

深開挖對臨近捷運結構物之影響

馮正一¹ 陳德郎²

1. 國立中興大學水土保持學系副教授
2. 國立中興大學水土保持學系碩士班研究生

摘 要

本研究利用 FLAC 有限差分法程式分析深開挖解壓對臨近結構物之影響，依據工址之鑽探資料與地工參數之經驗公式，配合內建之莫爾-庫倫(Mohr-Coulomb)模式計算深開挖所造成臨近結構物之變位量。並與規範值比較，以供設計及施工監測的參考。本研究選取三個實際深開挖案例進行研究分析，分別針對深開挖各施工階段與臨近捷運結構物，以二維分析模式計算捷運結構物之變位量，三案例分別包括明挖覆蓋箱形隧道、群樁基礎及潛盾圓形隧道。本研究連續壁之分析結果尚屬合理。案例中對臨近捷運結構物之變形影響亦符合規範要求，其中圓形隧道與明挖覆蓋箱形隧道距開挖面距離相當，連續壁厚度相同，但圓形隧道較明挖覆蓋箱形隧道有較大之變位量，可能是因為箱形隧道之勁度較大之緣故。本研究所介紹之分析方式可合理評估深開挖與現有地下構造物之互制行為。

關鍵字：深開挖、FLAC、捷運、明挖覆蓋隧道、群樁基礎、潛盾隧道。

INFLUENCE OF DEEP EXCAVATIONS TO THE NEARBY STRUCTURES OF MASS RAPID TRANSIT SYSTEM

ABSTRACT

This study uses the finite difference method FLAC program to analyze the influence of the deep excavations to the nearby structures of mass rapid transit (MRT) system. According to the site investigation data and geotechnical practice formula with the built-in Mohr-Coulomb model, the displacements of the structures caused by the deep excavation were calculated. The results are compared with code regulations and can be helpful to design and construction monitoring. Under two-dimensional setting, this study calculated the displacements of MRT structures caused by three actual cases of deep excavations. The structures include cut-and-cover tunnel, pile group foundation and shield tunnel. The calculated displacements of diaphragm walls are reasonable, and the deformations of the MRT structures are within the code regulations. The deformations of the shield tunnel are larger than those of cut-and-cover tunnel although the excavated depth and the distance of the walls to the tunnels of the two cases are about the same. The reason may be that the stiffness of cut-and-cover tunnel is larger than that of shield tunnel. The analysis method introduced in this study can reasonably evaluate the interactions behavior of the deep excavation and the existing MRT structures.

Key Words: Deep excavation, FLAC, Mass rapid transit system, cut-and-cover tunnel, pile group foundation, shield tunnel.

一、前言

1.1 研究動機

經濟發展模式由農業轉向工業，再由工業轉向高科技及服務業，使人口集中於都市情形更趨惡化，惟土地資源有限，使都市高度開發後，便將建設觸角移往地底，不僅高樓地下室採深開挖施工，捷運地下化也已是常態，但也造成後續開發之深開挖與現有地底構造物之相互影響，其互制行為經常受到重視。依據台北捷運局資料顯示，在已完工通車之捷運路線中，全長 76.6KM 中僅捷運淡水線部份路段採平面，其餘全都為高架或地下化。而高雄捷運規劃及施工中之捷運路線，全長 42.8KM 中亦僅約 1.6KM 採平面，其餘也都為高架或地下化。

不論高架或地下化，捷運構造物均需構築於地下，雖然解決土地資源有限之問題，但也造成捷運沿線周邊土地後續開發之深開挖與現有地底捷運構造物之相互影響，其互制行為亦經常受到捷運管理單位重視。各土地開發單位莫不希望能有適當方法能詳細評估深開挖對現有地底構造物之影響程度，在不影響現有地底構造物安全下，順利進行土地開發，使土地利用不致受限。

1.2 研究目地

本研究針對捷運沿線周邊土地之實際開發案例，挑選常見三種不同捷運構造物-明挖覆蓋箱形隧道、群樁基礎、潛盾圓形隧道，利用數值模擬工具 FLAC 軟體探討深開挖對其影響程度。期望本研究所介紹之分析方式可合理評估深開挖與現有地下構造物之互制行為。

二、分析方法與步驟

2.1 分析方法

本研究採用 FLAC 有限差分法進行前述案例之分析，有關有限差分法程式 FLAC 程式及本研究採用之內建模式概述如下：

2.1.1 FLAC 程式簡介

FLAC 程式是以有限差分程式(explicit finite difference code)模擬土壤、岩石彈塑性或其他達降伏限度後成塑性流動的材料所構成之構造物的行為(梁嘉純 2003)，程式在運算過程中是以「時階」(timestep)的形態求解每一個節點的運動方程式，但此時階並非代表實際時間，而是指程式反覆運算的次數。在每一個時階中，利用系統原本的不平衡狀態決定每一節點的不平衡力，然後再求解其運動方程式。節點速度決定後，可將速度積分求得節點的位移及應變增量。應變增量決定後再利用材料的組合律求得應力增量，將應力增量加上原來的應力狀態，即成為新的應力狀態，同時可得另一個不平衡力，再進行下一時階的運算。如此反覆運算直至不平衡力趨近於零，直到靜力平衡為止，屬於顯性(explicit)有限差分法的一種。有限差分法通常在給定結構體條件後，即可逐點計算物體的內部應力應變(王少韜，2007)。FLAC 運算流程如圖 1。

FLAC 內建有各種組合模式，以下為本研究所採用模式簡略之說明：

- 空元素模式(Null Model)：此模式可將所指定的網格範圍移除，用來模擬區域的開挖或移除行為，若將來有回填動作，即可將此範圍內網格指定為其他型式。
- 均向彈性型式(Elastic Isotropic Model)：模擬均質等向性的彈性材料，其應力-應變在加壓及解壓過程均為線性關係，並且遵循虎克定律 (Hook's Law)。

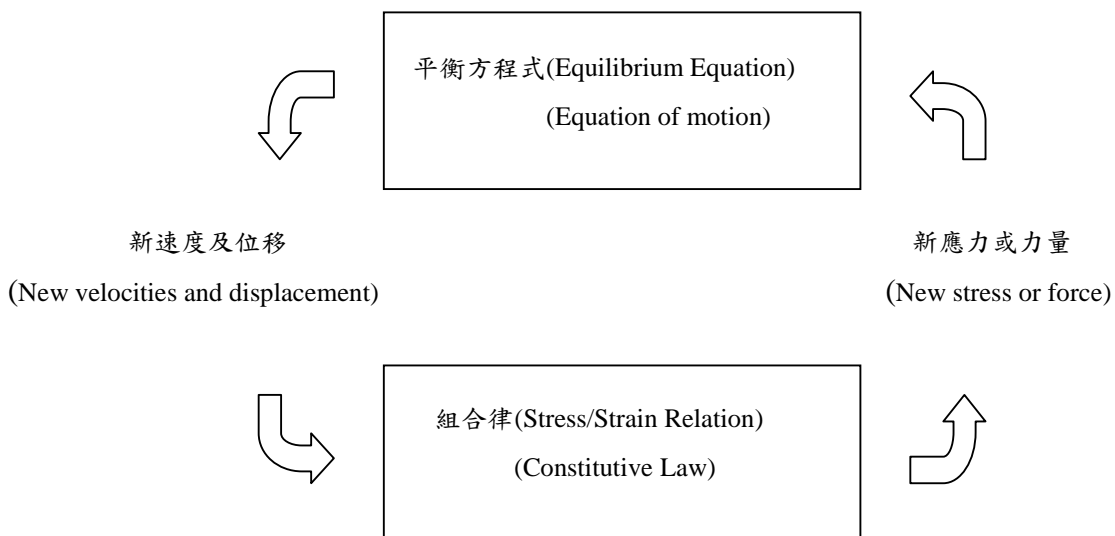


圖 1 FLAC 運算流程圖

c. 莫爾庫倫塑性模式 (Mohr-Coulomb Plasticity Model)：此模式之材料遵守 Mohr-Coulomb 破壞準則。

本研究開挖之數值模擬依實際之支撐架設與各階段開挖順序進行直到最終開挖高程後，再依樓版及支撐拆除之順序進行計算至 1F 樓版為止。其中基地內地下水位模擬亦隨各階段之開挖而下降。研究分析步驟流程如圖 2。

2.2 分析步驟

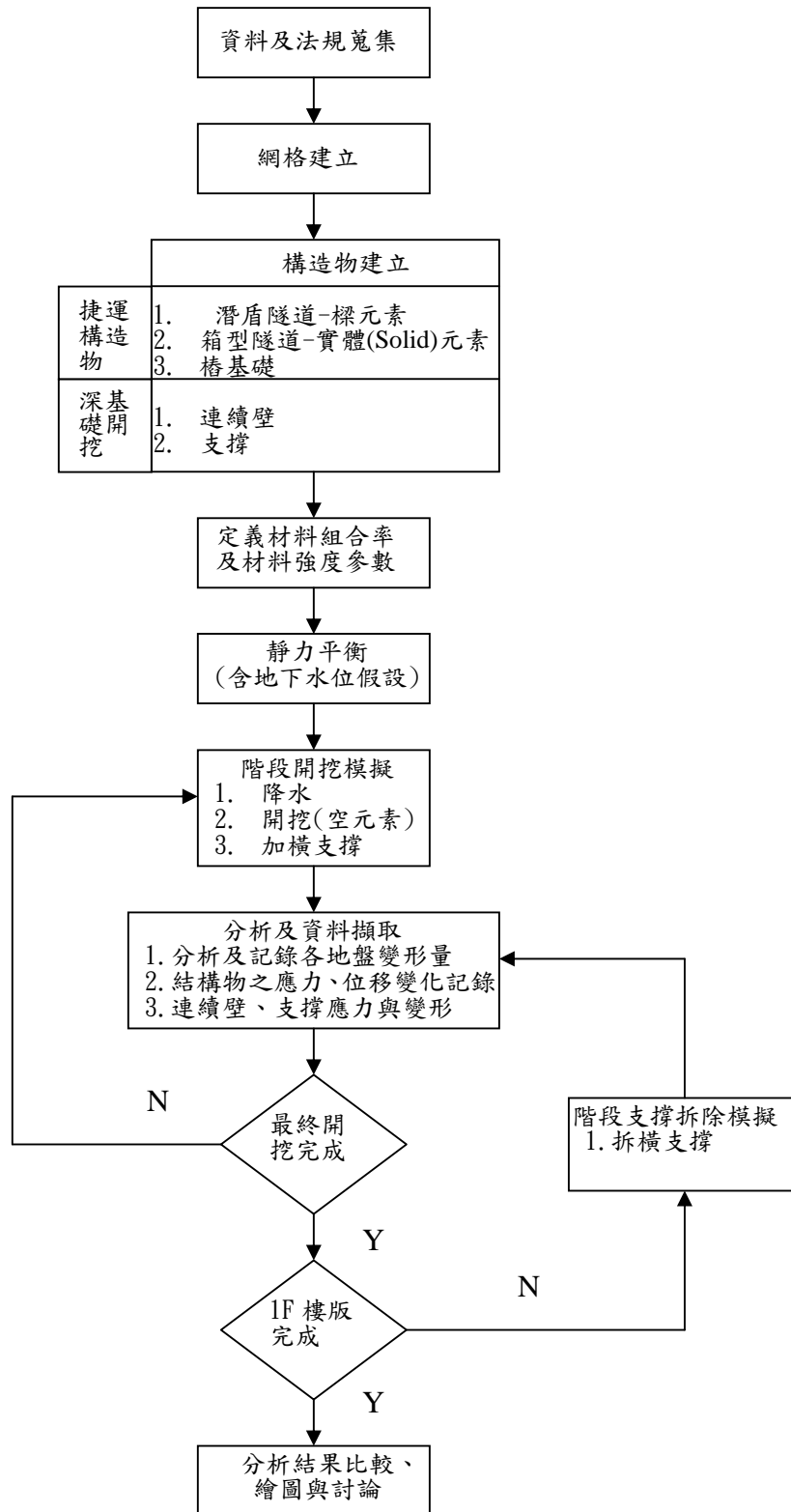


圖 2 分析步驟流程圖

三、案例分析與分析結果

3.1 案例一

本案例為座落台北市忠孝東路一段旁之大樓開發案，基地地下室擋土措施採用連續壁，並輔以四層之 H 型鋼安全支撐，連續壁厚度為 0.7m，貫入深度為 GL 下 23.5m，材料強度採用 245kg/c m² 混凝土。臨

近捷運板南線構造物為覆土 10.5m 之明挖覆蓋箱形隧道，隧道斷面寬 17.7m，高 4.65m，頂版厚度 1m，底版厚度 1.4m，側牆厚度 1.5m，材料強度係 245kg/cm² 混凝土。捷運隧道下行線(DN track)側，臨近本案地下室擋土措施連續壁，其中心線距連續壁約 12.1m，暨兩者間淨距僅約 8.4m，開挖位置與捷運板南線關係剖面圖如圖 3。

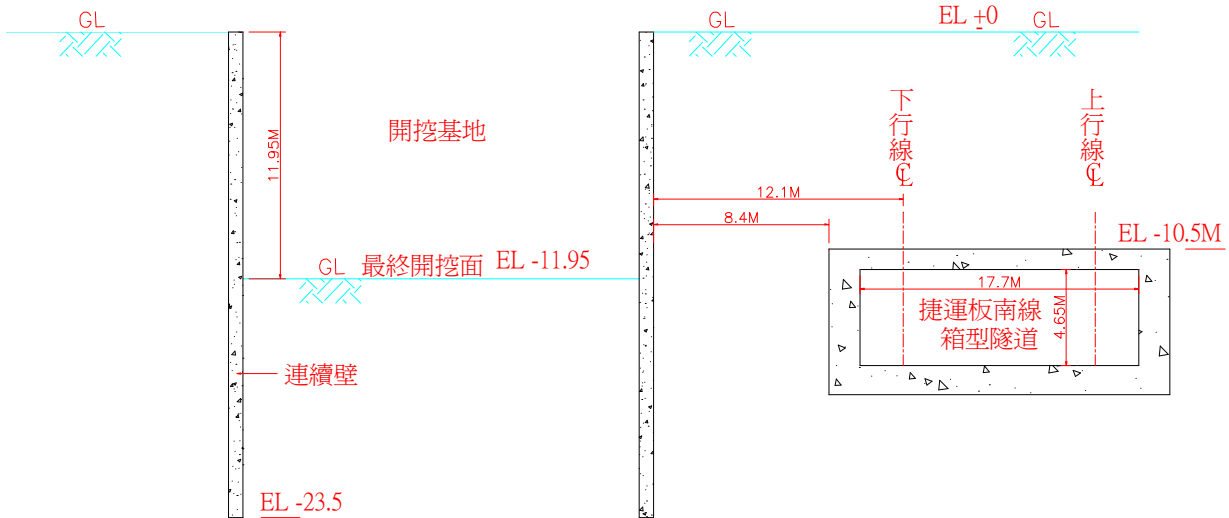


圖 3 開挖位置與捷運板南線關係剖面圖

本案例有基地內兩孔之鑽探資料，作為分析參數決定之參考。以下為分析輸入參數、材料性質與分析結果概述：

3.1.1 分析輸入參數、材料性質

a. 土壤輸入參數：

Depth	Soil	Density	Shear Modulus	Bulk Modulus	C	Phi
M	Type	t/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	deg
0~4.3	CL	1.85	3482	16250	0	28
4.3~15.9	SM	1.97	3846	8333	0	30
15.9~23.7	CL	1.88	4167	33333	5	29
23.7~25.2	SM	1.98	10902	28431	0	32
25.2~40	CL	2.01	7292	58333	7.5	31

b. 箱形隧道材料參數：

Density	Shear	Bulk	Poisson's Modulus	Young's Modulus
t/m ³	kN/m ²	kN/m ²	nu	kN/m ²
2.4	8695652	9523810	0.15	2×10 ⁷

c. 支撐材料參數:

Struct NO.	H 型鋼(mm)	平均間距 (m)	I(cm ⁴)	A(cm ²)	I@-scaled (cm ⁴)	A@-scaled (cm ²)	Preload/間距 (kN)
1	H300×300×10×15	4.30	20400	119.8	4.7479×10 ⁻⁵	0.002788	140
2	H400×400×13×21	4.3	66600	218.7	1.55×10 ⁻⁴	0.005090	186
3	H400×400×13×21	4.3	66600	218.7	1.55×10 ⁻⁴	0.005090	186
4	2-H400×400×13×21	4.3	133200	437.4	3.1001×10 ⁻⁴	0.01018	372

d. 連續壁材料參數:

Density	Young's Modulus	I	A
t/m ³	kN/m ²	m ⁴	m ²
2.4	2.×10 ⁷	0.02858	0.7

e. 樓版材料參數:

NO.	版厚(m)	I(cm ⁴)	A(m ²)
FS	0.6	1.8000	0.6
B3F	0.2	6.6667	0.2
B2F	0.15	2.8125	0.15
B1F	0.15	2.8125	0.15
1F	0.15	2.8125	0.15

3.1.2 分析結果與討論

3.1.2.1 分析結果

本案例由 FLAC 之分析結果，基地連續壁在各階段開挖之水平變形如圖 4。在最終開挖時(第五階，開挖深度 11.95m)，連續壁最大水平變位為 2.05cm，明挖覆蓋箱形隧道發生最大水平空變位 0.013cm，最大水平變位量 0.625cm(位於隧道左側)，最大垂直變位量 0.047cm(位於隧道頂)如表 1

另由 FLAC 分析地下室樓版構築完成後，連續壁在各樓版構築時之水平變形如圖 5。在地下室完成後連續壁最大水平變位為 2.07cm，而明挖覆蓋箱形隧道發生最大水平空變位 0.011cm，最大水平變位量 0.702cm(位於隧道左側)，最大垂直變位量 0.019cm(位於隧道頂)如表 2。

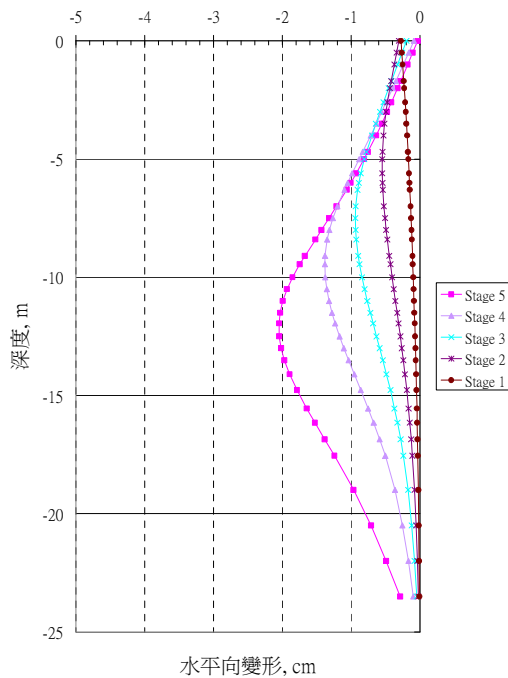


圖 4 連續壁在各階段開挖之水平變形圖

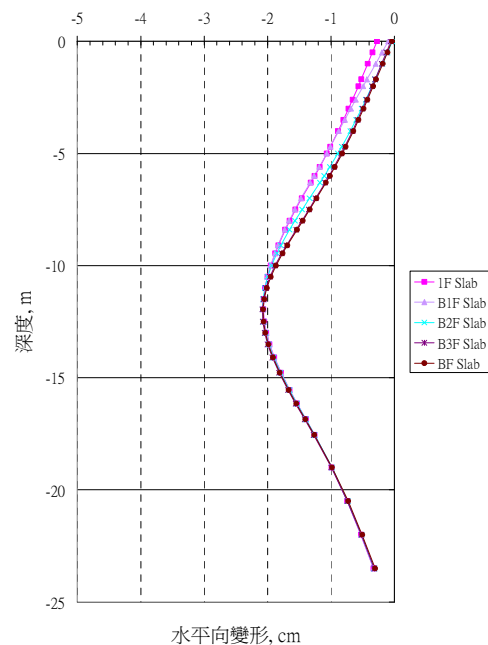


圖 5 在各樓版構築時之連續壁水平變形

-0.996	-0.911	-0.789	-0.709	-0.651	-0.615	-0.598	-0.592	-0.59	-0.591	-0.592	-0.592	-0.593	-0.595	-0.596	-0.597	-0.597	-0.598	-0.6	-0.6	-0.599	-0.598	-0.595	-0.59	-0.582	-0.574	-0.562
-1.012	-0.917	-0.739	-0.654	-0.623	-0.607	-0.601	-0.599	-0.599	-0.601	-0.602	-0.602	-0.603	-0.604	-0.605	-0.606	-0.605	-0.605	-0.607	-0.608	-0.607	-0.606	-0.604	-0.601	-0.594	-0.584	-0.571
-1.028	-0.883	-0.613	-0.612	-0.612	-0.611	-0.611	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.613	-0.613	-0.612	-0.612	-0.594	-0.577
-1.021	-0.845	-0.615	-0.615	-0.615	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.614	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.613	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.612	-0.598	-0.582
-0.982	-0.814	-0.617	-0.617	-0.617	-0.617	-0.617	-0.616	-0.616	-0.616	-0.615	-0.615	-0.615	-0.615	-0.612	-0.612	-0.612	-0.611	-0.611	-0.611	-0.611	-0.611	-0.611	-0.611	-0.598	-0.584	
-0.943	-0.78	-0.619	-0.619	-0.619	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.611	-0.599	-0.585	
-0.9	-0.739	-0.621	-0.621	-0.621	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.611	-0.611	-0.585	
-0.868	-0.72	-0.623	-0.623	-0.623	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.611	-0.611	-0.589	
-0.841	-0.707	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.611	-0.611	-0.591	
-0.82	-0.701	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.611	-0.611	-0.593	
-0.802	-0.7	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.625	-0.612	-0.612	-0.595	
-0.788	-0.696	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.624	-0.612	-0.612	-0.597	
-0.783	-0.689	-0.623	-0.623	-0.623	-0.623	-0.623	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.615	-0.615	-0.607	
-0.776	-0.681	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.622	-0.615	-0.615	-0.607	
-0.758	-0.684	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.621	-0.618	-0.618	-0.601	
-0.711	-0.688	-0.668	-0.64	-0.621	-0.604	-0.593	-0.586	-0.581	-0.579	-0.577	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.576	-0.565	-0.56	-0.552	
-0.621	-0.619	-0.607	-0.598	-0.585	-0.569	-0.557	-0.548	-0.542	-0.538	-0.536	-0.535	-0.534	-0.534	-0.534	-0.534	-0.534	-0.534	-0.533	-0.531	-0.528	-0.525	-0.52	-0.517	-0.514	-0.509	

表 1:明挖覆蓋箱形隧道第五階段開挖水平變位(單位:公分)

-1.115	-1.015	-0.834	-0.749	-0.717	-0.7	-0.693	-0.691	-0.69	-0.691	-0.691	-0.691	-0.691	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.693	-0.693	-0.693	-0.692	-0.69	-0.687	-0.678	-0.666	-0.651
-1.123	-0.975	-0.698	-0.698	-0.698	-0.697	-0.697	-0.696	-0.696	-0.696	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.698	-0.698	-0.698	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.676	-0.658
-1.11	-0.932	-0.699	-0.699	-0.699	-0.699	-0.699	-0.698	-0.698	-0.698	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.698	-0.698	-0.698	-0.697	-0.697	-0.697	-0.696	-0.68	-0.662
-1.065	-0.898	-0.7	-0.7	-0.7	-0.701	-0.701	-0.7	-0.7	-0.7	-0.699	-0.699	-0.698	-0.697	-0.697	-0.697	-0.697	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.695	-0.695	-0.695	-0.695	-0.68	-0.663
-1.022	-0.861	-0.701	-0.701	-0.701	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.699	-0.679	-0.663
-0.975	-0.818	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.692	-0.678	-0.663
-0.939	-0.796	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.691	-0.679	-0.665
-0.91	-0.781	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.691	-0.679	-0.665
-0.886	-0.773	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.702	-0.691	-0.679	-0.665
-0.865	-0.77	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.69	-0.68	-0.668
-0.849	-0.764	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698	-0.69	-0.68	-0.669
-0.843	-0.756	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.696	-0.698	-0.689	-0.681	-0.672
-0.834	-0.747	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.694	-0.698	-0.689	-0.682	-0.669
-0.813	-0.747	-0.693	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.692	-0.691	-0.691	-0.691	-0.691
-0.759	-0.74	-0.722	-0.698	-0.681	-0.666	-0.657	-0.651	-0.647	-0.645	-0.644	-0.644	-0.644	-0.644	-0.644	-0.644	-0.643	-0.643	-0.641	-0.639	-0.637	-0.633	-0.628	-0.621	-0.62	-0.618	
-0.665	-0.664	-0.656	-0.648	-0.637	-0.623	-0.613	-0.606	-0.602	-0.599	-0.597	-0.597	-0.597	-0.597	-0.597	-0.597	-0.596	-0.595	-0.594	-0.591	-0.588	-0.584	-0.581	-0.579	-0.577	-0.575	

表 2:明挖覆蓋箱形隧道地下室完成後水平變位(單位:公分)

3.1.2.2 結果討論

本研究分析結果開挖階段連續壁之最大變位量發生於最終開挖階段，與擋土開挖程式 RIDO 分析相同，FLAC 分析之連續壁變形量與 RIDO 分析結果(礙於篇幅不另列)亦相當。另最大水平變位量均發生於地下室完成，水平支撐拆除而作用於連續壁預壓力移除後，可見深開挖解壓對臨近捷運結構物之影響於地下室完成階段更甚於開挖階段。

3.2 案例二

本案例為座落台北市復興北路 81 巷旁之大樓開發案，地下室擋土措施採用連續壁，並輔以五層之 H 型鋼安全支撐，連續壁厚度為 0.7m，貫入深度為 GL 下 27m，材料強度採用 245kg/cm² 混凝土。臨近高架之捷運木柵線，捷運構造物為單柱式橋墩，橋墩基礎為直徑 0.8m 長 51m 之樁基礎，材料強度係 245kg/cm² 混凝土，捷運高架群樁基礎中心距本案地下室擋土措施連續壁約 42.8m，開挖位置與捷運木柵線關係剖面圖詳圖 6。

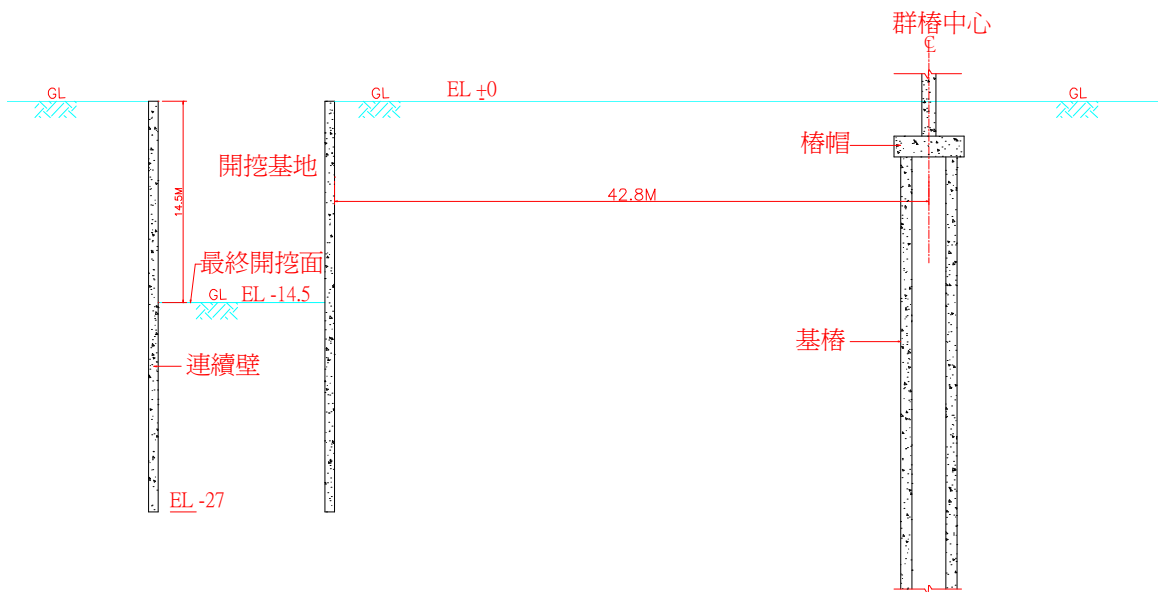


圖 6 開挖位置與捷運木柵線關係剖面圖

本案例有基地內兩孔之鑽探資料，作為分析參數決定之參考。以下為分析輸入參數、材料性質與分析結果概述：

3.2.1 分析輸入參數、材料性質

a. 土壤輸入參數：

Depth	Soil	Density	Shear	Bulk Modulus	C	Phi Angle
M	Type	t/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	deg
0~3	CL	1.94	3125	14583	25	0
3~8	SM	2.0	3077	6667	0	30
8~18.5	CL	1.88	4813	22458	38.5	0
18.5~28.6	CL	1.86	7938	37042	63.5	0
28.6~45	CL	1.86	9965	79722	82	0
14.5~22.5	Soil improvem	2	64815	194444	500	0

b. 支撐材料參數：

Struct NO.	H 型鋼(mm)	平均間距(m)	I(cm ⁴)	A(cm ²)	I@-scaled (cm ⁴)	A@-scaled (cm ²)	Preload/間距(kN)
1	H350×350×12×19	4.91	40300	173.9	8.06×10^{-5}	0.002788	140
2	H350×350×12×19	4.91	40300	173.9	8.06×10^{-5}	0.005090	186
3~5	2-H350×350×12×19	4.91	80600	347.8	1.6415×10^{-4}	0.005090	186
中間	H350×350×12×19	4.91	40300	173.9	8.06×10^{-5}	0.003478	

c. 群樁基礎材料參數：

臨近群樁基礎樁徑 0.8m，樁帽厚度 1.5m。

$$\text{樁帽 } I_{\text{cap}} = 0.28125 \text{ m}^4$$

$$\text{基樁 } I_{\text{pile}} = 0.00558505 \text{ m}^4$$

d. 連續壁及樓版材料參數: 同案例一

3.2.2 分析結果與討論

3.2.2.1 分析結果

本案例由 FLAC 之分析結果，基地連續壁在各階段開挖之水平變形如圖 7，在最終開挖時(第六階段開挖深度 14.5m)，連續壁最大水平變位為 2.574cm，樁基礎發生最大水平變位 0.399cm，最大垂直變位 0.053cm 如表 3。另由 FLAC 分析地下室樓版構築完成後，連續壁在各樓版構築時之水平變形如圖 8，在地下室完成後連續壁最大水平變位為 2.75cm，而樁基礎發生最大水平變位 0.46cm，最大垂直變位量 0.049cm 如表 4。

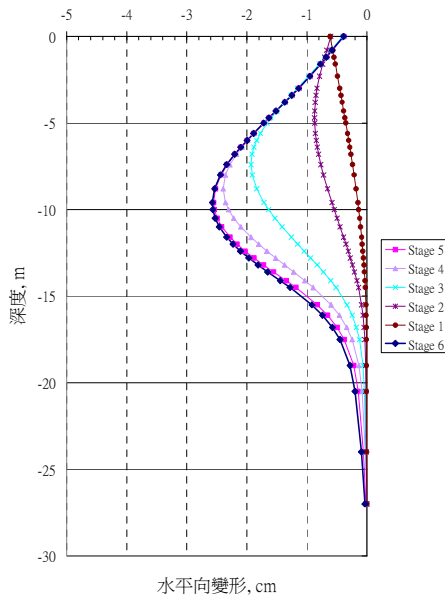


圖 7 連續壁在各階段開挖之水平變形圖

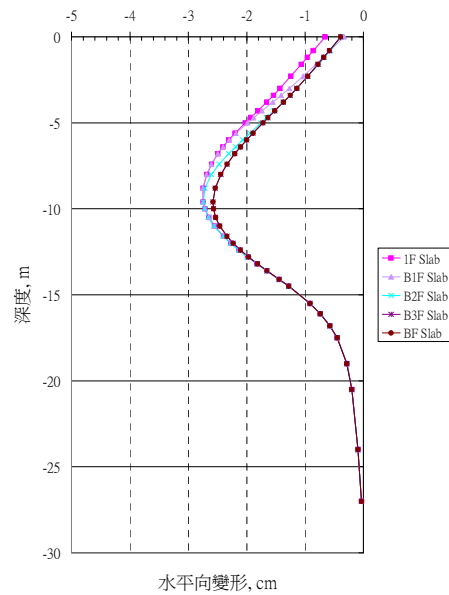


圖 8 在各樓版構築時之連續壁水平變形

I	81	82	83	84	85	86	87	88
J								
43	-0.645	-0.477	-0.276	-0.14	-0.096	-0.11	-0.13	-0.236
42	-0.561	-0.394	-0.166	-0.054	-0.043	-0.061	-0.066	-0.157
41	-0.511	-0.358	-0.101	-0.027	-0.036	-0.049	-0.051	-0.11
40	-0.454	-0.308	-0.023	-0.03	-0.037	-0.045	-0.053	-0.061
39	-0.362	-0.197	-0.052	-0.029	-0.043	-0.05	-0.053	-0.083
38	-0.28	-0.152	-0.046	-0.028	-0.045	-0.056	-0.052	-0.082
37	-0.265	-0.152	-0.061	-0.027	-0.05	-0.061	-0.052	-0.097
36	-0.253	-0.153	-0.071	-0.026	-0.054	-0.067	-0.052	-0.107
35	-0.242	-0.153	-0.079	-0.025	-0.058	-0.072	-0.052	-0.115
34	-0.236	-0.154	-0.082	-0.025	-0.061	-0.076	-0.052	-0.119
33	-0.233	-0.155	-0.084	-0.024	-0.063	-0.079	-0.052	-0.121
32	-0.228	-0.157	-0.088	-0.023	-0.067	-0.083	-0.051	-0.125
31	-0.226	-0.158	-0.091	-0.022	-0.07	-0.085	-0.051	-0.128
30	-0.225	-0.16	-0.093	-0.021	-0.073	-0.088	-0.051	-0.131
29	-0.225	-0.163	-0.097	-0.021	-0.077	-0.09	-0.051	-0.135
28	-0.224	-0.166	-0.102	-0.019	-0.083	-0.094	-0.05	-0.141
27	-0.223	-0.171	-0.112	-0.018	-0.091	-0.103	-0.05	-0.149
26	-0.186	-0.141	-0.086	-0.016	-0.074	-0.086	-0.049	-0.132

表 3: 樁基礎第六階段開挖水平變位(單位:公分)

I	81	82	83	84	85	86	87	88
J								
43	-0.507	-0.495	-0.479	-0.46	-0.444	-0.43	-0.414	-0.396
42	-0.49	-0.476	-0.461	-0.447	-0.438	-0.431	-0.422	-0.409
41	-0.482	-0.467	-0.45	-0.438	-0.434	-0.431	-0.427	-0.417
40	-0.476	-0.456	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431	-0.431
39	-0.468	-0.451	-0.44	-0.431	-0.43	-0.43	-0.43	-0.422
38	-0.463	-0.451	-0.44	-0.431	-0.429	-0.429	-0.427	-0.419
37	-0.462	-0.45	-0.441	-0.431	-0.428	-0.427	-0.425	-0.416
36	-0.46	-0.45	-0.44	-0.43	-0.427	-0.426	-0.423	-0.413
35	-0.458	-0.448	-0.439	-0.429	-0.426	-0.423	-0.42	-0.41
34	-0.456	-0.446	-0.438	-0.428	-0.424	-0.421	-0.417	-0.408
33	-0.454	-0.445	-0.436	-0.427	-0.422	-0.419	-0.415	-0.406
32	-0.451	-0.442	-0.433	-0.424	-0.42	-0.416	-0.41	-0.402
31	-0.448	-0.44	-0.431	-0.422	-0.418	-0.413	-0.407	-0.4
30	-0.446	-0.437	-0.429	-0.42	-0.415	-0.41	-0.404	-0.397
29	-0.443	-0.435	-0.427	-0.418	-0.413	-0.408	-0.401	-0.394
28	-0.438	-0.43	-0.422	-0.414	-0.408	-0.403	-0.396	-0.389
27	-0.432	-0.424	-0.417	-0.41	-0.403	-0.397	-0.392	-0.385
26	-0.426	-0.418	-0.41	-0.404	-0.399	-0.392	-0.386	-0.381

表 4: 樁基礎地下室完成後水平變位(單位:公分)

3.2.2.2 結果討論

本研究分析結果開挖階段連續壁之最大變位量亦發生於最終開挖階段(與案例一相同),與擋土開挖程式 RIDO 分析相同,FLAC 分析之連續壁變形量與 RIDO 分析結果(礙於篇幅不另列)亦相當。另最大水平變位量均發生於地下室完成,結果也與案例一相同。

3.3 案例三

本案例為座落台北市羅斯福路旁之大樓開發案,地下室擋土措施採用連續壁,並輔以五層之 H 型鋼安全支撐,連續壁厚度為 0.7m,貫入深度為 GL 下 7m,材料強度採用 245kg/cm² 混凝土。臨近之捷運新店線,捷運地下構造物為圓形潛盾隧道,圓形潛盾隧道中心距本案地下室擋土措施連續壁約 12.5m 開挖位置與捷運木柵線關係剖面圖詳圖 9。

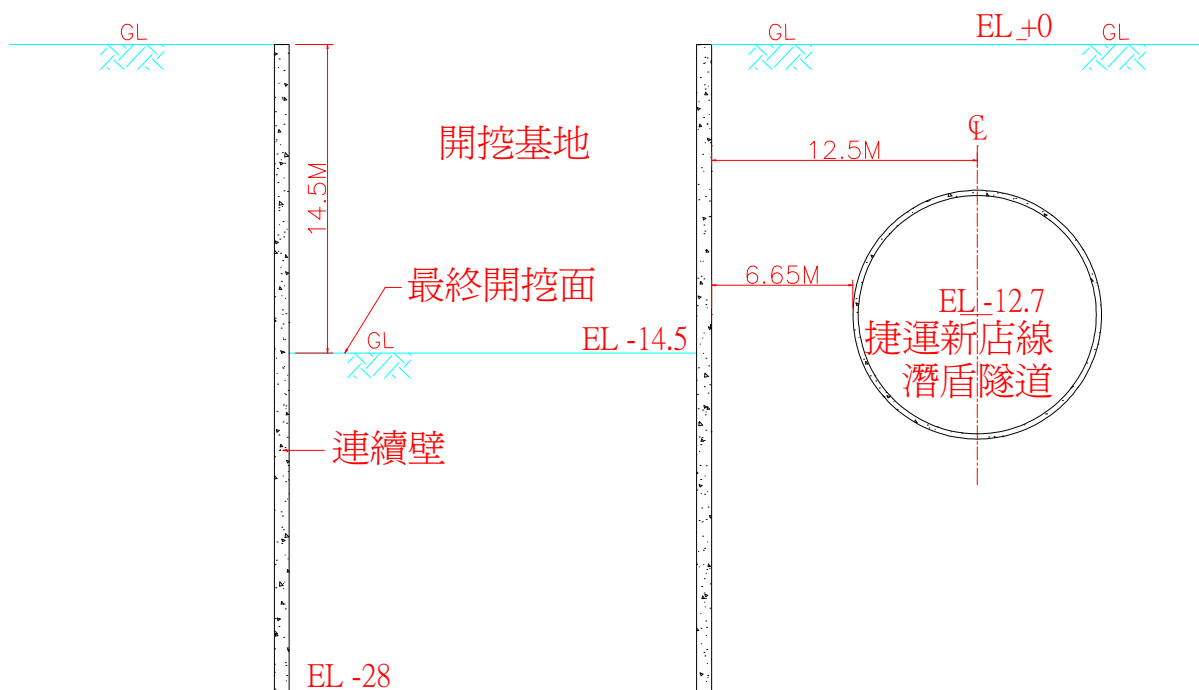


圖 9:開挖位置與捷運新店線關係剖面圖

本案例有基地內兩孔之鑽探資料，作為分析參數決定之參考。以下為分析輸入參數、材料性質與分析結果概述：

3.3.1 分析輸入參數、材料性質

a. 土壤輸入參數：

Depth	Density	Shear	Bulk	C	Phi Angle
M	t/m ³	kN/m ²	kN/m ²	kN/m ²	deg
0~5.3	1.86	1140	2780	5	15
5.3~10.5	1.92	2430	6770	4	22.7
10.5~14.8	2.03	5670	10430	0	30.7
14.8~29	2.01	12090	24760	0	32.4
29~40	1.99	7290	58330	17	27.6

b. 潛盾隧道材料參數：

Density	I	A	Young's Modulus
t/m ³	m ⁴	m ²	kN/m ²
2.4	9.53×10^{-4}	0.225	3.17×10^7

c. 支撐材料參數:

Struct NO.	H 型鋼(mm)	平均間距(m)	I(cm ⁴)	A(cm ²)	I@-scaled (cm ⁴)	A@-scaled (cm ²)
1	H350×350×12×19	5.5	40300	173.9	7.25×10 ⁻⁵	0.00313
2	H350×350×12×19	5.5	40300	173.9	7.25×10 ⁻⁵	0.00313
3~5	2-H400×400×13×21	5.5	133200	437.4	1.6415×10 ⁻⁴	0.00788
中間	H350×350×12×19	5.5	40300	173.9	8.06×10 ⁻⁴	0.00313

d. 連續壁材料參數:同案例一

3.2.2 分析結果與討論

3.2.2.1 分析結果

由 FLAC 之分析結果,該連續壁在各階開挖之水平變形,與 RIDO 程式所求得之連續壁變形相當。在最終開挖第六階時,使鄰近潛盾隧道發生最大水平內空變位 FLAC 之分析結果為 0.49cm,小於捷運規範規定 1.0cm。最大變位量位於隧道左側為 1.706cm,小於規範規定真圓誤差 4.0cm。因研究潛盾隧道文獻較常見且限於篇幅,本案例僅列出潛盾隧道發生最大水平內空變位及最大水平、垂直變位量如表 5、6、7。

-1.748	-1.726	-1.703	-1.682	-1.66	-1.635	-1.612	-1.587	-1.561	-1.536	-1.512	-1.488	-1.464	-1.439	-1.415	-1.39	-1.366	-1.342	-1.317	-1.293	-1.269	-1.246	-1.224	-1.203		
-1.795	-1.772	-1.749	-1.725	-1.699	-1.672	-1.645	-1.617	-1.589	-1.562	-1.535	-1.508	-1.482	-1.456	-1.43	-1.403	-1.377	-1.35	-1.323	-1.297	-1.273	-1.249	-1.226	-1.204		
-1.83	-1.802	-1.774	-1.744	-1.713	-1.682	-1.651	-1.621	-1.59	-1.56	-1.53	-1.502	-1.473	-1.445	-1.418	-1.391	-1.364	-1.338	-1.312	-1.288	-1.264	-1.24	-1.218	-1.196		
-1.849	-1.818	-1.787	-1.755	-1.722	-1.689	-1.656	-1.624	-1.592	-1.56	-1.53	-1.5	-1.472	-1.444	-1.416	-1.388	-1.361	-1.334	-1.308	-1.283	-1.258	-1.235	-1.213	-1.192		
-1.87	-1.836	-1.802	-1.768	-1.733	-1.699	-1.664	-1.628	-1.593	-1.56	-1.528	-1.498	-1.469	-1.441	-1.413	-1.385	-1.357	-1.329	-1.302	-1.276	-1.251	-1.228	-1.206	-1.185		
-1.886	-1.849	-1.813	-1.777	-1.741	-1.706	-1.67	-1.632	-1.595	-1.561	-1.528	-1.497	-1.468	-1.439	-1.411	-1.383	-1.354	-1.324	-1.296	-1.27	-1.245	-1.222	-1.2	-1.18		
-1.911	-1.869	-1.828	-1.789	-1.751	-1.712	-1.674	-1.636	-1.598	-1.561	-1.527	-1.497	-1.468	-1.439	-1.41	-1.379	-1.348	-1.316	-1.287	-1.259	-1.235	-1.212	-1.193	-1.175		
-1.918	-1.874	-1.832	-1.792	-1.75	-1.71	-1.67	-1.631	-1.595	-1.558	-1.525	-1.496	-1.468	-1.44	-1.41	-1.379	-1.345	-1.314	-1.284	-1.256	-1.231	-1.21	-1.19	-1.172		
-1.928	-1.882	-1.837	-1.792	-1.746	-1.702	-1.656	-1.614	-1.575	-1.548	-1.521	-1.495	-1.47	-1.444	-1.414	-1.379	-1.343	-1.309	-1.277	-1.25	-1.226	-1.205	-1.186	-1.168		
-1.939	-1.886	-1.835	-1.784	-1.734	-1.683	-1.627	-1.529	-1.522	-1.52	-1.521	-1.519	-1.51	-1.492	-1.428	-1.384	-1.341	-1.302	-1.269	-1.242	-1.219	-1.199	-1.18	-1.162		
-1.948	-1.887	-1.831	-1.775	-1.715	-1.648	-1.565	-1.543						-1.468	-1.437	-1.384	-1.334	-1.293	-1.259	-1.232	-1.209	-1.189	-1.17	-1.154		
-1.953	-1.893	-1.836	-1.779	-1.718	-1.609	-1.58							-1.41	-1.382	-1.322	-1.284	-1.252	-1.226	-1.204	-1.184	-1.166	-1.15			
-1.948	-1.887	-1.826	-1.765	-1.698	-1.64									-1.347	-1.312	-1.269	-1.242	-1.22	-1.2	-1.182	-1.164	-1.148			
-1.947	-1.884	-1.82	-1.761	-1.686	-1.665										-1.27	-1.246	-1.226	-1.209	-1.193	-1.176	-1.16	-1.144			
-1.939	-1.878	-1.816	-1.756	-1.703											-1.233	-1.222	-1.21	-1.196	-1.183	-1.169	-1.153	-1.138			
-1.92	-1.859	-1.802	-1.746	-1.699	<-----	隧道水平內空變位=	1.699	-	1.209	----->	-1.209	-1.205	-1.196	-1.185	-1.173	-1.156	-1.138	-1.121							
-1.891	-1.829	-1.77	-1.715	-1.671			=	0.49 cm							-1.204	-1.191	-1.176	-1.163	-1.149	-1.136	-1.12	-1.104			
-1.851	-1.79	-1.732	-1.678	-1.623	-1.578										-1.216	-1.198	-1.179	-1.159	-1.142	-1.126	-1.111	-1.096			
-1.801	-1.743	-1.687	-1.634	-1.579	-1.53										-1.253	-1.233	-1.202	-1.182	-1.161	-1.14	-1.121	-1.104	-1.088		
-1.729	-1.674	-1.621	-1.57	-1.52	-1.476	-1.428	-1.391								-1.317	-1.3	-1.278	-1.231	-1.2	-1.174	-1.152	-1.132	-1.113	-1.095	-1.077
-1.68	-1.628	-1.578	-1.532	-1.488	-1.44	-1.4	-1.365	-1.348	-1.339	-1.337	-1.336	-1.334	-1.328	-1.273	-1.244	-1.215	-1.191	-1.168	-1.147	-1.127	-1.108	-1.089	-1.072		
-1.643	-1.593	-1.544	-1.497	-1.452	-1.413	-1.381	-1.354	-1.33	-1.31	-1.302	-1.297	-1.286	-1.27	-1.249	-1.227	-1.203	-1.181	-1.159	-1.139	-1.119	-1.1	-1.082	-1.065		
-1.508	-1.465	-1.426	-1.391	-1.358	-1.329	-1.305	-1.283	-1.261	-1.239	-1.219	-1.208	-1.197	-1.185	-1.172	-1.157	-1.142	-1.126	-1.109	-1.093	-1.077	-1.061	-1.045	-1.031		
-1.399	-1.364	-1.333	-1.303	-1.276	-1.252	-1.229	-1.207	-1.186	-1.169	-1.153	-1.136	-1.121	-1.111	-1.099	-1.087	-1.076	-1.065	-1.053	-1.04	-1.028	-1.015	-1.003	-0.99		
-1.267	-1.241	-1.217	-1.194	-1.173	-1.153	-1.134	-1.116	-1.1	-1.086	-1.074	-1.061	-1.048	-1.036	-1.024	-1.014	-1.005	-0.995	-0.985	-0.976	-0.967	-0.958	-0.949	-0.939		
-1.154	-1.136	-1.117	-1.098	-1.079	-1.062	-1.046	-1.032	-1.019	-1.008	-0.998	-0.989	-0.981	-0.972	-0.963	-0.954	-0.945	-0.937	-0.93	-0.923	-0.916	-0.908	-0.899	-0.892		
-1	-0.989	-0.979	-0.97	-0.959	-0.95	-0.941	-0.932	-0.925	-0.918	-0.911	-0.904	-0.898	-0.892	-0.885	-0.88	-0.874	-0.869	-0.863	-0.857	-0.852	-0.846	-0.841	-0.835		
-0.826	-0.825	-0.823	-0.82	-0.817	-0.814	-0.811	-0.808	-0.806	-0.803	-0.801	-0.799	-0.798	-0.795	-0.791	-0.788	-0.784	-0.781	-0.778	-0.774	-0.771	-0.768	-0.764	-0.761		
-0.697	-0.702	-0.705	-0.709	-0.711	-0.714	-0.715	-0.717	-0.718	-0.719	-0.72	-0.72	-0.72	-0.72	-0.719	-0.719	-0.718	-0.716	-0.714	-0.713	-0.712	-0.713	-0.713	-0.713		
-0.572	-0.582	-0.592	-0.602	-0.611	-0.619	-0.626	-0.633	-0.64	-0.646	-0.652	-0.658	-0.664	-0.669	-0.673	-0.678	-0.681	-0.685	-0.687	-0.69	-0.692	-0.693	-0.695	-0.696		
-0.417	-0.43	-0.443	-0.456	-0.469	-0.481	-0.493	-0.504	-0.516	-0.526	-0.537	-0.547	-0.557	-0.566	-0.575	-0.583	-0.591	-0.599	-0.606	-0.613	-0.619	-0.625	-0.63	-0.635		
-0.317	-0.33	-0.344	-0.357	-0.371	-0.384	-0.397	-0.41	-0.422	-0.435	-0.447	-0.459	-0.471	-0.482	-0.494	-0.504	-0.515	-0.525	-0.534	-0.544	-0.552	-0.561	-0.568	-0.576		
-0.28	-0.293	-0.306	-0.319	-0.332	-0.345	-0.359	-0.372	-0.384	-0.397	-0.41	-0.422	-0.435	-0.447	-0.459	-0.47	-0.481	-0.492	-0.502	-0.513	-0.522	-0.532	-0.54	-0.549		

表 5: 潛盾隧道發生最大水平內空變位(單位:公分)

-0.682	-0.665	-0.647	-0.623	-0.595	-0.569	-0.543	-0.515	-0.488	-0.461	-0.434	-0.406	-0.379	-0.348	-0.316	-0.285	-0.254	-0.225	-0.2	-0.178	-0.159	-0.143
-0.669	-0.651	-0.63	-0.606	-0.581	-0.556	-0.53	-0.503	-0.476	-0.448	-0.422	-0.394	-0.366	-0.335	-0.303	-0.271	-0.24	-0.212	-0.186	-0.164	-0.146	-0.131
-0.64	-0.62	-0.597	-0.571	-0.545	-0.52	-0.496	-0.47	-0.443	-0.417	-0.391	-0.365	-0.336	-0.305	-0.271	-0.238	-0.208	-0.18	-0.155	-0.134	-0.118	-0.104
-0.622	-0.602	-0.578	-0.551	-0.525	-0.5	-0.477	-0.452	-0.426	-0.4	-0.376	-0.35	-0.322	-0.288	-0.254	-0.222	-0.192	-0.164	-0.14	-0.12	-0.104	-0.091
-0.598	-0.576	-0.551	-0.524	-0.497	-0.473	-0.451	-0.426	-0.402	-0.378	-0.355	-0.331	-0.301	-0.266	-0.232	-0.2	-0.17	-0.143	-0.119	-0.099	-0.084	-0.073
-0.576	-0.554	-0.529	-0.502	-0.474	-0.45	-0.427	-0.403	-0.38	-0.359	-0.337	-0.316	-0.283	-0.246	-0.213	-0.182	-0.152	-0.124	-0.101	-0.082	-0.068	-0.058
-0.528	-0.506	-0.48	-0.453	-0.424	-0.399	-0.376	-0.354	-0.332	-0.316	-0.303	-0.284	-0.244	-0.208	-0.174	-0.142	-0.111	-0.083	-0.062	-0.046	-0.034	-0.027
-0.509	-0.486	-0.46	-0.432	-0.403	-0.378	-0.356	-0.335	-0.313	-0.3	-0.292	-0.27	-0.23	-0.194	-0.158	-0.126	-0.093	-0.067	-0.046	-0.032	-0.022	-0.017
-0.472	-0.45	-0.424	-0.395	-0.365	-0.34	-0.318	-0.302	-0.287	-0.275	-0.271	-0.245	-0.205	-0.169	-0.13	-0.096	-0.063	-0.038	-0.019	-0.008	-0.003	-0.002
-0.43	-0.408	-0.383	-0.354	-0.322	-0.297	-0.272	-0.243	-0.259	-0.265	-0.253	-0.222	-0.178	-0.13	-0.098	-0.062	-0.029	-0.006	0.007	0.013	0.014	0.012
-0.363	-0.342	-0.316	-0.283	-0.249	-0.221	-0.19	-0.219														
-0.331	-0.309	-0.282	-0.25	-0.209	-0.149	-0.174															
-0.295	-0.272	-0.245	-0.211	-0.166	-0.128																
-0.255	-0.233	-0.208	-0.176	-0.106	-0.115																
-0.216	-0.194	-0.172	-0.145	-0.102																	
-0.177	-0.157	-0.139	-0.12	-0.102																	
-0.139	-0.121	-0.106	-0.094	-0.1																	
-0.097	-0.083	-0.071	-0.064	-0.088	-0.07																
-0.051	-0.04	-0.03	-0.027	-0.031	-0.043																
0.003	0.012	0.021	0.026	0.027	-0.003	0.044	0.091														
0.05	0.056	0.063	0.067	0.072	0.083	0.103	0.136	0.175	0.208	0.227	0.229	0.219	0.203	0.194	0.18	0.169	0.158	0.147	0.136	0.126	0.116
0.076	0.08	0.087	0.092	0.099	0.111	0.128	0.153	0.183	0.216	0.227	0.23	0.228	0.219	0.207	0.194	0.181	0.169	0.157	0.146	0.135	0.125
0.154	0.155	0.158	0.162	0.167	0.174	0.184	0.197	0.217	0.24	0.245	0.246	0.245	0.239	0.229	0.219	0.207	0.195	0.183	0.172	0.16	0.15
0.208	0.209	0.21	0.211	0.213	0.217	0.224	0.235	0.249	0.263	0.268	0.262	0.256	0.249	0.241	0.231	0.22	0.209	0.199	0.188	0.176	0.166
0.261	0.26	0.259	0.258	0.259	0.26	0.264	0.271	0.278	0.285	0.289	0.284	0.275	0.265	0.256	0.245	0.235	0.223	0.212	0.201	0.19	0.179
0.295	0.295	0.293	0.291	0.29	0.29	0.291	0.293	0.296	0.299	0.299	0.296	0.291	0.279	0.268	0.257	0.245	0.233	0.222	0.21	0.199	0.188
0.32	0.32	0.316	0.314	0.311	0.31	0.309	0.308	0.308	0.308	0.306	0.302	0.299	0.289	0.277	0.266	0.253	0.24	0.228	0.216	0.205	0.194
0.326	0.327	0.326	0.324	0.321	0.318	0.316	0.314	0.312	0.309	0.306	0.301	0.296	0.288	0.276	0.266	0.253	0.24	0.228	0.216	0.204	0.193
0.316	0.318	0.319	0.318	0.316	0.314	0.312	0.309	0.306	0.302	0.297	0.292	0.286	0.277	0.268	0.258	0.247	0.235	0.224	0.212	0.199	0.188
0.273	0.276	0.278	0.278	0.278	0.277	0.276	0.274	0.271	0.267	0.263	0.258	0.253	0.246	0.239	0.231	0.223	0.214	0.205	0.196	0.186	0.176
0.197	0.201	0.205	0.207	0.209	0.21	0.21	0.209	0.208	0.206	0.204	0.201	0.197	0.193	0.188	0.183	0.178	0.172	0.166	0.159	0.152	0.145
0.104	0.107	0.11	0.112	0.114	0.115	0.115	0.116	0.116	0.115	0.114	0.113	0.112	0.11	0.107	0.105	0.102	0.099	0.096	0.093	0.089	0.086

隧道頂最大沉陷=0.265 cm

Tunnel vertical displacement in centimeters.

表 6: 潛盾隧道發生最大水平變位(單位:公分)

1.876	1.850	1.822	1.794	1.763	1.731	1.701	1.668	1.636	1.604	1.573	1.542	1.512	1.480	1.450	1.419	1.389	1.361	1.332	1.305	1.279	1.254		
1.916	1.888	1.859	1.828	1.796	1.762	1.728	1.693	1.659	1.625	1.592	1.559	1.527	1.494	1.462	1.429	1.398	1.367	1.336	1.307	1.281	1.256		
1.939	1.906	1.872	1.835	1.798	1.761	1.724	1.688	1.651	1.615	1.579	1.546	1.511	1.477	1.444	1.411	1.380	1.350	1.321	1.295	1.269	1.244		
1.951	1.915	1.878	1.839	1.800	1.761	1.723	1.686	1.648	1.610	1.576	1.540	1.507	1.472	1.439	1.406	1.374	1.344	1.315	1.289	1.262	1.238		
1.963	1.924	1.884	1.844	1.803	1.764	1.724	1.683	1.643	1.605	1.569	1.534	1.500	1.465	1.432	1.399	1.368	1.337	1.307	1.280	1.254	1.230		
1.972	1.930	1.889	1.847	1.804	1.764	1.724	1.681	1.640	1.602	1.565	1.530	1.495	1.460	1.427	1.395	1.363	1.330	1.300	1.273	1.247	1.223		
1.983	1.936	1.890	1.845	1.802	1.758	1.716	1.674	1.632	1.593	1.557	1.524	1.488	1.454	1.421	1.386	1.353	1.319	1.288	1.260	1.235	1.212		
1.984	1.936	1.889	1.843	1.796	1.751	1.708	1.665	1.625	1.587	1.553	1.520	1.486	1.453	1.419	1.385	1.348	1.316	1.285	1.256	1.231	1.210		
1.985	1.935	1.885	1.835	1.784	1.736	1.686	1.642	1.601	1.572	1.545	1.515	1.484	1.454	1.420	1.382	1.344	1.310	1.277	1.250	1.226	1.205		
1.986	1.930	1.875	1.819	1.764	1.709	1.650	1.548	1.544	1.543	1.542	1.535	1.520	1.498	1.431	1.385	1.341	1.302	1.269	1.242	1.219	1.199		
1.982	1.918	1.858	1.797	1.733	1.663	1.576	1.558						1.470	1.438	1.384	1.334	1.293	1.260	1.233	1.210	1.189		
1.981	1.918	1.858	1.796	1.731	1.616	1.590							1.410	1.382	1.323	1.285	1.253	1.227	1.205	1.185			
1.970	1.907	1.842	1.778	1.706	1.645								1.348	1.313	1.271	1.244	1.222	1.201	1.183				
1.964	1.898	1.832	1.770	1.689	1.669										1.273	1.249	1.228	1.211	1.195	1.177			
1.951	1.888	1.824	1.762	1.706	<-----	隧道最大變位量= 1.706 cm									1.236	1.225	1.213	1.198	1.185	1.171			
1.928	1.866	1.807	1.750	1.702											1.213	1.208	1.199	1.188	1.175	1.158			
1.896	1.833	1.773	1.718	1.674											1.208	1.194	1.179	1.166	1.152	1.138			
1.854	1.792	1.733	1.679	1.625	1.580										1.220	1.202	1.183	1.163	1.145	1.129			
1.802	1.743	1.687	1.634	1.579	1.531										1.258	1.237	1.208	1.187	1.166	1.144	1.124		
1.729	1.674	1.621	1.570	1.520	1.476	1.429	1.394								1.330	1.310	1.285	1.239	1.208	1.181	1.158	1.137	1.118
1.681	1.629	1.579	1.533	1.490	1.442	1.404	1.372	1.359	1.355	1.356	1.355	1.352	1.343	1.288	1.257	1.227	1.201	1.177	1.155	1.134	1.114		
1.645	1.595	1.546	1.500	1.455	1.417	1.387	1.363	1.343	1.328	1.322	1.317	1.306	1.289	1.266	1.242	1.217	1.193	1.170	1.148	1.127	1.107		
1.516	1.473	1.435	1.400	1.368	1.340	1.318	1.298	1.280	1.262	1.243	1.233	1.222	1.209	1.194	1.178	1.161	1.143	1.124	1.106	1.089	1.072		
1.414	1.380	1.349	1.320	1.294	1.271	1.249	1.230	1.212	1.198	1.184	1.166	1.150	1.139	1.125	1.111	1.098	1.085	1.072	1.057	1.043	1.028		
1.294	1.268	1.244	1.222	1.201	1.182	1.164	1.148	1.135	1.123	1.112	1.098	1.083	1.069	1.056	1.043	1.032	1.020	1.008	0.996	0.985	0.975		
1.191	1.174	1.155	1.136	1.117	1.101	1.086	1.073	1.061	1.051	1.042	1.032	1.023	1.011	1.000	0.988	0.976	0.966	0.956	0.947	0.937	0.927		
1.050	1.039	1.029	1.020	1.008	0.999	0.990	0.982	0.975	0.968	0.961	0.953	0.946	0.938	0.927	0.919	0.910	0.902	0.893	0.884	0.876	0.868		
0.888	0.887	0.885	0.882	0.878	0.874	0.870	0.867	0.864	0.860	0.857	0.854	0.851	0.846	0.838	0.832	0.824	0.817	0.811	0.804	0.798	0.792		
0.765	0.771																						

本研究分析結果開挖階段連續壁之最大變位量亦發生於最終開挖階段(此與案例一相同)，與擋土開挖程式 RIDO 分析相同，FLAC 分析之連續壁變形量與 RIDO 分析結果(礙於篇幅不另列)亦相當，潛盾圓形隧道與連續壁距離和案例一明挖覆蓋箱形隧道與連續壁距離相當，但卻有較大之變位量，可能是因為箱形隧道之勁度較大之緣故。

四、結論與建議

- a. 本研究分析結果三個案例開挖階段連續壁之最大變位量發生於最終開挖階段，以 FLAC 分析深開挖解壓對臨近捷運結構物之影響尚屬合理。
- b. 由案例中最大垂直位移量小於最大水平位移量之九分之一，可見深開挖解壓對臨近捷運結構物之影響，水平位移量遠大於垂直位移量。
- c. 案例三中潛盾圓形隧道最大內空變位量及隧道最大變位量，均小於規範規定值，可見案例中之深開挖尚不致影響臨近捷運結構物。
- d. 案例三潛盾圓形隧道與連續壁距離和案例一明挖覆蓋箱形隧道與連續壁距離相當，但卻有較大之變位量，可能是因為箱形隧道之勁度較大之緣故。
- e. 本研究係依真實案例之各項參數所進行之數值模擬，期使所分析方式可合理評估深開挖與現有地下構造物之互制行為。
- f. 本研究資料因尚缺乏實際監測資料之佐證，期望後續之研究能加強與實際監測資料之驗證，使深開挖與現有地下構造物之變形、應力互制行為評估更為客觀且合理。

誌謝

本研究承蒙黃耀文土木技師事務所不吝提供深開挖之相關資料，僅以此誌謝。

參考文獻

1. 王少韜「應用小地震監測資料擬合土石壩材料之動態性質研究」，大專生參與國科會研究計畫報告，計畫編號：NSC95-2815-C-005-020-E(2007)。
2. 梁嘉純，「以 FLAC 程式探討剛性擋土牆於不同位移型式之側向土壓力分佈」，碩士論文，中原大學土木工程學系，桃園(2003)