2) 26 24.5
WAT(2) 28 26.5
CAL(0)
*PHASE 4
*2nd Strut
STR(2) 5.6 5.5 0 110 5949
CAL(0)
*PHASE 5
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 9.6
WAT(1) 10.6 0
WAT(1) 20.3 9.7
WAT(1) 26 24.5
WAT(1) 28 26.5
WAT(2) 1.5 0
WAT(2) 2.3 0.8
WAT(2) 7.2 5.7
WAT(2) 20.3 18.8
WAT(2) 26 24.5
WAT(2) 28 26.5
CAL(0)
*PHASE 6
*3rd Strut
STR(2) 8.6 5.5 0 110 5949
CAL(0)
*PHASE 7
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 12.5
WAT(1) 13.5 0
WAT(1) 20.3 6.8
WAT(1) 26 21.86
WAT(1) 28 25.18
WAT(2) 1.5 0
WAT(2) 2.3 0.8
WAT(2) 7.2 5.7
WAT(2) 20.3 18.8
WAT(2) 26 24.5
WAT(2) 28 25.18
CAL(0)
*PHASE 8
*4th Strut / 5th Strut / 6th Strut
STR(2) 12.45 1 0 0 2366
STR(2) 12 1 0 0 26773
STR(2) 9.7 1 0 0 6693
CAL(0)
*PHASE 9
*Remove Strut
STR(0,3)
CAL(0)
*PHASE 10
*7th Strut
STR(2) 6.7 1 0 0 6693
CAL(0)
*PHASE 11

```

圖 7.2-3(b) 案例二 XDO 程式輸入檔 (2/3)

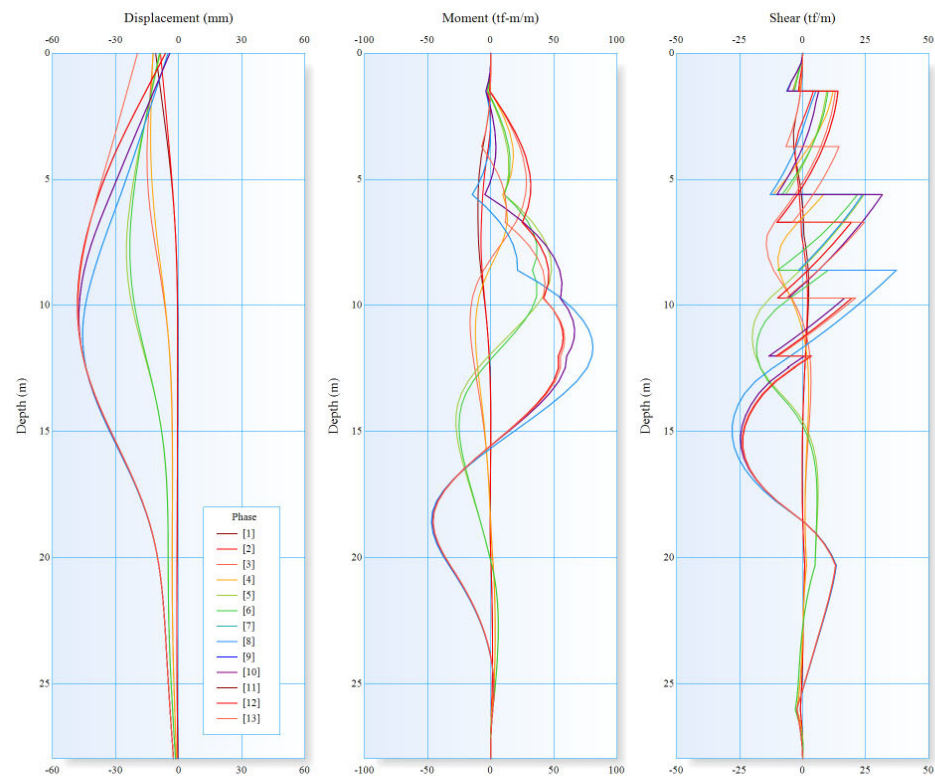
```

*Remove Strut
STR(0,2)
CAL(0)
*PHASE 12
*8th Strut
STR(2) 3.7 1 0 0 6693
CAL(0)
*PHASE 13
*Remove Strut
STR(0,1)
CAL(0)
*End of Calculation
END
EVP
STA
STOP
*XDO GUI
*XDO ProjectName:
*XDO ProjectNo:
*XDO Designer:
*XDO Remark:
*XDO IsDefaultFileName:False
*XDO IsUserDefinedFileName:True
*XDO IsNoSubject:False
*XDO IsDefaultSubject:False
*XDO IsUserDefinedSubject:True
*XDO UserDefinedFileName:XDO_Ex2
*XDO UserDefinedProjectName:XDO Example 2
*XDO UserDefinedTitle:連續壁 + 順打 3 階支撐 + 有效應力法
*XDO STR-1:型鋼,H350x350x12x19,,,,,1,20400000,,0.01739,45,0.6,4730
*XDO STR-2:型鋼,H400x400x13x21,,,,,1,20400000,,0.02187,45,0.6,5949
*XDO STR-3:型鋼,H400x400x13x21,,,,,1,20400000,,0.02187,45,0.6,5949
*XDO STR-4:樓板/RC板,,140,0.1,,,,,1774824,0.1,45,0.6,2366
*XDO STR-5:樓板/RC板,,280,0.8,,,,,2509980,0.8,45,0.6,26773
*XDO STR-6:樓板/RC板,,280,0.2,,,,,2509980,0.2,45,0.6,6693
*XDO STR-7:樓板/RC板,,280,0.2,,,,,2509980,0.2,45,0.6,6693
*XDO STR-8:樓板/RC板,,280,0.2,,,,,2509980,0.2,45,0.6,6693
*XDO WALL:連續壁,0.7,,,,,245,,,,,2347871,20400000,,0.028583,0.6,40266,1
*XDO BTRS:N,,,,,
*XDO RCCode:TWN-USD110
*XDO E:2040000
*XDO StrataDisplay:Y
*XDO StrutCheck:Y,TWN-ASD099,2500,3,U,7,U,7,U,0.1,1.25
*XDO StrutSet-1:1.5,45,30,0,1,1,7,7,0.1
*XDO StrutSet-2:5.6,110,15,0,1,1,7,7,0.1
*XDO StrutSet-3:8.6,110,15,0,1,1,7,7,0.1

```

圖 7.2-3(c) 案例二 XDO 程式輸入檔 (3/3)

■ 壁體變位、彎矩、剪力



變位極值：X = -48.16(mm)

彎矩極值：M = -47.06(tf-m/m) / 81.02(tf-m/m)

剪力極值：V = -27.95(tf/m) / 37.08(tf/m)

■ 支撐軸力

第 1 階支撐最大軸力： $P_s = 85.90(\text{tf})$ / 預力百分比：52.4%

第 2 階支撐最大軸力： $P_s = 229.53(\text{tf})$ / 預力百分比：47.9%

第 3 階支撐最大軸力： $P_s = 212.85(\text{tf})$ / 預力百分比：51.7%

第 4 階支撐最大軸力： $P_s = 0.46(\text{tf})$

第 5 階支撐最大軸力： $P_s = 14.05(\text{tf})$

第 6 階支撐最大軸力： $P_s = 29.42(\text{tf})$

第 7 階支撐最大軸力： $P_s = 29.47(\text{tf})$

第 8 階支撐最大軸力： $P_s = 21.02(\text{tf})$

■ 支撐檢核

S1：1H350×350×12×19 / 檢核結果：OK

S2：1H400×400×13×21 / 檢核結果：OK

S3：1H400×400×13×21 / 檢核結果：OK

下載範例檔之詳細計算書



圖 7.2-4 案例二分析結果摘要

Phase	Position(m) / Force(tf)							
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
	1.5(m)	5.6(m)	8.6(m)	12.45(m)	12(m)	9.7(m)	6.7(m)	3.7(m)
#1								
#2	45.00							
#3	75.79							
#4	72.99	110.00						
#5	72.53	170.74						
#6	73.10	164.54	110.00					
#7	63.87	200.94	212.85					
#8	63.87	200.94	212.85	0.00	0.00	0.00		
#9	67.82	229.53	-	0.46	14.05	22.38		
#10	67.82	229.53	-	0.46	14.05	22.38	0.00	
#11	85.90	-	-	0.26	13.86	29.42	29.47	
#12	85.90	-	-	0.26	13.86	29.42	29.47	0.00
#13	-	-	-	0.22	12.66	27.50	28.44	21.02
Extremum	85.90	229.53	212.85	0.46	14.05	29.42	29.47	21.02
Preload	45.00	110.00	110.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Preload Ratio	52.4%	47.9%	51.7%	-	-	-	-	-

圖 7.2-5 案例二分析支撐力

7.3 案例三：連續壁及內扶壁+逆打工法+總應力法

本案例為地下 5 層之深開挖工程，開挖深度為 23.32 m，採用連續壁配合內扶壁作為擋土措施，連續壁厚度 100 cm，長度 37 m，內扶壁深度範圍為 2.5 m 至 33 m，長度 8 m，面寬 66.m 配置 9 道扶壁，以逆打工法開挖。地下開挖施工步驟如表 7.3-1 所示，分析用簡化地層參數如表 7.3-2 所示，擋土壁、支撐及樓板之參數及勁度如表 7.3-3~表 7.3-5 所示，開挖擋土剖面請見圖 7.3-1 及圖 7.3-2。

本基地地層主要為砂土與黏土之互層，淺層地下水位在地表下 1.7 m，第 2~4 層含水層之地下水位則分別為地表下 1.7 m、6.5 m、6.5 m，分析時砂土採用有效應力法，黏土採用總應力法。此外，考慮開挖解壓後，下方受壓含水層可能需要降水解壓以免發生上舉隆起，且因連續壁為水密性擋土壁，開挖抽水後考慮連續壁底兩側滲流。

上述內扶壁於分析時，係轉換為類似地盤改良後的等值的土壤參數，其設定方式請參考 3.1.10 節說明；而上述多層含水層水壓設定、降水解壓以及連續壁底兩側滲流皆可以 XDO 程式的「WAT 水位/水壓智慧設定」來自動完成，請參考 3.1.1 節及 3.2.2 節說明。分析時同時進行「簡易型鋼支撐檢核」。分析輸入檔請見圖 7.3-3。

分析結果請見圖 7.3-4 及圖 7.3-5，本案例僅設置一階支撐，其預力大約控制在最大分析軸力的 50% 附近；支撐檢核結果顯示為通過。

值得注意的是，模型中的 Phase 4、Phase 6、Phase 8、Phase 10、Phase 12、Phase 14 僅施作樓板，期間並未施加預力亦未進行開挖。由於該等階段未引發地層與結構系統之應力平衡改變，因此其分析結果（如壁體變位與應力）將與前一施工階段完全相同（例如 Phase 4 與 Phase 3 相同）。在工程實務分析上，此類未伴隨力學狀態改變的施作階段，亦可選擇與下一個施工階段合併建模處理（例如將 Phase 4 與 Phase 5 合併簡化）；最後一個施工階段 Phase 14 不會改變應力及變位狀態，亦可考慮直接將其刪除以簡化分析流程。。

表 7.3-1 案例三地下開挖施工步驟

Phase	降水 / 開挖	支撐或樓板	說明
1	2.5 m / 2.5 m		第 1 階降水(AQ1)及開挖 內扶壁參數設定
2		1.85 m	第 1 階支撐 H300@7.5m · 預壓 30 tf
3	- / 7.52 m		第 2 階開挖
4		5.745 m	打設 B1F 板 · 25 cm
5		-	拆除第 1 階支撐
6		0.1 m	打設 1F 板 · 20 cm
7	- / 12.02 m		第 3 階開挖 AQ3 解壓抽水
8		10.345 m	打設 B2F 板 · 45 cm
9	- / 15.42 m		第 4 階開挖 AQ3、AQ4 解壓抽水
10		13.745 m	打設 B3F 板 · 45 cm
11	18.82 m/18.82 m		第 5 階降水(AQ3)及開挖 AQ4 解壓抽水
12		17.145 m	打設 B4F 板 · 45 cm
13	- / 23.32 m		第 6 階開挖 AQ4 解壓抽水
14		23.22 m 22.67 m 20.42 m	打設 PC · 20 cm 打設 BSF 板 · 90 cm 打設 B5F 板 · 20 cm

註：AQ1~AQ4 代表由上而下的含水層編號。

表 7.3-2 案例三分析用簡化地層參數

No	分類	Z (m)	SPT-N	γ_t (tf/m ³)	c' (tf/m ²)	ϕ' (deg.)	S_u (tf/m ²)	K_a	K_o	K_p	k_h (tf/m ³)
1	SF	2.79	8	1.95	0	27	-	0.334	0.546	4.771	1000
2	CL	4.99	4	1.88	-	-	6.5	1	1	1	1625
3	SM/ML1	6.19	4	1.87	0	28	-	0.321	0.531	5.172	500
4	CL	18.09	4	1.89	-	-	4.5	1	1	1	1125
5	SM/ML2	19.99	13	1.89	0	31	-	0.286	0.485	6.710	1625
6	CL	25.69	6	1.94	-	-	6.5	1	1	1	1625
7	SM/ML3	31.69	19	1.94	0.5	32	-	0.275	0.470	7.371	2375
8	SM	35.49	25	1.94	0.5	33	-	0.264	0.455	8.130	3125
9	SS/SH	50.0	100	2.20	5	35	-	0.244	0.426	10.028	12500

註： K_a 及 K_p 採 Coulomb 用土壓力係數計算法，取 $D_a=0.67$ 、 $D_b=0.67$ 。

表 7.3-3 案例三擋土壁參數及勁度

擋土壁型式	f'_c	E	I'	ϕ	R
	(kgf/cm ²)	(tf/m ²)	(m ⁴ /m)		(tf-m ² /m)
連續壁，厚度 100 cm	280	2509980	0.083333	0.6	125498

註：擋土壁勁度 $R = \phi EI'$ ， $E = 150000\sqrt{f'_c}$ 。

表 7.3-4 案例三支撐參數及勁度

No	型號	Z	S	F	n	E	A	L	ϕ	R
		(m)	(m)	(tf)		(tf/m ²)	(m ²)	(m)		(tf/m)
1	H300×300×10×15	1.85	7.5	30	1	20400000	0.01198	48	0.6	3055

註：支撐勁度 $R = \phi nEA/L$ 。

表 7.3-5 案例三樓板參數及勁度

No	樓板說明	Z	S	F	f'_c	E	A	L	ϕ	R
		(m)	(m)	(tf)	(kgf/cm ²)	(tf/m ²)	(m ²)	(m)		(tf/m)
2	B1F 板	5.745	1	0	280	2509980	0.25	110	0.7	3993
3	B2F 板	0.1	1	0	280	2509980	0.2	110	0.7	3195
4	B3F 板	10.345	1	0	280	2509980	0.45	110	0.7	7188
5	B4F 板	13.745	1	0	280	2509980	0.45	110	0.7	7188
6	B5F 板	17.145	1	0	280	2509980	0.45	110	0.7	7188
7	PC	23.22	1	0	140	1774824	0.2	110	0.7	2259
8	BSF 板	22.67	1	0	280	2509980	0.9	110	0.7	14375
9	B6F 板	20.42	1	0	280	2509980	0.2	110	0.7	3195

註：(1)模擬樓板時，取支撐間距 $S = 1\text{m}$ ，預力 $F = 0$ ，支撐斷面積 = 板厚 $\times 1\text{m}$ 。

(2)樓板勁度 $R = \phi nEA/L$ ，長度 L 取樓板長度或開挖寬度之半， $E = 150000\sqrt{f'_c}$ 。

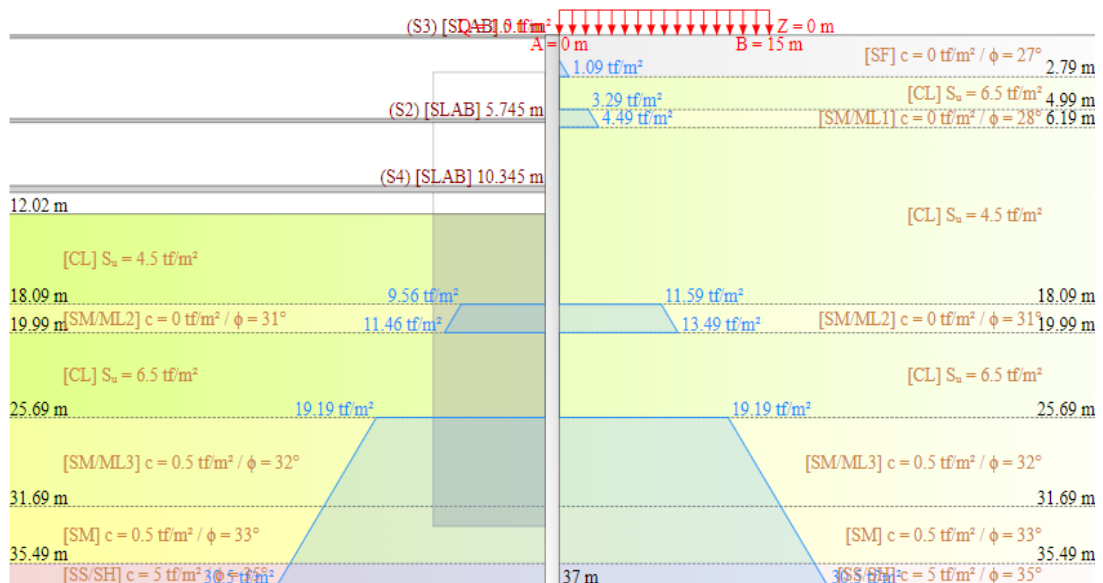


圖 7.3-1 案例三開挖擋土剖面 (B3F 樓板完成)

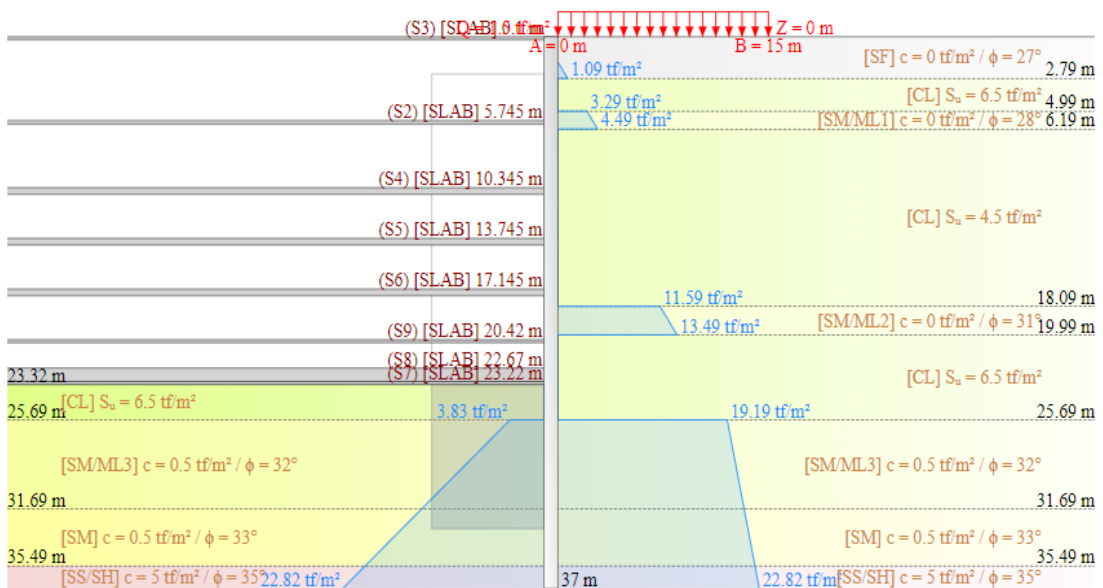


圖 7.3-2 案例三開挖擋土剖面 (地下樓板完成)

```

XDO *A*
*XDO SaSpCode:RIDO
*XDO khByDepth:Constant
*XDO KaKp:Coulomb
*XDO khD:N[125]
*XDO khU:Su[250]
*XDO Ana:D_E/U_T
*Retaining Wall Depth & Rigidity
0
37      202856
*Strata Properties
*Z UW UW' Ka Ko Kp c phi Da Dp kh khp Cv
0
2.79  1.95  0.95  0.334  0.546  4.771  0      27      0.67  0.67  1000  0      0
4.99  1.88  0.88  1      1      1      6.5  0      0.67  0.67  1625  0      0
6.19  1.87  0.87  0.321  0.531  5.172  0      28      0.67  0.67  500   0      0
18.09 1.89  0.89  1      1      1      4.5  0      0.67  0.67  1125  0      0
19.99 1.89  0.89  0.286  0.485  6.71  0      31      0.67  0.67  1625  0      0
25.69 1.94  0.94  1      1      1      6.5  0      0.67  0.67  1625  0      0
31.69 1.94  0.94  0.275  0.47  7.371  0.5  32      0.67  0.67  2375  0      0
35.49 1.94  0.94  0.264  0.455  8.13  0.5  33      0.67  0.67  3125  0      0
50     2.2   1.2   0.244  0.426  10.028  5      35      0.67  0.67  12500  0      0
*XDO SF,D,0,27,,,8
*XDO CL,U,,,6.5,,4
*XDO SM/ML1,D,0,28,,,4
*XDO CL,U,,,4.5,,4
*XDO SM/ML2,D,0,31,,,13
*XDO CL,U,,,6.5,,6
*XDO SM/ML3,D,0.5,32,,,19
*XDO SM,D,0.5,33,,,25
*XDO SS/SH,D,5,35,,,100
*Initial Water Table & Element Size
1.7    0.9
*Construction Stage
*PHASE 1
*Boussinesq Type Surcharge // Water Table and/or Water Pressure // Excavation
*Redefining the Stratum Properties
SUB(2) 0      0      15      1.5
EXC(1) 2.5
WAT(1) 2.5    0
WAT(1,1) 2.79  0.29  0
WAT(1,1) 4.99  0      3.29
WAT(1,1) 6.19  4.49  0
WAT(1,1) 18.09 0      11.59
WAT(1,1) 19.99 13.49 0
WAT(1,1) 25.69 0      19.19
WAT(1) 37      30.5
WAT(2) 1.7    0
WAT(2,1) 2.79  1.09  0
WAT(2,1) 4.99  0      3.29
WAT(2,1) 6.19  4.49  0
WAT(2,1) 18.09 0      11.59
WAT(2,1) 19.99 13.49 0
WAT(2,1) 25.69 0      19.19
WAT(2) 37      30.5
SOI(1) 2.5
2.79  1.95  0.95  0.334  0.546  8.171  0.00  27      0.67  0.67  1349
*XDO TyDU:D,cwc:0,B:Y

```

圖 7.3-3(a) 案例三 XDO 程式輸入檔 (1/4)

```

SOI(1) 2.79
4.99 1.88 0.88 1.000 1.000 1.000 12.23 0 0.67 0.67 3043
*XDO TyDU:U,cwc:0,B:Y
SOI(1) 4.99
6.19 1.87 0.87 0.321 0.531 9.005 0.00 28 0.67 0.67 675
*XDO TyDU:D,cwc:0,B:Y
SOI(1) 6.19
18.09 1.89 0.89 1.000 1.000 1.000 8.46 0 0.67 0.67 2107
*XDO TyDU:U,cwc:0,B:Y
SOI(1) 18.09
19.99 1.89 0.89 0.286 0.485 12.262 0.00 31 0.67 0.67 2192
*XDO TyDU:D,cwc:0,B:Y
SOI(1) 19.99
25.69 1.94 0.94 1.000 1.000 1.000 12.23 0 0.67 0.67 3043
*XDO TyDU:U,cwc:0,B:Y
SOI(1) 25.69
31.69 1.94 0.94 0.275 0.470 13.686 0.41 32 0.67 0.67 3204
*XDO TyDU:D,cwc:0,B:Y
SOI(1) 31.69
33 1.94 0.94 0.264 0.455 15.336 0.40 33 0.67 0.67 4216
*XDO TyDU:D,cwc:0,B:Y
CAL(0)
*PHASE 2
*1st Strut
STR(2) 1.85 7.5 0 30 3055
CAL(0)
*PHASE 3
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 7.52
WAT(1) 7.52 0
WAT(1,1) 18.09 0 11.59
WAT(1,1) 19.99 13.49 0
WAT(1,1) 25.69 0 19.19
WAT(1) 37 30.5
WAT(2) 1.7 0
WAT(2,1) 2.79 1.09 0
WAT(2,1) 4.99 0 3.29
WAT(2,1) 6.19 4.49 0
WAT(2,1) 18.09 0 11.59
WAT(2,1) 19.99 13.49 0
WAT(2,1) 25.69 0 19.19
WAT(2) 37 30.5
CAL(0)
*PHASE 4
*2nd Strut
STR(2) 5.745 1 0 0 3993
CAL(0)
*PHASE 5
*Remove Strut
STR(0,1)
CAL(0)
*PHASE 6
*3rd Strut
STR(2) 0.1 1 0 0 3195
CAL(0)
*PHASE 7
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 12.02

```

圖 7.3-3(b) 案例三 XDO 程式輸入檔 (2/4)

```

WAT(1) 12.02 0
WAT(1,1) 18.09 0 9.56
WAT(1,1) 19.99 11.46 0
WAT(1,1) 25.69 0 19.19
WAT(1) 37 30.5
WAT(2) 1.7 0
WAT(2,1) 2.79 1.09 0
WAT(2,1) 4.99 0 3.29
WAT(2,1) 6.19 4.49 0
WAT(2,1) 18.09 0 11.59
WAT(2,1) 19.99 13.49 0
WAT(2,1) 25.69 0 19.19
WAT(2) 37 30.5
CAL(0)
*PHASE 8
*4th Strut
STR(2) 10.345 1 0 0 7188
CAL(0)
*PHASE 9
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 15.42
WAT(1) 15.42 0
WAT(1,1) 18.09 0 4.2
WAT(1,1) 19.99 6.1 0
WAT(1,1) 25.69 0 16.41
WAT(1) 37 29.11
WAT(2) 1.7 0
WAT(2,1) 2.79 1.09 0
WAT(2,1) 4.99 0 3.29
WAT(2,1) 6.19 4.49 0
WAT(2,1) 18.09 0 11.59
WAT(2,1) 19.99 13.49 0
WAT(2,1) 25.69 0 19.19
WAT(2) 37 29.11
CAL(0)
*PHASE 10
*5th Strut
STR(2) 13.745 1 0 0 7188
CAL(0)
*PHASE 11
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 18.82
WAT(1) 18.82 0
WAT(1,1) 19.99 1.17 0
WAT(1,1) 25.69 0 11.05
WAT(1) 37 26.43
WAT(2) 1.7 0
WAT(2,1) 2.79 1.09 0
WAT(2,1) 4.99 0 3.29
WAT(2,1) 6.19 4.49 0
WAT(2,1) 18.09 0 11.59
WAT(2,1) 19.99 13.49 0
WAT(2,1) 25.69 0 19.19
WAT(2) 37 26.43
CAL(0)
*PHASE 12
*6th Strut
STR(2) 17.145 1 0 0 7188

```

圖 7.3-3(c) 案例三 XDO 程式輸入檔 (3/4)

```

CAL(0)
*PHASE 13
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 23.32
WAT(1) 23.32 0
WAT(1,1) 25.69 0 3.83
WAT(1) 37 22.82
WAT(2) 1.7 0
WAT(2,1) 2.79 1.09 0
WAT(2,1) 4.99 0 3.29
WAT(2,1) 6.19 4.49 0
WAT(2,1) 18.09 0 11.59
WAT(2,1) 19.99 13.49 0
WAT(2,1) 25.69 0 19.19
WAT(2) 37 22.82
CAL(0)
*PHASE 14
*7th Strut / 8th Strut / 9th Strut
STR(2) 23.22 1 0 0 2259
STR(2) 22.67 1 0 0 14375
STR(2) 20.42 1 0 0 3195
CAL(0)
*End of Calculation
END
EVP
STA
STOP
*XDO GUI
*XDO ProjectName:
*XDO ProjectNo:
*XDO Designer:
*XDO Remark:
*XDO IsDefaultFileName:False
*XDO IsUserDefinedFileName:True
*XDO IsNoSubject:False
*XDO IsDefaultSubject:False
*XDO IsUserDefinedSubject:True
*XDO UserDefinedFileName:XDO_Ex3
*XDO UserDefinedProjectName:XDO Example 3
*XDO UserDefinedTitle:連續壁及內扶壁 + 逆打工法 + 總應力法
*XDO STR-1:型鋼,H300x300x10x15,,1,20400000,,0.01198,48,0.6,3055
*XDO STR-2:樓板/RC板,,280,0.25,,2509980,0.25,110,0.7,3993
*XDO STR-3:樓板/RC板,,280,0.2,,2509980,0.2,110,0.7,3195
*XDO STR-4:樓板/RC板,,280,0.45,,2509980,0.45,110,0.7,7188
*XDO STR-5:樓板/RC板,,280,0.45,,2509980,0.45,110,0.7,7188
*XDO STR-6:樓板/RC板,,280,0.45,,2509980,0.45,110,0.7,7188
*XDO STR-7:樓板/RC板,,140,0.2,,1774824,0.2,110,0.7,2259
*XDO STR-8:樓板/RC板,,280,0.9,,2509980,0.9,110,0.7,14375
*XDO STR-9:樓板/RC板,,280,0.2,,2509980,0.2,110,0.7,3195
*XDO WALL:連續壁,1,,280,,2509980,20400000,,0.083333,0.6,125498,1
*XDO GWL:1.7,1.7,6.5,6.5
*XDO BTRS:Y,1,2.5,33,66,8,9
*XDO RCCode:TWN-USD110
*XDO E:2040000
*XDO StrataDisplay:Y
*XDO StrutCheck:Y,TWN-ASD099,2500,1,U,7.5,U,7.5,U,0.1,1.25
*XDO StrutSet-1:1.85,30,30,0,1,1,7.5,7.5,0.1

```

圖 7.3-3(d) 案例三 XDO 程式輸入檔 (4/4)

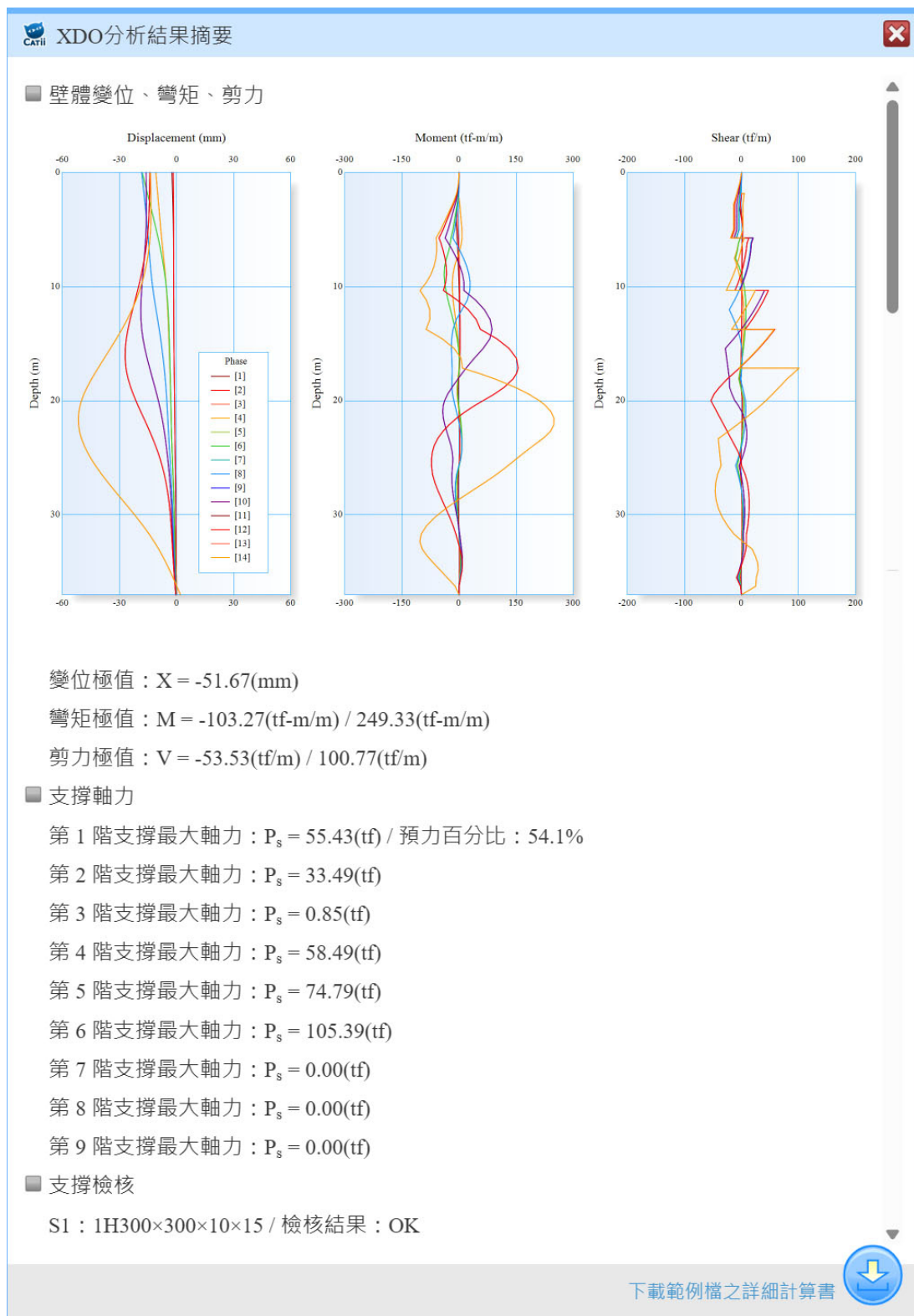


圖 7.3-4 案例三分析結果摘要

Phase	Position(m) / Force(tf)								
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
	1.85(m)	5.745(m)	0.1(m)	10.345(m)	13.745(m)	17.145(m)	23.22(m)	22.67(m)	20.42(m)
#1									
#2	30.00								
#3	55.43								
#4	55.43	0.00							
#5	-	7.41							
#6	-	7.41	0.00						
#7	-	28.14	0.85						
#8	-	28.14	0.85	0.00					
#9	-	33.49	0.00	43.20					
#10	-	33.49	0.00	43.20	0.00				
#11	-	30.15	0.00	58.49	51.96				
#12	-	30.15	0.00	58.49	51.96	0.00			
#13	-	24.33	0.00	50.86	74.79	105.39			
#14	-	24.33	0.00	50.86	74.79	105.39	0.00	0.00	0.00
Extremum	55.43	33.49	0.85	58.49	74.79	105.39	0.00	0.00	0.00
Preload	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Preload Ratio	54.1%	-	-	-	-	-	-	-	-

圖 7.3-5 案例三分析支撐力

7.4 案例四：鋼板樁+懸臂式開挖+有效應力法

本案例為無支撐之懸臂式開挖，開挖面留置有土堤（Berm）。其中，土堤頂部開挖深度為 2.5 m，土堤底部開挖深度為 3.5 m，採用 YSP-III 鋼板樁做為擋土壁，長度 9 m。地下開挖施工步驟如表 7.4-1 所示，分析用簡化地層參數如表 7.4-2 所示，擋土壁之參數及勁度如表 7.4-3 所示，開挖擋土剖面請見圖 7.4-1。

本基地地層以粉土質砂（SM）為主，初始地下水位在地表下 4.2 m。粉土質砂為排水性地層，分析時採用有效應力法；初始地下水位較開挖深度為低，因此不需要降水。分析輸入檔請見圖 7.4-2。

分析結果請見圖 7.4-3。本案例為採用鋼板樁之無支撐懸臂式土堤淺開挖範例，若工程實務上遇到單一工序之一般淺開挖（單一開挖深度、非土堤式工法），亦可參考本案例修改。

表 7.4-1 案例四地下開挖施工步驟

Phase	降水 / 開挖	支撐或樓板	說明
1	- / 2.5 m~3.5 m		第 1 階開挖

表 7.4-2 案例四分析用簡化地層參數

No	分類	Z (m)	SPT-N	γ_t (tf/m ³)	c' (tf/m ²)	ϕ' (deg.)	S_u (tf/m ²)	K_a	K_o	K_p	k_h (tf/m ³)
1	SF	1.5	10	1.85	0	28	-	0.330	0.531	3.629	1250
2	SM	15.0	12	1.90	0	30	-	0.304	0.500	4.067	1500

註： K_a 及 K_p 採 Coulomb 用土壓力係數計算法，取 $D_a=0.33$ 、 $D_b=0.33$ 。

表 7.4-3 案例四擋土壁參數及勁度

擋土壁型式	E (tf/m ²)	I' (m ⁴ /m)	ϕ	R (tf-m ² /m)
鋼板樁 YSP-III	20400000	0.000164	0.7	2342

註：擋土壁勁度 $R=\phi EI'$ 。

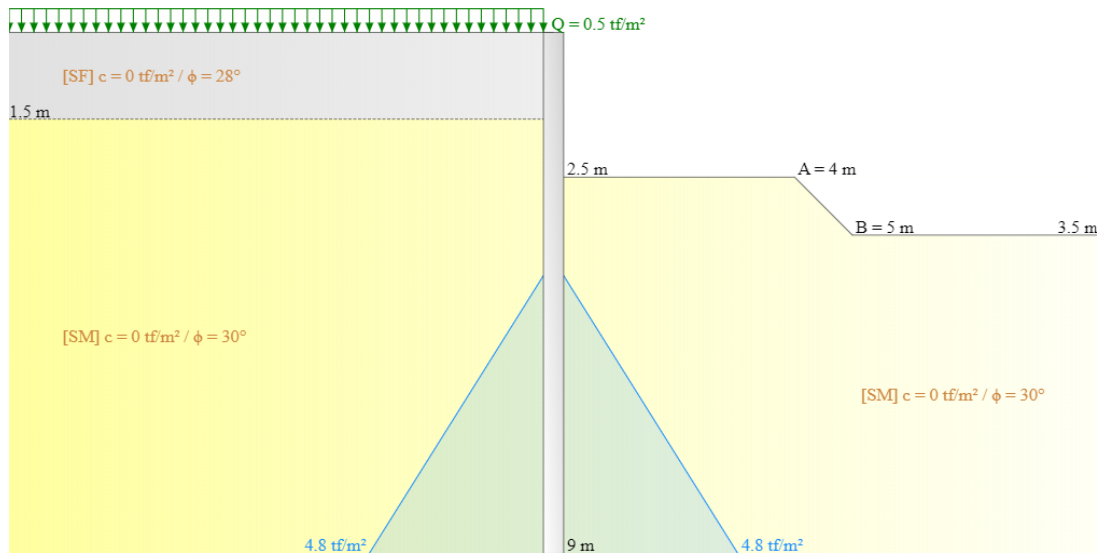


圖 7.4-1 案例四開挖擋土剖面

```

XDO *A*
*XDO SaSpCode:Padfield&Mair
*XDO khByDepth:Constant
*XDO KaKp:Coulomb
*XDO khD:N[125]
*XDO khU:Su[250]
*XDO Ana:D_E/U_T
*Retaining Wall Depth & Rigidity
0
9      2342
*Strata Properties
*Z UW UW' Ka Ko Kp c phi Da Dp kh khp Cv
0
1.5   1.85  0.85  0.317 0.531 4.197 0      28    0.5   0.5   1250 0      0
15    1.9   0.9   0.291 0.5   4.807 0      30    0.5   0.5   1500 0      0
*XDO SF,D,0,28,,0.5,10
*XDO SM,D,0,30,,0.5,12
*Initial Water Table & Element Size
4.2   0.2
*Construction Stage
*PHASE 1
*Caquot Type Surcharge // Excavation
EXC(2) 2.5   3.5   4      5
SUC(1) 0.5
CAL(0)
*End of Calculation
END
EVP
STA
STOP
*XDO GUI
*XDO ProjectName:
*XDO ProjectNo:
*XDO Designer:
*XDO Remark:
*XDO IsDefaultFileName:False
*XDO IsUserDefinedFileName:True
*XDO IsNoSubject:False
*XDO IsDefaultSubject:False
*XDO IsUserDefinedSubject:True
*XDO UserDefinedFileName:XDO_Ex4
*XDO UserDefinedProjectName:XDO Example 4
*XDO UserDefinedTitle:鋼板樁 + 懸壁式開挖 + 有效應力法
*XDO WALL:鋼板樁,,,,,280,,YSP-III,JIS 50kg,0.5,2509980,20400000,1.96e-5,0.000164,0.7,2342,1
*XDO BTRS:N,,,,,
*XDO RCCode:TWN-USD110
*XDO E:2040000
*XDO StrataDisplay:Y
*XDO StrutCheck:N

```

圖 7.4-2 案例四 XDO 程式輸入檔

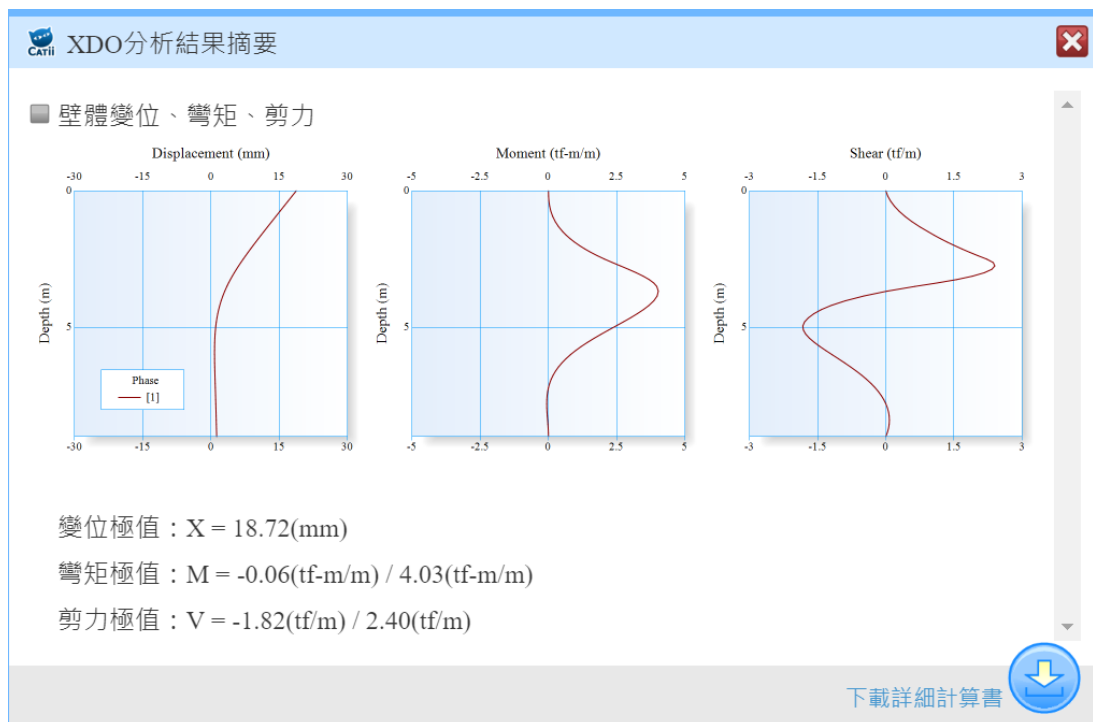


圖 7.4-3 案例四分析結果摘要

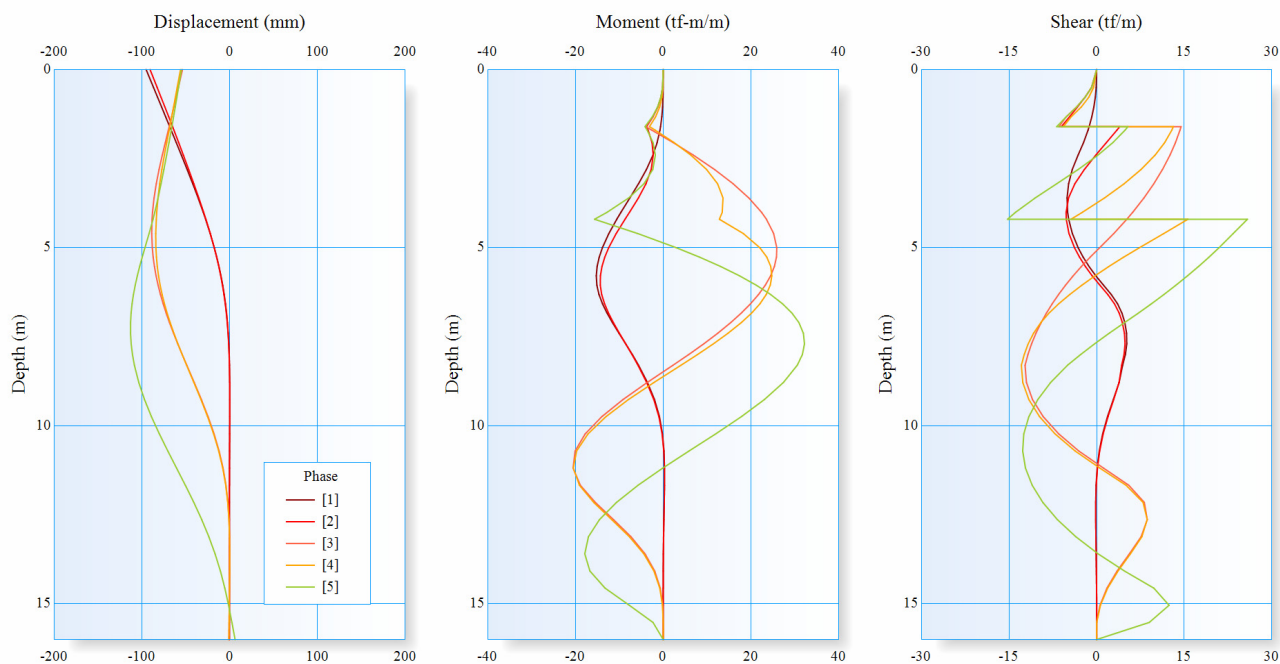
附錄 XDO 計算書範例

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

XDO 綜合分析結果

◆ 壁體變位、彎矩、剪力



LEVEL	X _{min}	X _{max}	M _{min}	M _{max}	V _{min}	V _{max}
(m)	(mm)	(mm)	(tf-m/m)	(tf-m/m)	(tf/m)	(tf/m)
0.000	-95.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.500	-87.02	0.00	-0.16	0.00	-0.87	0.00
0.775	-82.40	0.00	-0.55	0.00	-1.99	0.00
1.050	-77.78	0.00	-1.30	0.00	-3.44	0.00
1.325	-73.16	0.00	-2.49	0.00	-5.22	0.00
1.600	-69.13	0.00	-4.16	0.00	-6.84	0.00
1.600	-69.13	0.00	-4.16	0.00	-1.29	14.45
1.700	-70.12	0.00	-3.66	0.00	-1.48	14.26
2.050	-73.60	0.00	-2.55	2.49	-2.25	13.48
2.400	-77.03	0.00	-2.34	6.88	-3.18	12.55
2.801	-80.68	0.00	-3.82	11.68	-4.17	11.28
3.201	-83.86	0.00	-5.63	15.92	-6.82	9.79
3.602	-86.41	0.00	-7.87	19.53	-10.52	8.09
4.002	-88.16	0.00	-12.78	22.41	-13.87	6.18
4.200	-88.70	0.00	-15.67	23.55	-15.25	5.16
4.200	-88.70	0.00	-15.67	23.55	-5.21	25.81
4.600	-92.07	0.00	-12.41	25.19	-4.74	23.37
5.000	-96.82	0.00	-13.88	25.91	-3.79	20.94
5.263	-99.89	0.00	-14.60	25.84	-2.94	19.23
5.525	-102.81	0.00	-15.08	25.36	-2.61	17.44
5.788	-105.51	0.00	-15.28	24.78	-4.02	15.55
6.050	-107.90	0.00	-15.15	24.42	-5.32	13.58
6.313	-109.92	0.00	-14.66	24.50	-6.52	11.51
6.575	-111.51	0.00	-13.86	27.24	-7.61	9.36
6.838	-112.62	0.00	-12.81	29.39	-8.61	7.12
7.100	-113.21	0.00	-11.60	30.95	-9.55	4.82
7.400	-113.23	0.00	-10.11	31.98	-10.80	5.12
7.700	-112.50	0.00	-8.56	32.23	-11.73	5.15

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

8.000	-111.04	0.00	-7.12	31.75	-12.40	4.91
8.300	-108.85	0.00	-5.77	30.57	-12.88	4.44
8.781	-103.88	0.00	-3.79	27.43	-12.65	3.85
9.263	-97.30	0.00	-9.18	23.07	-11.61	2.92
9.744	-89.37	0.00	-14.03	17.81	-11.61	1.94
10.225	-80.39	0.00	-17.80	11.98	-12.47	1.11
10.706	-70.71	0.00	-20.11	5.89	-12.66	0.51
11.188	-60.69	0.00	-20.57	0.29	-12.18	1.18
11.669	-50.70	0.00	-19.12	0.29	-11.03	5.50
12.150	-41.05	0.00	-15.86	0.23	-9.22	8.15
12.631	-32.05	0.00	-14.54	0.16	-6.73	8.66
13.113	-23.90	0.00	-17.06	0.09	-3.57	7.74
13.594	-16.78	0.00	-17.90	0.04	-0.09	5.78
14.075	-10.72	0.00	-16.74	0.01	-0.05	4.75
14.556	-5.66	0.00	-13.27	0.00	-0.02	9.78
15.038	-1.39	0.00	-7.74	0.00	0.00	12.39
15.519	-0.80	2.41	-2.34	0.01	-0.03	9.01
16.000	-1.03	6.05	0.00	0.00	0.00	0.00
Max	-	6.05	-	32.23	-	25.81
Min	-113.23	-	-20.57	-	-15.25	-

◆支撐力

Phase	Position(m) / Force(tf)	
	S1	S2
	1.6(m)	4.2(m)
#1		
#2	50.00	
#3	104.45	
#4	94.08	100.00
#5	61.00	205.31
Extremum	104.45	205.31
Preload	50.00	100.00
Preload Ratio	47.9%	48.7%

◆分析條件

◆分析方法設定

排水地層及不排水地層皆採有效應力法分析

◆主、被動土壓力

採用 Padfield & Mair 土壓力計算法

◆SUB 超載轉換法

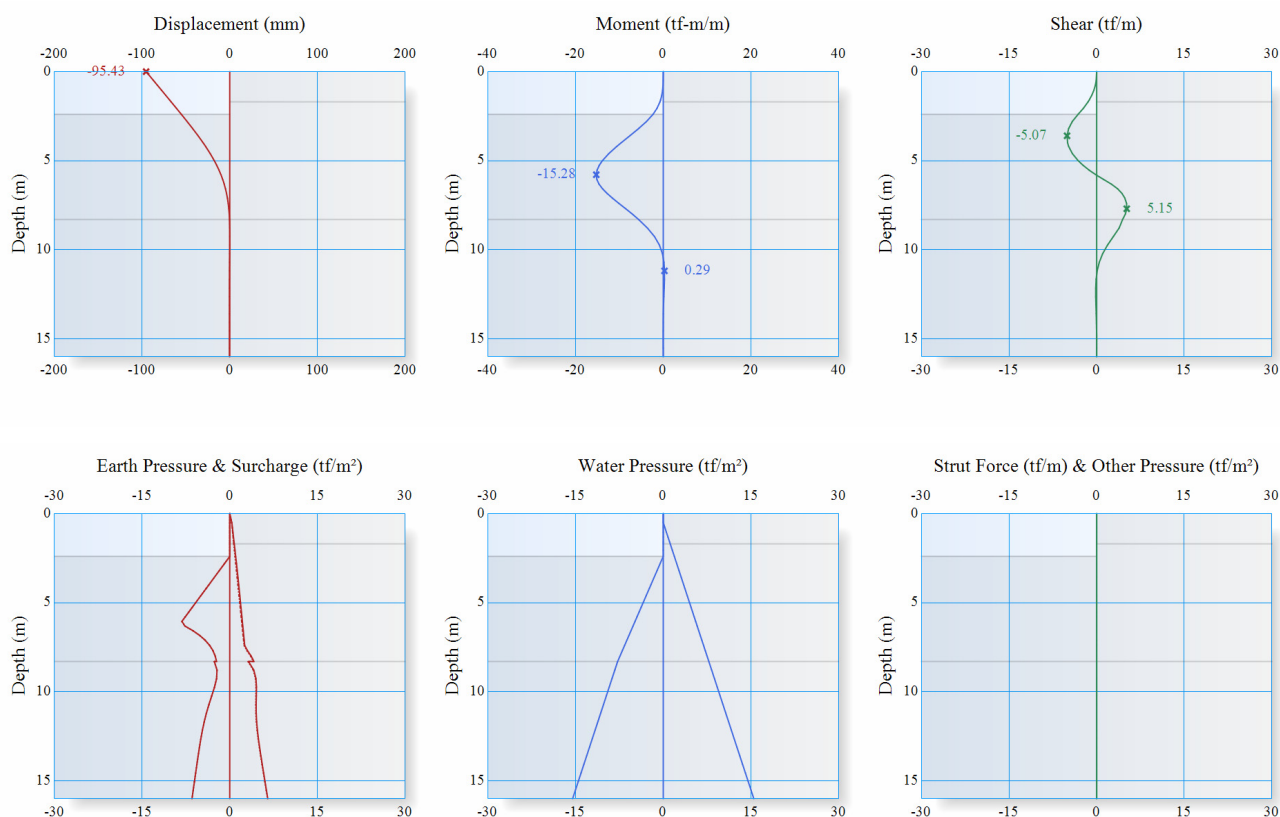
由 Boussinesq 公式計算水平荷重 S_h 後，側向土壓力直接加入 S_h

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

XDO 各階分析結果

◆ PHASE 1



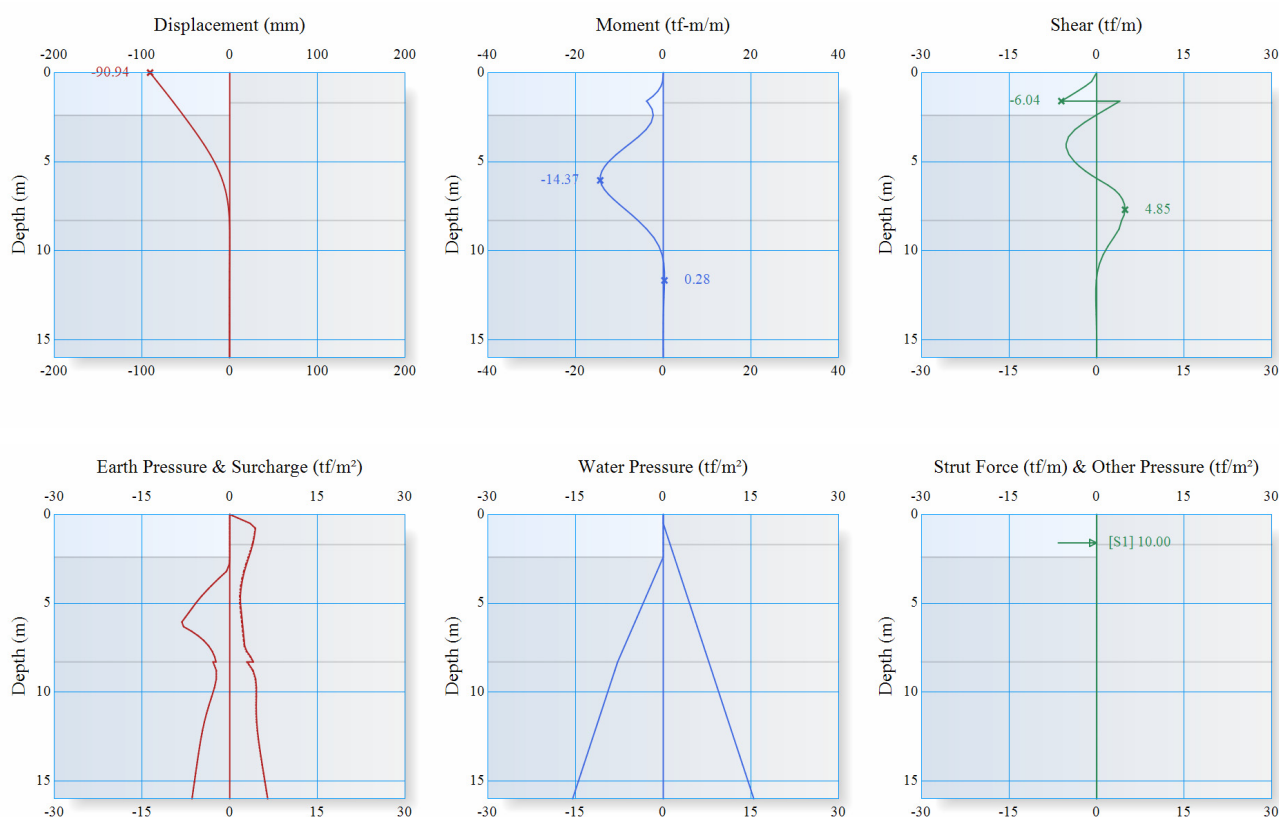
LEVEL (m)	WALL				STATE	SOIL 1			STATE	SOIL 2			STRUTS P _s (tf)
	X (mm)	M (tf-m/m)	V (tf/m)	q (tf/m²)		σ (tf/m²)	u (tf/m²)	k _h (tf/m³)		σ (tf/m²)	u (tf/m²)	k _h (tf/m³)	
0.000	-95.43	0.00	0.00		0				1	0.00		1000	
0.500	-87.02	-0.01	-0.09		0				1	0.35	0.00	1000	
0.775	-82.40	-0.05	-0.23		0				1	0.44	0.28	1000	
1.050	-77.78	-0.15	-0.48		0				1	0.54	0.55	1000	
1.325	-73.16	-0.32	-0.83		0				1	0.64	0.83	1000	
1.600	-68.55	-0.61	-1.29		0				1	0.73	1.10	1000	
1.700	-66.88	-0.75	-1.48		0				1	0.77	1.20	1000	
2.050	-61.03	-1.40	-2.25		0				1	0.89	1.55	1000	
2.400	-55.24	-2.34	-3.18		0		0.00		1	1.01	1.90	1000	
					3	0.00	0.00	1000	1	1.01	1.90	1000	
2.801	-48.69	-3.82	-4.17		3	0.90	0.53	1000	1	1.14	2.30	1000	
3.201	-42.31	-5.63	-4.80		3	1.80	1.06	1000	1	1.27	2.70	1000	
3.602	-36.16	-7.62	-5.07		3	2.70	1.59	1000	1	1.40	3.10	1000	
4.002	-30.33	-9.64	-4.97		3	3.60	2.12	1000	1	1.53	3.50	1000	
4.200	-27.59	-10.60	-4.79		3	4.04	2.38	1000	1	1.59	3.70	1000	
4.600	-22.38	-12.41	-4.16		3	4.94	2.91	1000	1	1.71	4.10	1000	
5.000	-17.68	-13.88	-3.17		3	5.84	3.44	1000	1	1.83	4.50	1000	
5.263	-14.90	-14.60	-2.32		3	6.43	3.78	1000	1	1.91	4.76	1000	
5.525	-12.37	-15.08	-1.31		3	7.02	4.13	1000	1	1.99	5.03	1000	
5.788	-10.11	-15.28	-0.15		3	7.61	4.48	1000	1	2.07	5.29	1000	
6.050	-8.12	-15.15	1.17		3	8.19	4.83	1000	1	2.15	5.55	1000	
6.313	-6.40	-14.66	2.50		2	7.68	5.17	1000	1	2.23	5.81	1000	
6.575	-4.93	-13.86	3.58		2	6.30	5.52	1000	1	2.30	6.08	1000	

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

6.838	-3.70	-12.81	4.33		2	5.16	5.87	1000	1	2.38	6.34	1000		
7.100	-2.70	-11.60	4.82		2	4.24	6.21	1000	1	2.46	6.60	1000		
7.400	-1.80	-10.11	5.12		2	3.44	6.61	1000	1	2.55	6.90	1000		
7.700	-1.13	-8.56	5.15		2	2.87	7.01	1000	2	3.04	7.20	1000		
8.000	-0.66	-7.04	4.91		2	2.49	7.40	1000	2	3.66	7.50	1000		
8.300	-0.34	-5.63	4.44		2	2.27	7.80	1000	2	4.13	7.80	1000		
					2	2.66	7.80	2625	2	3.20	7.80	2625		
8.781	-0.08	-3.61	3.85		2	2.19	8.28	2625	2	4.10	8.28	2625		
9.263	-0.02	-1.99	2.85		2	2.26	8.76	2625	2	4.48	8.76	2625		
9.744	-0.07	-0.86	1.85		2	2.62	9.24	2625	2	4.56	9.24	2625		
10.225	-0.16	-0.18	1.03		2	3.08	9.73	2625	2	4.54	9.73	2625		
10.706	-0.25	0.17	0.45		2	3.56	10.21	2625	2	4.51	10.21	2625		
11.188	-0.33	0.29	0.09		2	3.99	10.69	2625	2	4.52	10.69	2625		
11.669	-0.39	0.29	-0.10		2	4.36	11.17	2625	2	4.59	11.17	2625		
12.150	-0.43	0.22	-0.16		2	4.68	11.65	2625	2	4.72	11.65	2625		
12.631	-0.44	0.14	-0.16		2	4.95	12.13	2625	2	4.89	12.13	2625		
13.113	-0.45	0.08	-0.13		2	5.19	12.61	2625	2	5.10	12.61	2625		
13.594	-0.45	0.03	-0.08		2	5.41	13.09	2625	2	5.32	13.09	2625		
14.075	-0.45	0.00	-0.04		2	5.63	13.58	2625	2	5.55	13.58	2625		
14.556	-0.44	-0.01	-0.01		2	5.84	14.06	2625	2	5.78	14.06	2625		
15.038	-0.44	-0.01	0.00		2	6.05	14.54	2625	2	6.02	14.54	2625		
15.519	-0.43	0.00	0.01		2	6.26	15.02	2625	2	6.26	15.02	2625		
16.000	-0.43	0.00	0.00		2	6.47	15.50	2625	2	6.49	15.50	2625		
Max	-0.02	0.29	5.15		D _e = 2.4 (m) D _w = 2.4 (m)			D _e = 0 (m) D _w = 0.5 (m)						
Min	-95.43	-15.28	-5.07		[STATE] -1 : 牆土分離 / 0 : 開挖 / 1 : 主動態 / 2 : 彈性態 / 3 : 被動態									

◆ PHASE 2



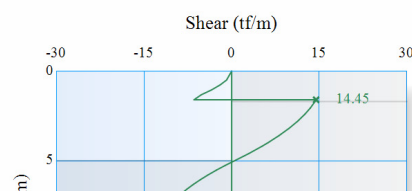
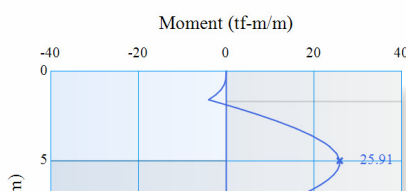
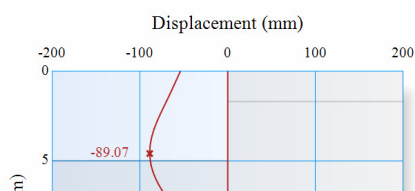
LEVEL	WALL				SOIL 1				SOIL 2				STRUTS
	X	M	V	q	STATE	σ	u	k_h	STATE	σ	u	k_h	P_s
(m)	(mm)	(tf-m/m)	(tf/m)	(tf/m ²)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)	(tf)

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

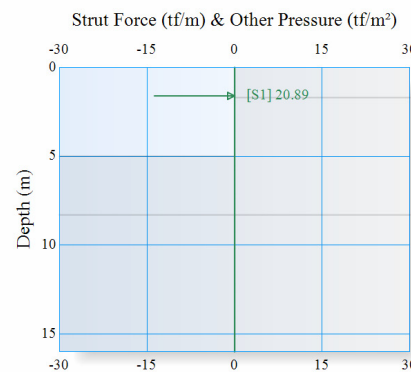
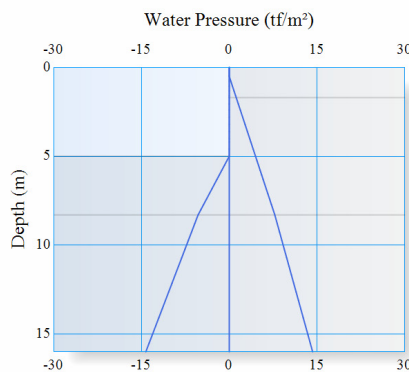
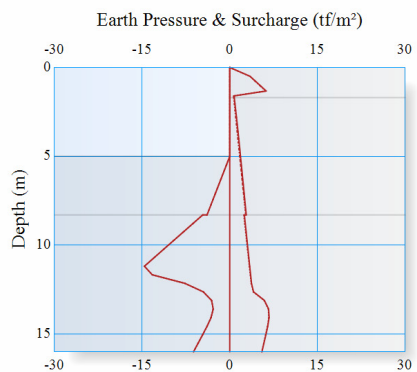
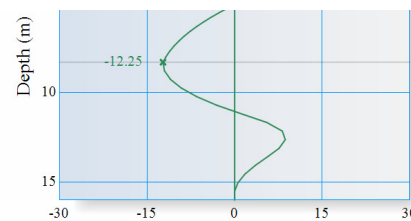
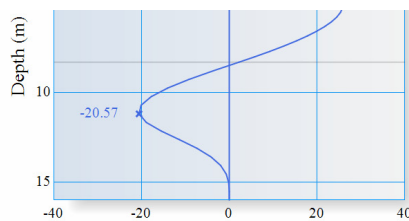
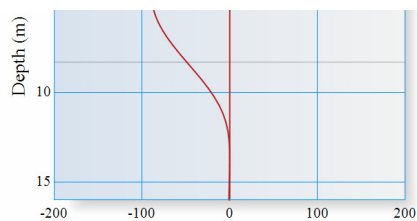
0.000	-90.94	0.00	0.00		0				1	0.00		1000		
0.500	-82.88	-0.14	-0.87		0				3	3.48	0.00	1000		
0.775	-78.45	-0.53	-1.99		0				2	4.39	0.28	1000		
1.050	-74.03	-1.26	-3.30		0				2	4.29	0.55	1000		
1.325	-69.64	-2.35	-4.65		0				2	4.16	0.83	1000		
1.600	-65.29	-3.82	-6.04		0				2	3.99	1.10	1000	50.00	
			3.96		0				2	3.99	1.10	1000		
1.700	-63.73	-3.44	3.45		0				2	3.92	1.20	1000		
2.050	-58.31	-2.55	1.65		0				2	3.61	1.55	1000		
2.400	-52.98	-2.29	-0.15		0		0.00		2	3.26	1.90	1000		
					3	0.00	0.00	1000	2	3.26	1.90	1000		
2.801	-46.98	-2.74	-2.10		1	0.08	0.53	1000	2	2.86	2.30	1000		
3.201	-41.08	-3.92	-3.73		2	0.57	1.06	1000	2	2.50	2.70	1000		
3.602	-35.35	-5.66	-4.81		2	1.89	1.59	1000	2	2.21	3.10	1000		
4.002	-29.86	-7.69	-5.23		2	3.13	2.12	1000	2	1.99	3.50	1000		
4.200	-27.26	-8.72	-5.21		2	3.71	2.38	1000	2	1.92	3.70	1000		
4.600	-22.28	-10.73	-4.74		2	4.84	2.91	1000	2	1.81	4.10	1000		
5.000	-17.74	-12.45	-3.79		3	5.84	3.44	1000	1	1.83	4.50	1000		
5.263	-15.03	-13.33	-2.94		3	6.43	3.78	1000	1	1.91	4.76	1000		
5.525	-12.56	-13.98	-1.94		3	7.02	4.13	1000	1	1.99	5.03	1000		
5.788	-10.33	-14.33	-0.77		3	7.61	4.48	1000	1	2.07	5.29	1000		
6.050	-8.36	-14.37	0.54		3	8.19	4.83	1000	1	2.15	5.55	1000		
6.313	-6.64	-14.04	1.90		2	7.92	5.17	1000	1	2.23	5.81	1000		
6.575	-5.16	-13.39	3.05		2	6.53	5.52	1000	1	2.30	6.08	1000		
6.838	-3.92	-12.47	3.86		2	5.38	5.87	1000	1	2.38	6.34	1000		
7.100	-2.90	-11.38	4.40		2	4.44	6.21	1000	1	2.46	6.60	1000		
7.400	-1.97	-10.00	4.75		2	3.61	6.61	1000	1	2.55	6.90	1000		
7.700	-1.27	-8.56	4.85		2	3.01	7.01	1000	2	2.90	7.20	1000		
8.000	-0.76	-7.12	4.68		2	2.60	7.40	1000	2	3.55	7.50	1000		
8.300	-0.42	-5.77	4.27		2	2.35	7.80	1000	2	4.05	7.80	1000		
					2	2.87	7.80	2625	2	2.99	7.80	2625		
8.781	-0.12	-3.79	3.83		2	2.31	8.28	2625	2	3.99	8.28	2625		
9.263	-0.03	-2.15	2.92		2	2.31	8.76	2625	2	4.43	8.76	2625		
9.744	-0.07	-0.99	1.94		2	2.62	9.24	2625	2	4.56	9.24	2625		
10.225	-0.15	-0.26	1.11		2	3.07	9.73	2625	2	4.55	9.73	2625		
10.706	-0.25	0.12	0.51		2	3.54	10.21	2625	2	4.53	10.21	2625		
11.188	-0.33	0.27	0.14		2	3.97	10.69	2625	2	4.54	10.69	2625		
11.669	-0.38	0.28	-0.07		2	4.35	11.17	2625	2	4.61	11.17	2625		
12.150	-0.42	0.23	-0.15		2	4.67	11.65	2625	2	4.73	11.65	2625		
12.631	-0.44	0.16	-0.16		2	4.94	12.13	2625	2	4.90	12.13	2625		
13.113	-0.45	0.09	-0.13		2	5.19	12.61	2625	2	5.10	12.61	2625		
13.594	-0.45	0.04	-0.09		2	5.41	13.09	2625	2	5.32	13.09	2625		
14.075	-0.45	0.01	-0.05		2	5.63	13.58	2625	2	5.55	13.58	2625		
14.556	-0.44	-0.01	-0.02		2	5.84	14.06	2625	2	5.78	14.06	2625		
15.038	-0.44	-0.01	0.00		2	6.05	14.54	2625	2	6.02	14.54	2625		
15.519	-0.43	0.00	0.01		2	6.26	15.02	2625	2	6.25	15.02	2625		
16.000	-0.43	0.00	0.00		2	6.47	15.50	2625	2	6.49	15.50	2625		
Max	-0.03	0.28	4.85		D _e = 2.4 (m) D _w = 2.4 (m)			D _e = 0 (m) D _w = 0.5 (m)						
Min	-90.94	-14.37	-6.04		[STATE] -1 : 牆土分離 / 0 : 開挖 / 1 : 主動態 / 2 : 彈性態 / 3 : 被動態									

◆ PHASE 3



計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計



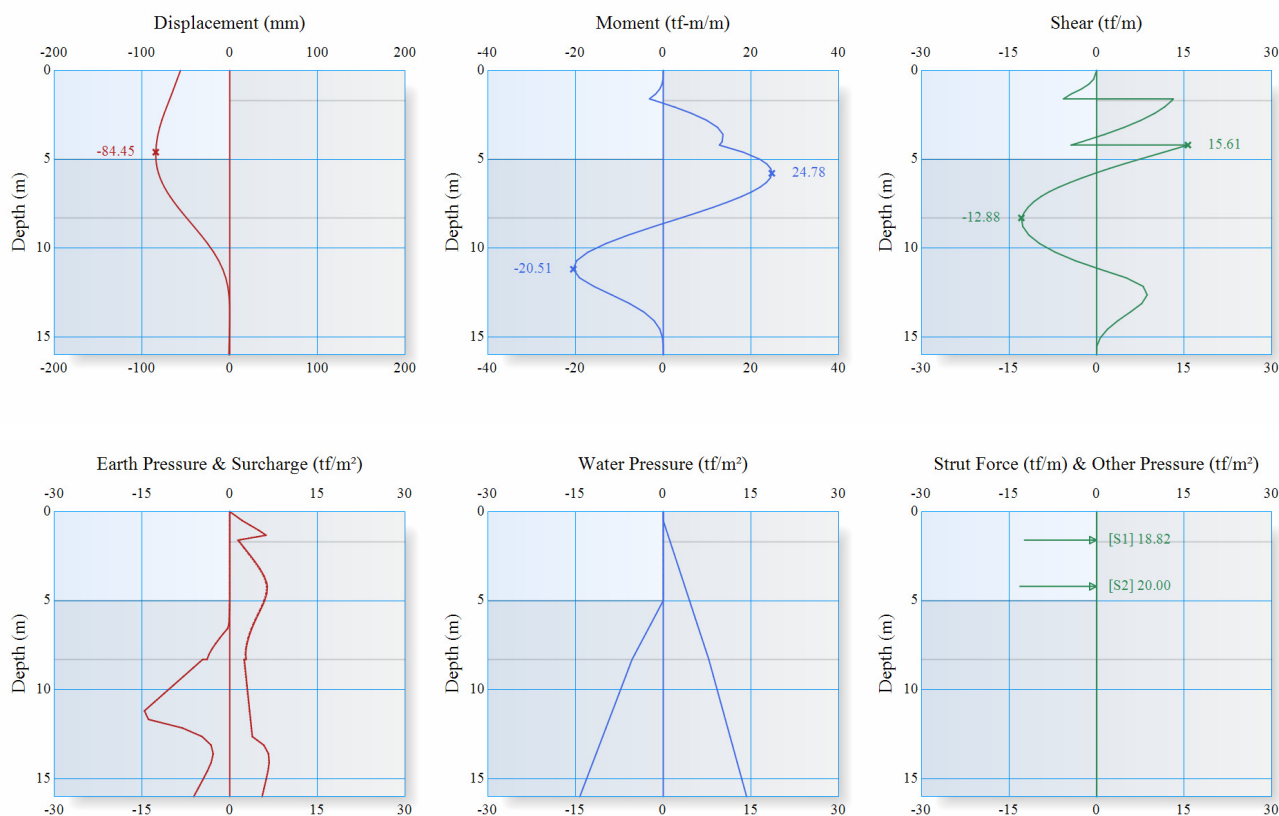
LEVEL (m)	WALL				SOIL 1				SOIL 2				STRUTS (tf)
	X (mm)	M (tf-m/m)	V (tf/m)	q (tf/m²)	STATE	σ (tf/m²)	u (tf/m²)	k_h (tf/m³)	STATE	σ (tf/m²)	u (tf/m²)	k_h (tf/m³)	
0.000	-53.97	0.00	0.00		0				1	0.00		1000	
0.500	-58.66	-0.12	-0.87		0				3	3.48	0.00	1000	
0.775	-61.25	-0.49	-1.99		0				3	4.40	0.28	1000	
1.050	-63.84	-1.22	-3.44		0				3	5.31	0.55	1000	
1.325	-66.46	-2.39	-5.22		0				3	6.23	0.83	1000	
1.600	-69.13	-4.02	-6.44		0				1	0.73	1.10	1000	104.45
			14.45		0				1	0.73	1.10	1000	
1.700	-70.12	-2.58	14.26		0				1	0.77	1.20	1000	
2.050	-73.60	2.30	13.48		0				1	0.89	1.55	1000	
2.400	-77.03	6.88	12.55		0				1	1.01	1.90	1000	
2.801	-80.68	11.68	11.28		0				1	1.14	2.30	1000	
3.201	-83.86	15.92	9.79		0				1	1.27	2.70	1000	
3.602	-86.41	19.53	8.09		0				1	1.40	3.10	1000	
4.002	-88.16	22.41	6.18		0				1	1.53	3.50	1000	
4.200	-88.70	23.55	5.16		0				1	1.59	3.70	1000	
4.600	-89.07	25.19	2.94		0				1	1.71	4.10	1000	
5.000	-88.43	25.91	0.51		0		0.00		1	1.83	4.50	1000	
					3	0.00	0.00	1000	1	1.83	4.50	1000	
5.263	-87.44	25.84	-1.10		3	0.31	0.42	1000	1	1.91	4.76	1000	
5.525	-85.99	25.36	-2.61		3	0.62	0.85	1000	1	1.99	5.03	1000	
5.788	-84.11	24.51	-4.02		3	0.93	1.27	1000	1	2.07	5.29	1000	
6.050	-81.80	23.29	-5.32		3	1.24	1.70	1000	1	2.15	5.55	1000	
6.313	-79.09	21.75	-6.52		3	1.55	2.12	1000	1	2.23	5.81	1000	
6.575	-76.00	19.90	-7.61		3	1.86	2.54	1000	1	2.30	6.08	1000	
6.838	-72.56	17.78	-8.61		3	2.17	2.97	1000	1	2.38	6.34	1000	
7.100	-68.81	15.42	-9.50		3	2.48	3.39	1000	1	2.46	6.60	1000	
7.400	-64.21	12.45	-10.39		3	2.83	3.88	1000	1	2.55	6.90	1000	
7.700	-59.32	9.23	-11.15		3	3.19	4.36	1000	1	2.64	7.20	1000	
8.000	-54.23	5.80	-11.77		3	3.54	4.85	1000	1	2.73	7.50	1000	
8.300	-49.01	2.21	-12.25		3	3.89	5.33	1000	1	2.82	7.80	1000	
					3	4.64	5.33	2625	1	2.50	7.80	2625	
8.781	-40.58	-3.64	-12.02		3	6.30	5.89	2625	1	2.65	8.20	2625	

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

9.263	-32.38	-9.18	-10.98		3	7.96	6.45	2625	1	2.80	8.61	2625		
9.744	-24.74	-14.03	-9.14		3	9.62	7.01	2625	1	2.95	9.01	2625		
10.225	-17.94	-17.80	-6.50		3	11.29	7.57	2625	1	3.10	9.42	2625		
10.706	-12.21	-20.11	-3.06		3	12.95	8.12	2625	1	3.25	9.82	2625		
11.188	-7.67	-20.57	1.18		3	14.61	8.68	2625	1	3.41	10.23	2625		
11.669	-4.36	-18.91	5.50		2	13.27	9.24	2625	1	3.56	10.63	2625		
12.150	-2.16	-15.50	8.15		2	7.69	9.80	2625	1	3.71	11.04	2625		
12.631	-0.89	-11.36	8.66		2	4.52	10.36	2625	2	4.07	11.44	2625		
13.113	-0.28	-7.37	7.60		2	3.11	10.92	2625	2	5.92	11.84	2625		
13.594	-0.10	-4.15	5.60		2	2.84	11.48	2625	2	6.64	12.25	2625		
14.075	-0.17	-1.95	3.50		2	3.21	12.04	2625	2	6.72	12.65	2625		
14.556	-0.35	-0.68	1.76		2	3.87	12.59	2625	2	6.50	13.06	2625		
15.038	-0.57	-0.12	0.56		2	4.64	13.15	2625	2	6.18	13.46	2625		
15.519	-0.80	0.01	-0.03		2	5.42	13.71	2625	2	5.84	13.87	2625		
16.000	-1.03	0.00	0.00		2	6.20	14.27	2625	2	5.50	14.27	2625		
Max	-0.10	25.91	14.45		D _e = 5 (m) D _w = 5 (m)			D _e = 0 (m) D _w = 0.5 (m)						
Min	-89.07	-20.57	-12.25		[STATE] -1：牆土分離 / 0：開挖 / 1：主動態 / 2：彈性態 / 3：被動態									

◆ PHASE 4



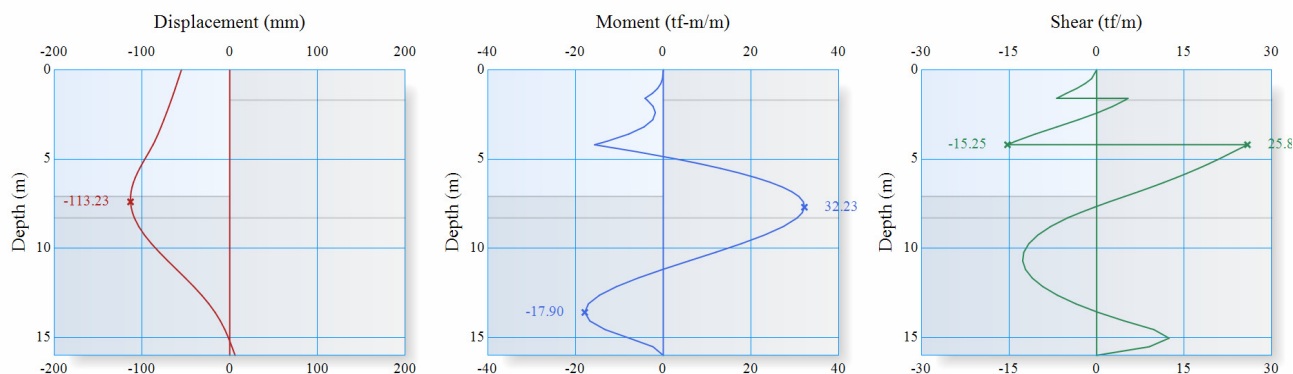
LEVEL (m)	WALL				STATE	SOIL 1			STATE	SOIL 2			STRUTS P _s (tf)
	X (mm)	M (tf-m/m)	V (tf/m)	q (tf/m ²)		σ (tf/m ²)	u (tf/m ²)	k _h (tf/m ³)		σ (tf/m ²)	u (tf/m ²)	k _h (tf/m ³)	
0.000	-56.26	0.00	0.00		0				1	0.00		1000	
0.500	-60.02	-0.06	-0.53		0				2	2.12	0.00	1000	
0.775	-62.09	-0.29	-1.35		0				2	3.55	0.28	1000	
1.050	-64.17	-0.81	-2.64		0				2	4.98	0.55	1000	
1.325	-66.27	-1.74	-4.37		0				3	6.23	0.83	1000	
1.600	-68.40	-3.14	-5.69		0				2	1.46	1.10	1000	94.08
			13.13		0				2	1.46	1.10	1000	
1.700	-69.19	-1.83	12.85		0				2	1.70	1.20	1000	

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

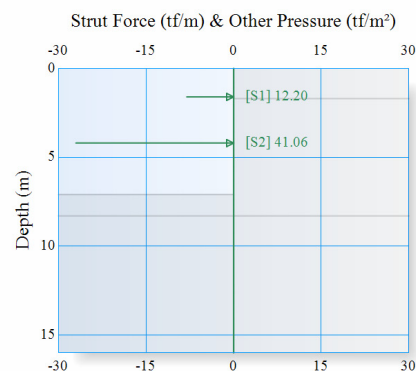
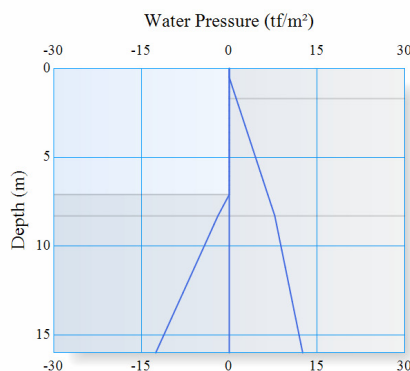
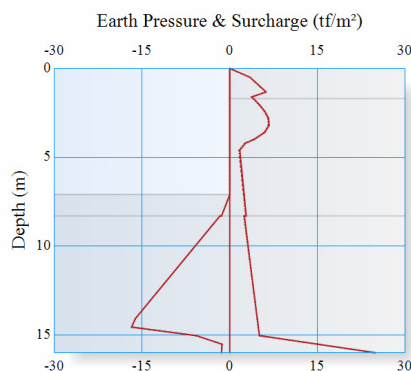
2.050	-71.96	2.49	11.63		0				2	2.53	1.55	1000	
2.400	-74.67	6.31	9.99		0				2	3.37	1.90	1000	
2.801	-77.52	9.88	7.62		0				2	4.30	2.30	1000	
3.201	-79.98	12.39	4.72		0				2	5.15	2.70	1000	
3.602	-81.95	13.65	1.35		0				2	5.86	3.10	1000	
4.002	-83.37	13.47	-2.42		0				2	6.33	3.50	1000	
4.200	-83.87	12.81	-4.39		0				2	6.43	3.70	1000	100.00
			15.61		0				2	6.43	3.70	1000	
4.600	-84.45	18.26	11.49		0				2	6.34	4.10	1000	
5.000	-84.30	22.05	7.31		0		0.00		2	5.96	4.50	1000	
					3	0.00	0.00	1000	2	5.96	4.50	1000	
5.263	-83.72	23.63	4.63		1	0.03	0.42	1000	2	5.62	4.76	1000	
5.525	-82.74	24.53	2.10		1	0.06	0.85	1000	2	5.25	5.03	1000	
5.788	-81.33	24.78	-0.28		1	0.08	1.27	1000	2	4.86	5.29	1000	
6.050	-79.48	24.42	-2.52		1	0.11	1.70	1000	2	4.47	5.55	1000	
6.313	-77.21	23.50	-4.60		1	0.14	2.12	1000	2	4.10	5.81	1000	
6.575	-74.53	22.06	-6.51		2	0.39	2.54	1000	2	3.77	6.08	1000	
6.838	-71.47	20.14	-8.17		2	1.08	2.97	1000	2	3.47	6.34	1000	
7.100	-68.06	17.83	-9.55		2	1.72	3.39	1000	2	3.22	6.60	1000	
7.400	-63.78	14.79	-10.80		2	2.40	3.88	1000	2	2.98	6.90	1000	
7.700	-59.16	11.42	-11.73		2	3.03	4.36	1000	2	2.80	7.20	1000	
8.000	-54.29	7.81	-12.40		3	3.54	4.85	1000	1	2.73	7.50	1000	
8.300	-49.25	4.04	-12.88		3	3.89	5.33	1000	1	2.82	7.80	1000	
					3	4.64	5.33	2625	1	2.50	7.80	2625	
8.781	-41.01	-2.11	-12.65		3	6.30	5.89	2625	1	2.65	8.20	2625	
9.263	-32.91	-7.95	-11.61		3	7.96	6.45	2625	1	2.80	8.61	2625	
9.744	-25.29	-13.09	-9.77		3	9.62	7.01	2625	1	2.95	9.01	2625	
10.225	-18.46	-17.16	-7.13		3	11.29	7.57	2625	1	3.10	9.42	2625	
10.706	-12.65	-19.76	-3.68		3	12.95	8.12	2625	1	3.25	9.82	2625	
11.188	-8.02	-20.51	0.56		3	14.61	8.68	2625	1	3.41	10.23	2625	
11.669	-4.61	-19.12	5.03		2	13.92	9.24	2625	1	3.56	10.63	2625	
12.150	-2.32	-15.86	7.94		2	8.10	9.80	2625	1	3.71	11.04	2625	
12.631	-0.97	-11.77	8.65		2	4.74	10.36	2625	1	3.87	11.44	2625	
13.113	-0.31	-7.73	7.74		2	3.20	10.92	2625	2	5.84	11.84	2625	
13.594	-0.10	-4.43	5.78		2	2.85	11.48	2625	2	6.64	12.25	2625	
14.075	-0.16	-2.13	3.67		2	3.17	12.04	2625	2	6.75	12.65	2625	
14.556	-0.33	-0.79	1.88		2	3.82	12.59	2625	2	6.55	13.06	2625	
15.038	-0.56	-0.17	0.64		2	4.59	13.15	2625	2	6.23	13.46	2625	
15.519	-0.79	-0.01	0.01		2	5.38	13.71	2625	2	5.88	13.87	2625	
16.000	-1.01	0.00	0.00		2	6.17	14.27	2625	2	5.54	14.27	2625	
Max	-0.10	24.78	15.61		D _e = 5 (m) D _w = 5 (m)			D _e = 0 (m) D _w = 0.5 (m)					
Min	-84.45	-20.51	-12.88		[STATE] -1 : 牆土分離 / 0 : 開挖 / 1 : 主動態 / 2 : 彈性態 / 3 : 被動態								

◆ PHASE 5



計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計



LEVEL	WALL				SOIL 1				SOIL 2				STRUTS
	X	M	V	q	STATE	σ	u	k_h	STATE	σ	u	k_h	
(m)	(mm)	(tf-m/m)	(tf/m)	(tf/m ²)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)	(tf)
0.000	-55.14	0.00	0.00		0				1	0.00		1000	
0.500	-58.51	-0.16	-0.87		0				3	3.48	0.00	1000	
0.775	-60.37	-0.55	-1.99		0				3	4.40	0.28	1000	
1.050	-62.23	-1.30	-3.43		0				3	5.31	0.55	1000	
1.325	-64.13	-2.49	-5.20		0				3	6.23	0.83	1000	
1.600	-66.07	-4.16	-6.84		0				2	3.80	1.10	1000	61.00
			5.36		0				2	3.80	1.10	1000	
1.700	-66.79	-3.66	4.85		0				2	4.09	1.20	1000	
2.050	-69.38	-2.32	2.76		0				2	5.11	1.55	1000	
2.400	-72.05	-1.80	0.22		0				2	5.98	1.90	1000	
2.801	-75.18	-2.38	-3.14		0				2	6.64	2.30	1000	
3.201	-78.41	-4.38	-6.82		0				2	6.73	2.70	1000	
3.602	-81.82	-7.87	-10.52		0				2	6.00	3.10	1000	
4.002	-85.55	-12.78	-13.87		0				2	4.14	3.50	1000	
4.200	-87.58	-15.67	-15.25		0				2	2.72	3.70	1000	205.31
			25.81		0				2	2.72	3.70	1000	
4.600	-92.07	-5.86	23.37		0				1	1.71	4.10	1000	
5.000	-96.82	3.00	20.94		0				1	1.83	4.50	1000	
5.263	-99.89	8.27	19.23		0				1	1.91	4.76	1000	
5.525	-102.81	13.07	17.44		0				1	1.99	5.03	1000	
5.788	-105.51	17.40	15.55		0				1	2.07	5.29	1000	
6.050	-107.90	21.21	13.58		0				1	2.15	5.55	1000	
6.313	-109.92	24.50	11.51		0				1	2.23	5.81	1000	
6.575	-111.51	27.24	9.36		0				1	2.30	6.08	1000	
6.838	-112.62	29.39	7.12		0				1	2.38	6.34	1000	
7.100	-113.21	30.95	4.79		0		0.00		1	2.46	6.60	1000	
					3	0.00	0.00	1000	1	2.46	6.60	1000	
7.400	-113.23	31.98	2.14		3	0.35	0.49	1000	1	2.55	6.90	1000	
7.700	-112.50	32.23	-0.38		3	0.70	0.97	1000	1	2.64	7.20	1000	
8.000	-111.04	31.75	-2.76		3	1.06	1.46	1000	1	2.73	7.50	1000	
8.300	-108.85	30.57	-5.00		3	1.41	1.94	1000	1	2.82	7.80	1000	
					3	1.68	1.94	2625	1	2.50	7.80	2625	
8.781	-103.88	27.43	-7.87		3	2.88	2.60	2625	1	2.68	8.10	2625	
9.263	-97.30	23.07	-10.08		3	4.09	3.27	2625	1	2.86	8.40	2625	
9.744	-89.37	17.81	-11.61		3	5.30	3.93	2625	1	3.04	8.69	2625	
10.225	-80.39	11.98	-12.47		3	6.50	4.60	2625	1	3.23	8.99	2625	
10.706	-70.71	5.89	-12.66		3	7.71	5.26	2625	1	3.41	9.29	2625	
11.188	-60.69	-0.13	-12.18		3	8.91	5.93	2625	1	3.59	9.59	2625	

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

11.669	-50.70	-5.75	-11.03		3	10.12	6.59	2625	1	3.78	9.89	2625		
12.150	-41.05	-10.67	-9.22		3	11.32	7.26	2625	1	3.96	10.19	2625		
12.631	-32.05	-14.54	-6.73		3	12.53	7.92	2625	1	4.15	10.48	2625		
13.113	-23.90	-17.06	-3.57		3	13.74	8.58	2625	1	4.33	10.78	2625		
13.594	-16.78	-17.90	0.25		3	14.94	9.25	2625	1	4.52	11.08	2625		
14.075	-10.72	-16.74	4.75		3	16.15	9.91	2625	1	4.70	11.38	2625		
14.556	-5.66	-13.27	9.78		2	16.81	10.58	2625	1	4.89	11.68	2625		
15.038	-1.39	-7.74	12.39		2	5.74	11.24	2625	1	5.07	11.97	2625		
15.519	2.41	-2.34	9.01		1	1.33	11.91	2625	2	15.03	12.27	2625		
16.000	6.05	0.00	0.00		1	1.42	12.57	2625	2	24.91	12.57	2625		
Max	6.05	32.23	25.81		D _e = 7.1 (m) D _w = 7.1 (m)			D _e = 0 (m) D _w = 0.5 (m)						
Min	-113.23	-17.90	-15.25		[STATE] -1：牆土分離 / 0：開挖 / 1：主動態 / 2：彈性態 / 3：被動態									

XDO 被動土壓力發揮比

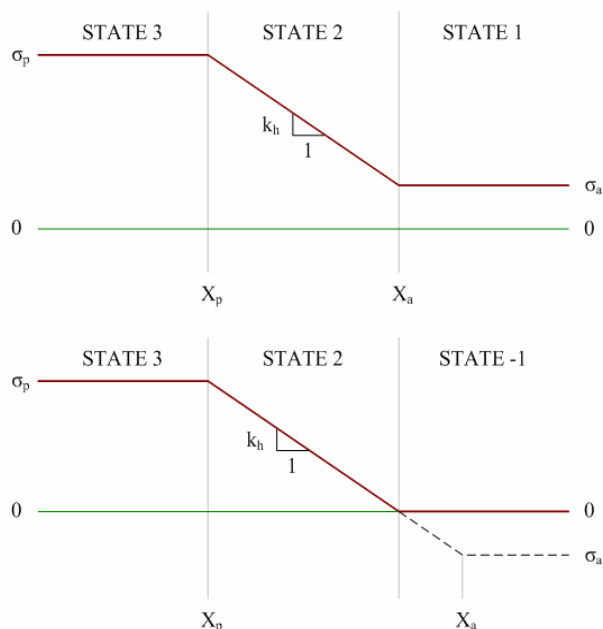
PHASE	SOIL 1			SOIL 2			Remark
	F _m	F _p	F _m /F _p	F _m	F _p	F _m /F _p	
	(tf/m)	(tf/m)		(tf/m)	(tf/m)		
1	-	-	-	-	-	-	N/A for Cantilever State
2	58.26	283.53	0.21	60.79	528.92	0.11	-
3	62.60	144.53	0.43	52.23	549.40	0.10	-
4	60.99	144.53	0.42	68.57	549.40	0.12	-
5	68.04	88.04	0.77	69.85	577.70	0.12	-

計畫名稱：測試案例

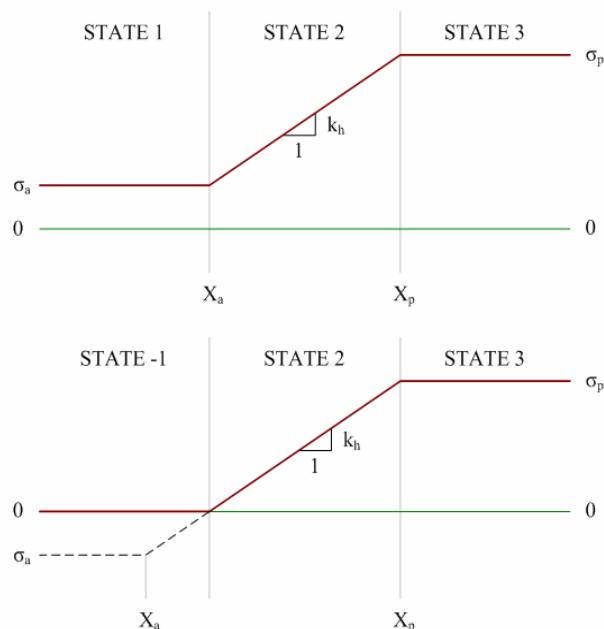
主 題：XDO 開挖擋土分析設計

XDO 土壤彈簧應力與變位

SOIL 1



SOIL 2



◆ PHASE 1

LEVEL	X	SOIL 1									SOIL 2								
		STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h	STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h
(m)	(mm)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)
0.000	-95.43	0									1	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000
0.500	-87.02	0									1	0.35	0.31	0.03	-0.19	2.95	0.35	3.48	1000
0.775	-82.40	0									1	0.44	0.40	0.05	-0.24	3.71	0.44	4.40	1000
1.050	-77.78	0									1	0.54	0.48	0.06	-0.29	4.48	0.54	5.31	1000
1.325	-73.16	0									1	0.64	0.56	0.08	-0.34	5.25	0.64	6.23	1000
1.600	-68.55	0									1	0.73	0.64	0.09	-0.39	6.02	0.73	7.14	1000
1.700	-66.88	0									1	0.77	0.67	0.10	-0.41	6.30	0.77	7.47	1000
2.050	-61.03	0									1	0.89	0.78	0.11	-0.47	7.32	0.89	8.68	1000
2.400	-55.24	0									1	1.01	0.89	0.12	-0.54	8.34	1.01	9.88	1000
		3	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000	1	1.01	0.89	0.12	-0.54	8.34	1.01	9.88	1000
2.801	-48.69	3	0.90	0.90	0.00	0.05	-0.77	0.08	0.90	1000	1	1.14	1.01	0.13	-0.61	9.51	1.14	11.26	1000
3.201	-42.31	3	1.80	1.80	0.00	0.10	-1.54	0.16	1.80	1000	1	1.27	1.14	0.13	-0.69	10.67	1.27	12.64	1000
3.602	-36.16	3	2.70	2.70	0.00	0.15	-2.30	0.25	2.70	1000	1	1.40	1.26	0.14	-0.76	11.84	1.40	14.01	1000
4.002	-30.33	3	3.60	3.60	0.00	0.20	-3.07	0.33	3.60	1000	1	1.53	1.39	0.14	-0.84	13.01	1.53	15.38	1000
4.200	-27.59	3	4.04	4.04	0.00	0.22	-3.45	0.37	4.04	1000	1	1.59	1.45	0.14	-0.88	13.59	1.59	16.05	1000
4.600	-22.38	3	4.94	4.94	0.00	0.27	-4.22	0.45	4.94	1000	1	1.71	1.57	0.14	-0.95	14.75	1.71	17.42	1000
5.000	-17.68	3	5.84	5.84	0.00	0.32	-4.98	0.53	5.84	1000	1	1.83	1.70	0.13	-1.03	15.92	1.83	18.78	1000
5.263	-14.90	3	6.43	6.43	0.00	0.35	-5.49	0.59	6.43	1000	1	1.91	1.78	0.13	-1.08	16.68	1.91	19.67	1000
5.525	-12.37	3	7.02	7.02	0.00	0.39	-5.99	0.64	7.02	1000	1	1.99	1.86	0.13	-1.13	17.45	1.99	20.57	1000
5.788	-10.11	3	7.61	7.61	0.00	0.42	-6.49	0.69	7.61	1000	1	2.07	1.94	0.13	-1.17	18.22	2.07	21.46	1000
6.050	-8.12	3	8.19	8.19	0.00	0.45	-7.00	0.75	8.19	1000	1	2.15	2.03	0.12	-1.22	18.98	2.15	22.35	1000
6.313	-6.40	2	7.68	7.68	0.00	0.48	-7.50	0.80	8.78	1000	1	2.23	2.11	0.12	-1.27	19.75	2.23	23.25	1000
6.575	-4.93	2	6.30	6.30	0.00	0.52	-8.00	0.85	9.37	1000	1	2.30	2.19	0.12	-1.32	20.51	2.30	24.14	1000
6.838	-3.70	2	5.16	5.16	0.00	0.55	-8.51	0.91	9.96	1000	1	2.38	2.27	0.11	-1.37	21.28	2.38	25.03	1000
7.100	-2.70	2	4.24	4.24	0.00	0.58	-9.01	0.96	10.55	1000	1	2.46	2.35	0.11	-1.42	22.04	2.46	25.92	1000

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

7.400	-1.80	2	3.44	3.44	0.00	0.62	-9.58	1.02	11.23	1000	1	2.55	2.45	0.10	-1.48	22.92	2.55	26.94	1000
7.700	-1.13	2	2.87	2.87	0.00	0.66	-10.16	1.08	11.90	1000	2	3.04	2.94	0.10	-1.53	23.79	2.64	27.96	1000
8.000	-0.66	2	2.49	2.49	0.00	0.69	-10.73	1.15	12.57	1000	2	3.66	3.57	0.10	-1.59	24.67	2.73	28.98	1000
8.300	-0.34	2	2.27	2.27	0.00	0.73	-11.31	1.21	13.25	1000	2	4.13	4.03	0.09	-1.65	25.54	2.82	30.01	1000
		2	2.66	2.66	0.00	0.27	-5.33	1.06	15.77	2625	2	3.20	3.11	0.09	-0.61	12.04	2.50	35.70	2625
8.781	-0.08	2	2.19	2.19	0.00	0.30	-6.01	1.20	17.76	2625	2	4.10	4.02	0.08	-0.64	12.72	2.62	37.69	2625
9.263	-0.02	2	2.26	2.26	0.00	0.34	-6.68	1.33	19.76	2625	2	4.48	4.40	0.08	-0.67	13.39	2.75	39.68	2625
9.744	-0.07	2	2.62	2.62	0.00	0.37	-7.36	1.47	21.76	2625	2	4.56	4.49	0.07	-0.71	14.07	2.88	41.67	2625
10.225	-0.16	2	3.08	3.08	0.00	0.40	-8.03	1.60	23.76	2625	2	4.54	4.47	0.07	-0.74	14.74	3.01	43.66	2625
10.706	-0.25	2	3.56	3.56	0.00	0.44	-8.71	1.74	25.75	2625	2	4.51	4.44	0.06	-0.78	15.42	3.14	45.66	2625
11.188	-0.33	2	3.99	3.99	0.00	0.47	-9.39	1.87	27.75	2625	2	4.52	4.46	0.06	-0.81	16.10	3.27	47.65	2625
11.669	-0.39	2	4.36	4.36	0.00	0.51	-10.06	2.01	29.75	2625	2	4.59	4.54	0.05	-0.84	16.77	3.40	49.64	2625
12.150	-0.43	2	4.68	4.68	0.00	0.54	-10.74	2.14	31.75	2625	2	4.72	4.67	0.05	-0.88	17.45	3.53	51.64	2625
12.631	-0.44	2	4.95	4.95	0.00	0.57	-11.41	2.28	33.74	2625	2	4.89	4.84	0.05	-0.91	18.12	3.67	53.63	2625
13.113	-0.45	2	5.19	5.19	0.00	0.61	-12.09	2.41	35.74	2625	2	5.10	5.05	0.04	-0.95	18.80	3.80	55.62	2625
13.594	-0.45	2	5.41	5.41	0.00	0.64	-12.76	2.55	37.74	2625	2	5.32	5.28	0.04	-0.98	19.47	3.93	57.62	2625
14.075	-0.45	2	5.63	5.63	0.00	0.68	-13.44	2.68	39.74	2625	2	5.55	5.51	0.04	-1.01	20.15	4.06	59.61	2625
14.556	-0.44	2	5.84	5.84	0.00	0.71	-14.12	2.82	41.74	2625	2	5.78	5.75	0.04	-1.05	20.83	4.19	61.61	2625
15.038	-0.44	2	6.05	6.05	0.00	0.74	-14.79	2.95	43.73	2625	2	6.02	5.99	0.03	-1.08	21.50	4.33	63.60	2625
15.519	-0.43	2	6.26	6.26	0.00	0.78	-15.47	3.09	45.73	2625	2	6.26	6.23	0.03	-1.11	22.18	4.46	65.60	2625
16.000	-0.43	2	6.47	6.47	0.00	0.81	-16.14	3.22	47.73	2625	2	6.49	6.46	0.03	-1.15	22.85	4.59	67.60	2625

◆ PHASE 2

LEVEL	X	SOIL 1									SOIL 2								
		STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h	STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h
(m)	(mm)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)
0.000	-90.94	0									1	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000
0.500	-82.88	0									3	3.48	3.45	0.03	-87.02	-83.89	0.35	3.48	1000
0.775	-78.45	0									2	4.39	4.35	0.05	-82.40	-78.45	0.44	4.40	1000
1.050	-74.03	0									2	4.29	4.22	0.06	-77.78	-73.01	0.54	5.31	1000
1.325	-69.64	0									2	4.16	4.08	0.08	-73.16	-67.57	0.64	6.23	1000
1.600	-65.29	0									2	3.99	3.90	0.09	-68.55	-62.14	0.73	7.14	1000
1.700	-63.73	0									2	3.92	3.82	0.10	-66.88	-60.17	0.77	7.47	1000
2.050	-58.31	0									2	3.61	3.50	0.11	-61.03	-53.24	0.89	8.68	1000
2.400	-52.98	0									2	3.26	3.14	0.12	-55.24	-46.36	1.01	9.88	1000
		3	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000	2	3.26	3.14	0.12	-55.24	-46.36	1.01	9.88	1000
2.801	-46.98	1	0.08	0.08	0.00	-47.88	-48.69	0.08	0.90	1000	2	2.86	2.73	0.13	-48.69	-38.58	1.14	11.26	1000
3.201	-41.08	2	0.57	0.57	0.00	-40.68	-42.31	0.16	1.80	1000	2	2.50	2.37	0.13	-42.31	-30.95	1.27	12.64	1000
3.602	-35.35	2	1.89	1.89	0.00	-33.71	-36.16	0.25	2.70	1000	2	2.21	2.07	0.14	-36.16	-23.56	1.40	14.01	1000
4.002	-29.86	2	3.13	3.13	0.00	-27.06	-30.33	0.33	3.60	1000	2	1.99	1.85	0.14	-30.33	-16.48	1.53	15.38	1000
4.200	-27.26	2	3.71	3.71	0.00	-23.91	-27.59	0.37	4.04	1000	2	1.92	1.78	0.14	-27.59	-13.12	1.59	16.05	1000
4.600	-22.28	2	4.84	4.84	0.00	-17.89	-22.38	0.45	4.94	1000	2	1.81	1.67	0.14	-22.38	-6.67	1.71	17.42	1000
5.000	-17.74	3	5.84	5.84	0.00	-12.37	-17.68	0.53	5.84	1000	1	1.83	1.70	0.13	-17.68	-0.73	1.83	18.78	1000
5.263	-15.03	3	6.43	6.43	0.00	-9.05	-14.90	0.59	6.43	1000	1	1.91	1.78	0.13	-14.90	2.86	1.91	19.67	1000
5.525	-12.56	3	7.02	7.02	0.00	-6.00	-12.37	0.64	7.02	1000	1	1.99	1.86	0.13	-12.37	6.20	1.99	20.57	1000
5.788	-10.33	3	7.61	7.61	0.00	-3.20	-10.11	0.69	7.61	1000	1	2.07	1.94	0.13	-10.11	9.28	2.07	21.46	1000
6.050	-8.36	3	8.19	8.19	0.00	-0.68	-8.12	0.75	8.19	1000	1	2.15	2.03	0.12	-8.12	12.08	2.15	22.35	1000
6.313	-6.64	2	7.92	7.92	0.00	0.48	-7.50	0.80	8.78	1000	1	2.23	2.11	0.12	-6.40	14.62	2.23	23.25	1000
6.575	-5.16	2	6.53	6.53	0.00	0.52	-8.00	0.85	9.37	1000	1	2.30	2.19	0.12	-4.93	16.90	2.30	24.14	1000
6.838	-3.92	2	5.38	5.38	0.00	0.55	-8.51	0.91	9.96	1000	1	2.38	2.27	0.11	-3.70	18.94	2.38	25.03	1000
7.100	-2.90	2	4.44	4.44	0.00	0.58	-9.01	0.96	10.55	1000	1	2.46	2.35	0.11	-2.70	20.76	2.46	25.92	1000
7.400	-1.97	2	3.61	3.61	0.00	0.62	-9.58	1.02	11.23	1000	1	2.55	2.45	0.10	-1.80	22.59	2.55	26.94	1000
7.700	-1.27	2	3.01	3.01	0.00	0.66	-10.16	1.08	11.90	1000	2	2.90	2.80	0.10	-1.53	23.79	2.64	27.96	1000
8.000	-0.76	2	2.60	2.60	0.00	0.69	-10.73	1.15	12.57	1000	2	3.55	3.46	0.10	-1.59	24.67	2.73	28.98	1000
8.300	-0.42	2	2.35	2.35	0.00	0.73	-11.31	1.21	13.25	1000	2	4.05	3.95	0.09	-1.65	25.54	2.82	30.01	1000
		2	2.87	2.87	0.00	0.27	-5.33	1.06	15.77	2625	2	2.99	2.90	0.09	-0.61	12.04	2.50	35.70	2625

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

8.781	-0.12	2	2.31	2.31	0.00	0.30	-6.01	1.20	17.76	2625	2	3.99	3.90	0.08	-0.64	12.72	2.62	37.69	2625
9.263	-0.03	2	2.31	2.31	0.00	0.34	-6.68	1.33	19.76	2625	2	4.43	4.35	0.08	-0.67	13.39	2.75	39.68	2625
9.744	-0.07	2	2.62	2.62	0.00	0.37	-7.36	1.47	21.76	2625	2	4.56	4.48	0.07	-0.71	14.07	2.88	41.67	2625
10.225	-0.15	2	3.07	3.07	0.00	0.40	-8.03	1.60	23.76	2625	2	4.55	4.49	0.07	-0.74	14.74	3.01	43.66	2625
10.706	-0.25	2	3.54	3.54	0.00	0.44	-8.71	1.74	25.75	2625	2	4.53	4.47	0.06	-0.78	15.42	3.14	45.66	2625
11.188	-0.33	2	3.97	3.97	0.00	0.47	-9.39	1.87	27.75	2625	2	4.54	4.48	0.06	-0.81	16.10	3.27	47.65	2625
11.669	-0.38	2	4.35	4.35	0.00	0.51	-10.06	2.01	29.75	2625	2	4.61	4.55	0.05	-0.84	16.77	3.40	49.64	2625
12.150	-0.42	2	4.67	4.67	0.00	0.54	-10.74	2.14	31.75	2625	2	4.73	4.68	0.05	-0.88	17.45	3.53	51.64	2625
12.631	-0.44	2	4.94	4.94	0.00	0.57	-11.41	2.28	33.74	2625	2	4.90	4.85	0.05	-0.91	18.12	3.67	53.63	2625
13.113	-0.45	2	5.19	5.19	0.00	0.61	-12.09	2.41	35.74	2625	2	5.10	5.06	0.04	-0.95	18.80	3.80	55.62	2625
13.594	-0.45	2	5.41	5.41	0.00	0.64	-12.76	2.55	37.74	2625	2	5.32	5.28	0.04	-0.98	19.47	3.93	57.62	2625
14.075	-0.45	2	5.63	5.63	0.00	0.68	-13.44	2.68	39.74	2625	2	5.55	5.51	0.04	-1.01	20.15	4.06	59.61	2625
14.556	-0.44	2	5.84	5.84	0.00	0.71	-14.12	2.82	41.74	2625	2	5.78	5.75	0.04	-1.05	20.83	4.19	61.61	2625
15.038	-0.44	2	6.05	6.05	0.00	0.74	-14.79	2.95	43.73	2625	2	6.02	5.99	0.03	-1.08	21.50	4.33	63.60	2625
15.519	-0.43	2	6.26	6.26	0.00	0.78	-15.47	3.09	45.73	2625	2	6.25	6.22	0.03	-1.11	22.18	4.46	65.60	2625
16.000	-0.43	2	6.47	6.47	0.00	0.81	-16.14	3.22	47.73	2625	2	6.49	6.46	0.03	-1.15	22.85	4.59	67.60	2625

◆ PHASE 3

LEVEL	X	SOIL 1									SOIL 2								
		STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h	STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h
(m)	(mm)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)
0.000	-53.97	0									1	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000
0.500	-58.66	0									3	3.48	3.45	0.03	-86.02	-82.88	0.35	3.48	1000
0.775	-61.25	0									3	4.40	4.35	0.05	-82.40	-78.45	0.44	4.40	1000
1.050	-63.84	0									3	5.31	5.25	0.06	-77.78	-73.01	0.54	5.31	1000
1.325	-66.46	0									3	6.23	6.15	0.08	-73.16	-67.57	0.64	6.23	1000
1.600	-69.13	0									1	0.73	0.64	0.09	-68.55	-62.14	0.73	7.14	1000
1.700	-70.12	0									1	0.77	0.67	0.10	-66.88	-60.17	0.77	7.47	1000
2.050	-73.60	0									1	0.89	0.78	0.11	-61.03	-53.24	0.89	8.68	1000
2.400	-77.03	0									1	1.01	0.89	0.12	-55.24	-46.36	1.01	9.88	1000
2.801	-80.68	0									1	1.14	1.01	0.13	-48.69	-38.58	1.14	11.26	1000
3.201	-83.86	0									1	1.27	1.14	0.13	-42.31	-30.95	1.27	12.64	1000
3.602	-86.41	0									1	1.40	1.26	0.14	-36.16	-23.56	1.40	14.01	1000
4.002	-88.16	0									1	1.53	1.39	0.14	-30.33	-16.48	1.53	15.38	1000
4.200	-88.70	0									1	1.59	1.45	0.14	-27.59	-13.12	1.59	16.05	1000
4.600	-89.07	0									1	1.71	1.57	0.14	-22.38	-6.67	1.71	17.42	1000
5.000	-88.43	0									1	1.83	1.70	0.13	-17.74	-0.79	1.83	18.78	1000
		3	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000	1	1.83	1.70	0.13	-17.74	-0.79	1.83	18.78	1000
5.263	-87.44	3	0.31	0.31	0.00	-14.75	-15.03	0.03	0.31	1000	1	1.91	1.78	0.13	-15.03	2.73	1.91	19.67	1000
5.525	-85.99	3	0.62	0.62	0.00	-11.99	-12.56	0.06	0.62	1000	1	1.99	1.86	0.13	-12.56	6.02	1.99	20.57	1000
5.788	-84.11	3	0.93	0.93	0.00	-9.49	-10.33	0.08	0.93	1000	1	2.07	1.94	0.13	-10.33	9.06	2.07	21.46	1000
6.050	-81.80	3	1.24	1.24	0.00	-7.23	-8.36	0.11	1.24	1000	1	2.15	2.03	0.12	-8.36	11.85	2.15	22.35	1000
6.313	-79.09	3	1.55	1.55	0.00	-5.23	-6.64	0.14	1.55	1000	1	2.23	2.11	0.12	-6.64	14.38	2.23	23.25	1000
6.575	-76.00	3	1.86	1.86	0.00	-3.47	-5.16	0.17	1.86	1000	1	2.30	2.19	0.12	-5.16	16.67	2.30	24.14	1000
6.838	-72.56	3	2.17	2.17	0.00	-1.95	-3.92	0.20	2.17	1000	1	2.38	2.27	0.11	-3.92	18.73	2.38	25.03	1000
7.100	-68.81	3	2.48	2.48	0.00	-0.64	-2.90	0.23	2.48	1000	1	2.46	2.35	0.11	-2.90	20.57	2.46	25.92	1000
7.400	-64.21	3	2.83	2.83	0.00	0.16	-2.42	0.26	2.83	1000	1	2.55	2.45	0.10	-1.97	22.43	2.55	26.94	1000
7.700	-59.32	3	3.19	3.19	0.00	0.18	-2.72	0.29	3.19	1000	1	2.64	2.54	0.10	-1.53	23.79	2.64	27.96	1000
8.000	-54.23	3	3.54	3.54	0.00	0.19	-3.02	0.32	3.54	1000	1	2.73	2.63	0.10	-1.59	24.67	2.73	28.98	1000
8.300	-49.01	3	3.89	3.89	0.00	0.21	-3.33	0.35	3.89	1000	1	2.82	2.73	0.09	-1.65	25.54	2.82	30.01	1000
		3	4.64	4.64	0.00	0.08	-1.57	0.31	4.64	2625	1	2.50	2.40	0.09	-0.61	12.04	2.50	35.70	2625
8.781	-40.58	3	6.30	6.30	0.00	0.11	-2.13	0.43	6.30	2625	1	2.65	2.56	0.08	-0.65	12.83	2.65	38.02	2625
9.263	-32.38	3	7.96	7.96	0.00	0.14	-2.69	0.54	7.96	2625	1	2.80	2.72	0.08	-0.68	13.62	2.80	40.34	2625
9.744	-24.74	3	9.62	9.62	0.00	0.16	-3.25	0.65	9.62	2625	1	2.95	2.88	0.07	-0.72	14.41	2.95	42.67	2625
10.225	-17.94	3	11.29	11.29	0.00	0.19	-3.82	0.76	11.29	2625	1	3.10	3.03	0.07	-0.76	15.19	3.10	44.99	2625
10.706	-12.21	3	12.95	12.95	0.00	0.22	-4.38	0.87	12.95	2625	1	3.25	3.19	0.06	-0.80	15.98	3.25	47.32	2625

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

11.188	-7.67	3	14.61	14.61	0.00	0.25	-4.94	0.99	14.61	2625	1	3.41	3.35	0.06	-0.84	16.77	3.41	49.64	2625
11.669	-4.36	2	13.27	13.27	0.00	0.28	-5.50	1.10	16.27	2625	1	3.56	3.51	0.05	-0.88	17.56	3.56	51.97	2625
12.150	-2.16	2	7.69	7.69	0.00	0.31	-6.07	1.21	17.94	2625	1	3.71	3.66	0.05	-0.92	18.35	3.71	54.30	2625
12.631	-0.89	2	4.52	4.52	0.00	0.33	-6.63	1.32	19.60	2625	2	4.07	4.02	0.05	-0.96	19.13	3.87	56.62	2625
13.113	-0.28	2	3.11	3.11	0.00	0.36	-7.19	1.44	21.26	2625	2	5.92	5.88	0.04	-1.00	19.92	4.02	58.95	2625
13.594	-0.10	2	2.84	2.84	0.00	0.39	-7.75	1.55	22.92	2625	2	6.64	6.60	0.04	-1.04	20.71	4.18	61.28	2625
14.075	-0.17	2	3.21	3.21	0.00	0.42	-8.32	1.66	24.59	2625	2	6.72	6.68	0.04	-1.08	21.50	4.33	63.60	2625
14.556	-0.35	2	3.87	3.87	0.00	0.45	-8.88	1.77	26.25	2625	2	6.50	6.46	0.04	-1.12	22.29	4.49	65.93	2625
15.038	-0.57	2	4.64	4.64	0.00	0.47	-9.44	1.88	27.91	2625	2	6.18	6.14	0.03	-1.16	23.08	4.64	68.26	2625
15.519	-0.80	2	5.42	5.42	0.00	0.50	-10.00	2.00	29.57	2625	2	5.84	5.81	0.03	-1.20	23.86	4.80	70.59	2625
16.000	-1.03	2	6.20	6.20	0.00	0.53	-10.56	2.11	31.24	2625	2	5.50	5.48	0.03	-1.24	24.65	4.95	72.91	2625

◆PHASE 4

LEVEL	X	SOIL 1									SOIL 2								
		STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h	STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h
(m)	(mm)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)
0.000	-56.26	0									1	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000
0.500	-60.02	0									2	2.12	2.09	0.03	-61.80	-58.66	0.35	3.48	1000
0.775	-62.09	0									2	3.55	3.50	0.05	-65.20	-61.25	0.44	4.40	1000
1.050	-64.17	0									2	4.98	4.92	0.06	-68.61	-63.84	0.54	5.31	1000
1.325	-66.27	0									3	6.23	6.15	0.08	-72.05	-66.46	0.64	6.23	1000
1.600	-68.40	0									2	1.46	1.37	0.09	-69.13	-62.72	0.73	7.14	1000
1.700	-69.19	0									2	1.70	1.60	0.10	-70.12	-63.41	0.77	7.47	1000
2.050	-71.96	0									2	2.53	2.42	0.11	-73.60	-65.81	0.89	8.68	1000
2.400	-74.67	0									2	3.37	3.25	0.12	-77.03	-68.15	1.01	9.88	1000
2.801	-77.52	0									2	4.30	4.17	0.13	-80.68	-70.56	1.14	11.26	1000
3.201	-79.98	0									2	5.15	5.02	0.13	-83.86	-72.50	1.27	12.64	1000
3.602	-81.95	0									2	5.86	5.72	0.14	-86.41	-73.80	1.40	14.01	1000
4.002	-83.37	0									2	6.33	6.19	0.14	-88.16	-74.32	1.53	15.38	1000
4.200	-83.87	0									2	6.43	6.29	0.14	-88.70	-74.24	1.59	16.05	1000
4.600	-84.45	0									2	6.34	6.20	0.14	-89.07	-73.37	1.71	17.42	1000
5.000	-84.30	0									2	5.96	5.83	0.13	-88.43	-71.48	1.83	18.78	1000
		3	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000	2	5.96	5.83	0.13	-88.43	-71.48	1.83	18.78	1000
5.263	-83.72	1	0.03	0.03	0.00	-87.15	-87.44	0.03	0.31	1000	2	5.62	5.49	0.13	-87.44	-69.67	1.91	19.67	1000
5.525	-82.74	1	0.06	0.06	0.00	-85.43	-85.99	0.06	0.62	1000	2	5.25	5.12	0.13	-85.99	-67.42	1.99	20.57	1000
5.788	-81.33	1	0.08	0.08	0.00	-83.27	-84.11	0.08	0.93	1000	2	4.86	4.73	0.13	-84.11	-64.72	2.07	21.46	1000
6.050	-79.48	1	0.11	0.11	0.00	-80.68	-81.80	0.11	1.24	1000	2	4.47	4.35	0.12	-81.80	-61.60	2.15	22.35	1000
6.313	-77.21	1	0.14	0.14	0.00	-77.68	-79.09	0.14	1.55	1000	2	4.10	3.98	0.12	-79.09	-58.07	2.23	23.25	1000
6.575	-74.53	2	0.39	0.39	0.00	-74.31	-76.00	0.17	1.86	1000	2	3.77	3.65	0.12	-76.00	-54.16	2.30	24.14	1000
6.838	-71.47	2	1.08	1.08	0.00	-70.59	-72.56	0.20	2.17	1000	2	3.47	3.36	0.11	-72.56	-49.91	2.38	25.03	1000
7.100	-68.06	2	1.72	1.72	0.00	-66.56	-68.81	0.23	2.48	1000	2	3.22	3.11	0.11	-68.81	-45.35	2.46	25.92	1000
7.400	-63.78	2	2.40	2.40	0.00	-61.63	-64.21	0.26	2.83	1000	2	2.98	2.88	0.10	-64.21	-39.81	2.55	26.94	1000
7.700	-59.16	2	3.03	3.03	0.00	-56.43	-59.32	0.29	3.19	1000	2	2.80	2.70	0.10	-59.32	-34.00	2.64	27.96	1000
8.000	-54.29	3	3.54	3.54	0.00	-51.01	-54.23	0.32	3.54	1000	1	2.73	2.63	0.10	-54.23	-27.97	2.73	28.98	1000
8.300	-49.25	3	3.89	3.89	0.00	-45.47	-49.01	0.35	3.89	1000	1	2.82	2.73	0.09	-49.01	-21.82	2.82	30.01	1000
		3	4.64	4.64	0.00	-47.37	-49.01	0.31	4.64	2625	1	2.50	2.40	0.09	-49.01	-36.37	2.50	35.70	2625
8.781	-41.01	3	6.30	6.30	0.00	-38.35	-40.58	0.43	6.30	2625	1	2.65	2.56	0.08	-40.58	-27.11	2.65	38.02	2625
9.263	-32.91	3	7.96	7.96	0.00	-29.56	-32.38	0.54	7.96	2625	1	2.80	2.72	0.08	-32.38	-18.08	2.80	40.34	2625
9.744	-25.29	3	9.62	9.62	0.00	-21.32	-24.74	0.65	9.62	2625	1	2.95	2.88	0.07	-24.74	-9.61	2.95	42.67	2625
10.225	-18.46	3	11.29	11.29	0.00	-13.93	-17.94	0.76	11.29	2625	1	3.10	3.03	0.07	-17.94	-1.98	3.10	44.99	2625
10.706	-12.65	3	12.95	12.95	0.00	-7.61	-12.21	0.87	12.95	2625	1	3.25	3.19	0.06	-12.21	4.58	3.25	47.32	2625
11.188	-8.02	3	14.61	14.61	0.00	-2.48	-7.67	0.99	14.61	2625	1	3.41	3.35	0.06	-7.67	9.94	3.41	49.64	2625
11.669	-4.61	2	13.92	13.92	0.00	0.28	-5.50	1.10	16.27	2625	1	3.56	3.51	0.05	-4.36	14.08	3.56	51.97	2625
12.150	-2.32	2	8.10	8.10	0.00	0.31	-6.07	1.21	17.94	2625	1	3.71	3.66	0.05	-2.16	17.10	3.71	54.30	2625
12.631	-0.97	2	4.74	4.74	0.00	0.33	-6.63	1.32	19.60	2625	1	3.87	3.82	0.05	-0.96	19.13	3.87	56.62	2625
13.113	-0.31	2	3.20	3.20	0.00	0.36	-7.19	1.44	21.26	2625	2	5.84	5.79	0.04	-1.00	19.92	4.02	58.95	2625

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

13.594	-0.10	2	2.85	2.85	0.00	0.39	-7.75	1.55	22.92	2625	2	6.64	6.59	0.04	-1.04	20.71	4.18	61.28	2625
14.075	-0.16	2	3.17	3.17	0.00	0.42	-8.32	1.66	24.59	2625	2	6.75	6.72	0.04	-1.08	21.50	4.33	63.60	2625
14.556	-0.33	2	3.82	3.82	0.00	0.45	-8.88	1.77	26.25	2625	2	6.55	6.51	0.04	-1.12	22.29	4.49	65.93	2625
15.038	-0.56	2	4.59	4.59	0.00	0.47	-9.44	1.88	27.91	2625	2	6.23	6.19	0.03	-1.16	23.08	4.64	68.26	2625
15.519	-0.79	2	5.38	5.38	0.00	0.50	-10.00	2.00	29.57	2625	2	5.88	5.85	0.03	-1.20	23.86	4.80	70.59	2625
16.000	-1.01	2	6.17	6.17	0.00	0.53	-10.56	2.11	31.24	2625	2	5.54	5.51	0.03	-1.24	24.65	4.95	72.91	2625

◆ PHASE 5

LEVEL	X	SOIL 1									SOIL 2								
		STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h	STATE	σ	σ_s	σ_q	X_a	X_p	σ_a	σ_p	k_h
(m)	(mm)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)		(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(mm)	(mm)	(tf/m ²)	(tf/m ²)	(tf/m ³)
0.000	-55.14	0									1	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000
0.500	-58.51	0									3	3.48	3.45	0.03	-61.80	-58.66	0.35	3.48	1000
0.775	-60.37	0									3	4.40	4.35	0.05	-65.20	-61.25	0.44	4.40	1000
1.050	-62.23	0									3	5.31	5.25	0.06	-68.61	-63.84	0.54	5.31	1000
1.325	-64.13	0									3	6.23	6.15	0.08	-71.86	-66.27	0.64	6.23	1000
1.600	-66.07	0									2	3.80	3.70	0.09	-69.13	-62.72	0.73	7.14	1000
1.700	-66.79	0									2	4.09	4.00	0.10	-70.12	-63.41	0.77	7.47	1000
2.050	-69.38	0									2	5.11	5.00	0.11	-73.60	-65.81	0.89	8.68	1000
2.400	-72.05	0									2	5.98	5.86	0.12	-77.03	-68.15	1.01	9.88	1000
2.801	-75.18	0									2	6.64	6.51	0.13	-80.68	-70.56	1.14	11.26	1000
3.201	-78.41	0									2	6.73	6.60	0.13	-83.86	-72.50	1.27	12.64	1000
3.602	-81.82	0									2	6.00	5.86	0.14	-86.41	-73.80	1.40	14.01	1000
4.002	-85.55	0									2	4.14	4.00	0.14	-88.16	-74.32	1.53	15.38	1000
4.200	-87.58	0									2	2.72	2.58	0.14	-88.70	-74.24	1.59	16.05	1000
4.600	-92.07	0									1	1.71	1.57	0.14	-89.07	-73.37	1.71	17.42	1000
5.000	-96.82	0									1	1.83	1.70	0.13	-88.43	-71.48	1.83	18.78	1000
5.263	-99.89	0									1	1.91	1.78	0.13	-87.44	-69.67	1.91	19.67	1000
5.525	-102.81	0									1	1.99	1.86	0.13	-85.99	-67.42	1.99	20.57	1000
5.788	-105.51	0									1	2.07	1.94	0.13	-84.11	-64.72	2.07	21.46	1000
6.050	-107.90	0									1	2.15	2.03	0.12	-81.80	-61.60	2.15	22.35	1000
6.313	-109.92	0									1	2.23	2.11	0.12	-79.09	-58.07	2.23	23.25	1000
6.575	-111.51	0									1	2.30	2.19	0.12	-76.00	-54.16	2.30	24.14	1000
6.838	-112.62	0									1	2.38	2.27	0.11	-72.56	-49.91	2.38	25.03	1000
7.100	-113.21	0									1	2.46	2.35	0.11	-68.81	-45.35	2.46	25.92	1000
		3	0.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.00	1000	1	2.46	2.35	0.11	-68.81	-45.35	2.46	25.92	1000
7.400	-113.23	3	0.35	0.35	0.00	-63.46	-63.78	0.03	0.35	1000	1	2.55	2.45	0.10	-64.21	-39.81	2.55	26.94	1000
7.700	-112.50	3	0.70	0.70	0.00	-58.52	-59.16	0.06	0.70	1000	1	2.64	2.54	0.10	-59.32	-34.00	2.64	27.96	1000
8.000	-111.04	3	1.06	1.06	0.00	-53.33	-54.29	0.10	1.06	1000	1	2.73	2.63	0.10	-54.29	-28.04	2.73	28.98	1000
8.300	-108.85	3	1.41	1.41	0.00	-47.97	-49.25	0.13	1.41	1000	1	2.82	2.73	0.09	-49.25	-22.06	2.82	30.01	1000
		3	1.68	1.68	0.00	-48.65	-49.25	0.11	1.68	2625	1	2.50	2.40	0.09	-49.25	-36.60	2.50	35.70	2625
8.781	-103.88	3	2.88	2.88	0.00	-39.99	-41.01	0.19	2.88	2625	1	2.68	2.59	0.08	-41.01	-27.37	2.68	38.48	2625
9.263	-97.30	3	4.09	4.09	0.00	-31.46	-32.91	0.28	4.09	2625	1	2.86	2.78	0.08	-32.91	-18.28	2.86	41.26	2625
9.744	-89.37	3	5.30	5.30	0.00	-23.41	-25.29	0.36	5.30	2625	1	3.04	2.97	0.07	-25.29	-9.67	3.04	44.05	2625
10.225	-80.39	3	6.50	6.50	0.00	-16.15	-18.46	0.44	6.50	2625	1	3.23	3.16	0.07	-18.46	-1.85	3.23	46.83	2625
10.706	-70.71	3	7.71	7.71	0.00	-9.92	-12.65	0.52	7.71	2625	1	3.41	3.35	0.06	-12.65	4.95	3.41	49.61	2625
11.188	-60.69	3	8.91	8.91	0.00	-4.86	-8.02	0.60	8.91	2625	1	3.59	3.53	0.06	-8.02	10.57	3.59	52.40	2625
11.669	-50.70	3	10.12	10.12	0.00	-1.01	-4.61	0.68	10.12	2625	1	3.78	3.72	0.05	-4.61	14.98	3.78	55.19	2625
12.150	-41.05	3	11.32	11.32	0.00	0.19	-3.83	0.76	11.32	2625	1	3.96	3.91	0.05	-2.32	18.25	3.96	57.97	2625
12.631	-32.05	3	12.53	12.53	0.00	0.21	-4.24	0.85	12.53	2625	1	4.15	4.10	0.05	-1.03	20.53	4.15	60.76	2625
13.113	-23.90	3	13.74	13.74	0.00	0.23	-4.65	0.93	13.74	2625	1	4.33	4.29	0.04	-1.08	21.48	4.33	63.54	2625
13.594	-16.78	3	14.94	14.94	0.00	0.25	-5.05	1.01	14.94	2625	1	4.52	4.48	0.04	-1.13	22.42	4.52	66.33	2625
14.075	-10.72	3	16.15	16.15	0.00	0.27	-5.46	1.09	16.15	2625	1	4.70	4.66	0.04	-1.17	23.36	4.70	69.12	2625
14.556	-5.66	2	16.81	16.81	0.00	0.30	-5.87	1.17	17.35	2625	1	4.89	4.85	0.04	-1.22	24.31	4.89	71.90	2625
15.038	-1.39	2	5.74	5.74	0.00	0.32	-6.28	1.25	18.56	2625	1	5.07	5.04	0.03	-1.27	25.25	5.07	74.69	2625
15.519	2.41	1	1.33	1.33	0.00	0.34	-6.69	1.33	19.77	2625	2	15.03	15.00	0.03	-1.32	26.19	5.26	77.48	2625

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

16.000	6.05	1	1.42	1.42	0.00	0.36	-7.09	1.42	20.97	2625	2	24.91	24.88	0.03	-1.36	27.14	5.45	80.27	2625
--------	------	---	------	------	------	------	-------	------	-------	------	---	-------	-------	------	-------	-------	------	-------	------

XDO 支撐彈簧應力與變位

◆ PHASE 2

NO	LEVEL	k	S	θ	P _{pr}	R	x _o	x _{pr}	x _i	x _f	p _{s,n}	P _s
	(m)		(m)	(deg.)	(tf)	(tf/m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(tf/m)	(tf)
1	1.600	2	5.00	0.00	50.00	14190	-61.77	-65.29	-68.55	-65.29	10.00	50.00

◆ PHASE 3

NO	LEVEL	k	S	θ	P _{pr}	R	x _o	x _{pr}	x _i	x _f	p _{s,n}	P _s
	(m)		(m)	(deg.)	(tf)	(tf/m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(tf/m)	(tf)
1	1.600	2	5.00	0.00	50.00	14190	-61.77	-65.29	-65.29	-69.13	20.89	104.45

◆ PHASE 4

NO	LEVEL	k	S	θ	P _{pr}	R	x _o	x _{pr}	x _i	x _f	p _{s,n}	P _s
	(m)		(m)	(deg.)	(tf)	(tf/m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(tf/m)	(tf)
1	1.600	2	5.00	0.00	50.00	14190	-61.77	-65.29	-69.13	-68.40	18.82	94.08
2	4.200	2	5.00	0.00	100.00	28380	-80.34	-83.87	-88.70	-83.87	20.00	100.00

◆ PHASE 5

NO	LEVEL	k	S	θ	P _{pr}	R	x _o	x _{pr}	x _i	x _f	p _{s,n}	P _s
	(m)		(m)	(deg.)	(tf)	(tf/m)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(tf/m)	(tf)
1	1.600	2	5.00	0.00	50.00	14190	-61.77	-65.29	-68.40	-66.07	12.20	61.00
2	4.200	2	5.00	0.00	100.00	28380	-80.34	-83.87	-83.87	-87.58	41.06	205.31

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

XDO 輸入指令

```
XDO 測試案例 *A*
*XDO SaSpCode:Padfield&Mair
*XDO khByDepth:Constant
*XDO KaKp:Caquot-Kerisel
*XDO khD:N[125]
*XDO khU:Su[250]
*XDO Ana:D_E/U_E
*Retaining Wall Depth & Rigidity
0
16 3905
*Strata Properties
*Z UW UW' Ka Ko Kp c phi Da Dp kh khp Cv
0
1.7 1.9 0.9 0.331 0.531 3.633 0 28 0.33 0.33 1000 0 0
8.3 1.94 0.94 0.331 0.531 3.633 0 28 0.33 0.33 1000 0 0
19.5 1.96 0.96 0.292 0.485 4.324 0 31 0.33 0.33 2625 0 0
*XDO SF,D,0,28,,0.67,8
*XDO CL,U,0,28,4,0.67,7
*XDO SM,D,0,31,,0.67,21
*Initial Water Table & Element Size
0.5 0.5
*Construction Stage
*PHASE 1
*Boussinesq Type Surcharge // Water Table and/or Water Pressure // Excavation
SUB(2) 0 5 10 1
EXC(1) 2.4
WAT(1) 2.4 0
WAT(1) 8.3 7.8
WAT(1) 16 15.5
WAT(2) 0.5 0
WAT(2) 1.7 1.2
WAT(2) 8.3 7.8
WAT(2) 16 15.5
CAL(0)
*PHASE 2
*1st Strut
STR(2) 1.6 5 0 50 14190
CAL(0)
*PHASE 3
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 5
WAT(1) 5 0
WAT(1) 8.3 5.33
WAT(1) 16 14.27
WAT(2) 0.5 0
WAT(2) 1.7 1.2
WAT(2) 8.3 7.8
WAT(2) 16 14.27
CAL(0)
*PHASE 4
*2nd Strut
STR(2) 4.2 5 0 100 28380
CAL(0)
```

計畫名稱：測試案例

主 題：XDO 開挖擋土分析設計

```
*PHASE 5
*Water Table and/or Water Pressure // Excavation
EXC(1) 7.1
WAT(1) 7.1 0
WAT(1) 8.3 1.94
WAT(1) 16 12.57
WAT(2) 0.5 0
WAT(2) 1.7 1.2
WAT(2) 8.3 7.8
WAT(2) 16 12.57
CAL(0)
*End of Calculation
END
EVP
STA
STOP
*XDO GUI
*XDO ProjectName:測試案例
*XDO ProjectNo:PJ-1234567
*XDO Designer:XDO User
*XDO Remark:使用手冊計算書範例
*XDO IsDefaultFileName:False
*XDO IsUserDefinedFileName:True
*XDO IsNoSubject:False
*XDO IsDefaultSubject:True
*XDO IsUserDefinedSubject:False
*XDO UserDefinedFileName:XDO_TEST
*XDO UserDefinedProjectName:
*XDO UserDefinedTitle:
*XDO STR-1:型鋼,H350×350×12×19,,,,1,20400000,,0.01739,15,0.6,14190
*XDO STR-2:型鋼,H350×350×12×19,,,,2,20400000,,0.01739,15,0.6,28380
*XDO WALL:鋼板樁,1,,,,280,,YSP-IV,,,2509980,20400000,,0.000319,0.6,3905,1
*XDO BTRS:N,,,,,
*XDO RCCode:TWN-USD110
*XDO E:2040000
*XDO StrataDisplay:Y
*XDO StrutCheck:N
```