

2013中華民國營建工程學會第十一屆營建工程與 永續能源研討會

台中市科博案地下逆打工法基礎開挖之研究

柯宇薇 (Yu-Wei Ke)

曾亮* (Liang-Tseng)

林志明** (Chih-Ming Lin)

張益綱*** (Yi-Gang Chang)

逢甲大學建築學系研究生

逢甲大學建築學系副教授

臺東專科學校建築科系主任

興富發建設公司規劃部副理

摘要

台中地區的地盤結構屬於卵礫石層，土質特性排列緊密但膠結疏鬆，因此挖掘不易且若受雨水或地下水沖蝕容易造成在鑽掘時坍塌的危險，而由於兩岸擴大交流的影響使台中高層建築大量興建，為突破地下室傳統工法，以爭取時效及縮短工期為考量，營建業在基礎工程上對於下部結構開挖採逆打工法亦為選項之一。逆打工法有縮短工期外，其施工時的安全性亦大於傳統工法，在損鄰方面更可看出其優越性，但逆打工法施工成本遠較於其他工法高，技術層面也較為困難，故嚴格控制深開挖時的安全措施之行為是非常重要的。因此基於工期及安全性考量等因素，台中市高層建築在開挖時採用逆打工法為本研究主要之動機。

本文研究以台中市科博案(建築規模：地上26層，地下5層)針對地下開挖及施工之下部結構體工程為探討主題作整理分析，研究結果可從施工樓層、時間及主體結構體興建過程劃分成11個步驟，可清楚及系統化了解逆打工法之地下開挖完整施工。

關鍵字：逆打工法、高層建築、下部結構

Taichung Kobo case basement in a Top-Down engineering studies for the foundation excavation

Abstract

Taichung structure belongs gravel formation, loose soil, so digging is not easy and likely to cause danger of collapse, and because of cross-strait exchanges to expand, forming Taichung construction industry resurgence, a large number of high-rise building build, to break through the basement of traditional engineering methods, to gain time and shortening into consideration, the construction industry in the basic engineering for the substructure adopt a Top-Down engineering studies is also one of

the options. A Top-Down engineering studies have shorten the construction period, the construction of the security is also greater than the traditional construction method, but the construction costs are higher than other construction methods, technology is also more difficult, so the excavation safety measures are very important. so consider the construction period and security, the tallest building in Taichung excavation using a Top-Down engineering studies as research motivation.

In this paper, in order to Taichung Kobo case (building size: ground 26 floors, 5 floors underground) for underground excavation and construction works for the lower structure for the topics discussed and analyzed, the results from the construction of floors, construction time, and the main structure of the construction process is divided into 11 steps, it is clear and systematic understanding of A Top-Down engineering studies complete construction of underground excavation.

Keywords: A Top-Down engineering studies、High-rise buildings、substructure

一、動機目的

由於台中地區地盤屬於卵礫石層，因此基於施工工期及安全性的考量，逆打工法為台中市高層建築在地下開挖時普遍採用的工法之一。逆打工法可以減少深開挖的耗時及損鄰情況，且地下施工使產生的噪音影響降低，尤其適合高層建築鄰立的台中都會區。

不同地區的工地對於地下室開挖的施工順序和流程會有所差異，本文之研究以台中市科博案工程地下室開挖之施工情形為例，並根據其施工工期和樓層數等條件劃分步驟作整理分析，進一步了解高層建築地下室逆打工法施工流程。

二、案例認知

本文研究對象位於台中市台中港路一段與華美街一段交叉口處，建物規模地上 26 層地下 5 層，採雙拼式共 155 戶，工期約為 2 年 44 天。基本資料如表 1 所示。

表 1 科博案基本資料說明表

	案名	興富發麻四科博雙星案
	工期	99.9.11 至 101. 10. 22
	建物規模/樓地板面積	地上 26F+MF+地下 B5F /36770.57 m ²
	使用分區/建蔽率/容積率	住三/ 55% / 280%
	建物高度	GL+93.60m+屋突 9m (26F+3RF)
	開挖深度	GL-18.40m (B5F)
	構造及施作工法/擋土型式	RC、逆打工法/擋土柱

三、逆打工程概述

為探討地下室逆打工法開挖，本文將建物興建之流程依施工工期及樓層數等條件，劃分成 11 個步驟整理分析，並依上下部結構施工步驟，繪製簡易時間對應流程圖，如圖 1 及表 2 所示：

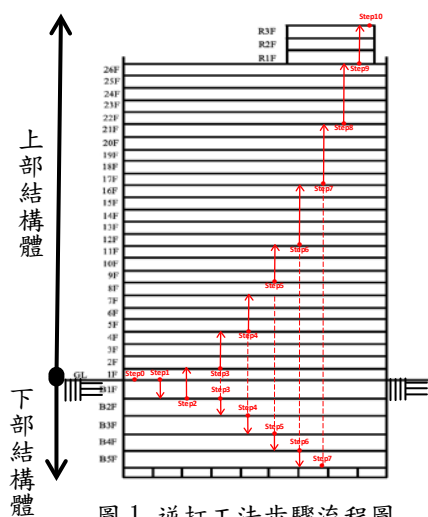


圖 1 逆打工法步驟流程圖

Step	施工範圍	樓層	備註
Step0	地表面	1F	開挖前雜項工程
Step1	地表面以下	B1FL	開始開挖
Step2	地表面至	B1F-2FL	上下部結構施工
Step3	地表下/地面層	B1F-B2FL / 2F-5FL RC	上下部結構施工
Step4	地表下/地面層	B2F-B3FL / 5F-8FL RC	上下部結構施工
Step5	地表下/地面層	B3F-B4FL / 8F-12FL RC	上下部結構施工
Step6	地表下/地面層	B4F-B5FL / 12F-17FL RC	上下部結構施工
Step7	地表下/地面層	B5F / 17F-22FL RC	上下部結構施工
Step8	地面層	22F-26F RC	上部結構施工
Step9	地面層	R1F-R3FL RC	上部結構施工
Step10	地面層	R3F RC	含完工拆除鷹架

表 2 Step0-Step10 施工對應樓層說明表

四、主題探討

本文針對台中市科博案(建築規模：地上 26 層，地下 5 層)施工工期及樓層數等條件將地下開挖及整體施工興建過程劃分成 11 個步驟，並從施工中做重要的「事」面向(施工工項及程序)進行主題探討。

Step0 為開挖前準備作業，包含整地出表土、抽地下水、施作擋土柱牆等，詳如表 3 所示：

表 3 Step0 施工步驟說明表

Step 0 開挖前準備					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工工 項、程序、 土方品管等 事項)				基地整地後做抽水井位置放樣、開挖，接著出表土並施作擋土柱	安全觀測系統： 1. 鋼筋應變計 2. 支撐應變計 3. 水壓計 4. 土壓計 5. 水位觀測井 6. 沉陷觀測釘 7. 隆起桿 8. 傾斜儀
	99.9.6 整地	抽水井位置放樣	抽水井挖掘		
					
	抽水井管線安裝	出表土	施作擋土柱		

Step1 是埋裝逆打鋼柱，並從基盤面向下開挖至 B1FL，詳如表 4 所示：

表 4 Step1 施工步驟說明表

Step 1 GL 到 B1FL					
項目	圖 片			內 容(說明)	備 註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				從 GL 開挖 -520m 到 B1FL，逆打鋼柱吊裝完成後，施作 B1FL	
	B2F~PC 打底前出土	逆打鋼柱井挖掘	施工平台施作		
					
	吊放搗槽	B1FL 結構體施作	B1FL 版灌漿		

Step2 從地下層 B1F 往上施工到地面層 2FL，包含結構體施作和樓板灌漿，詳如表 5 所示：

表 5 Step2 施工步驟說明表

Step 2 B1F-2FL					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				B1FL 完成後施作順打至 2FL，完成後開始逆打開挖	
	B1F 結構體施作	1FL 施作中	1FL 版灌漿		
					
	1FL 裝塔吊	1F 結構體施作中	2FL 版灌漿		

Step3 (DN) 主要為地下層 B2FL 的施工，同時間施作地面層 2F~5FL 結構，詳如表 6 所示：

表 6 Step3(DN)施工步驟說明表

Step 3 (DN) B2FL RC					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				地下層施作逆 打開挖至 B2FL RC 完成	 2F 廚房壁磚施作
	B2F 開挖至 GL-8.10M	B2FL 灌漿	B3F 牆預留筋施作		 3F 室內泥作打底
					 4F 室內泥作吊線
	B2F 柱頭施作	B2F 樓版組立	B2F 鋼筋焊接		

Step4(DN)主要為地下層 B3FL 的施工，同時間施作地面層 5F-8FL 結構，詳如表 7 所示：

表 7 Step4(DN)施工步驟說明表

Step 4 (DN) B3FL RC					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				地下層施作逆打開挖至 B3FL RC 完成	
					 

Step5(DN)主要為地下層 B4FL 的施工，同時間施作地面層 8F-12FL 結構，詳如表 8 所示：

表 8 Step5(DN)施工步驟說明表

Step5(DN) B4FL RC					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				地下層施作逆打開挖至 B4FL RC 完成	
	B4F 底土方開挖	B4F PC 打底灌漿	B4F 底版組立		
					
	B4F 底版水電放樣	B4F 無標版柱灌漿	B4F 外牆鋼筋綁紮		

Step6(DN)主要為地下室筏基底版施工，同時間施作地面層 12F-17FL 結構，詳如表 9 所示：

表 9 Step6(DN)施工步驟說明表

Step6(DN) 地下室筏基底版					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				地下層逆打開挖 至筏基底版 RC 完成	
					 
	基樁高於 PC 底打除	接地銅片檢測	筏基地樑施作		12F 消防管線安裝
	加深區組模及筏基連通管施作	電梯機坑底板組模	地樑灌漿填補		13F 標模組立裝 14F 標模組立

Step7(DN)主要為 B5F 結構體的施作，同時間施作地面層 17F-22FL 結構，詳如表 10 所示：

表 10 Step7(DN)施工步驟說明表

Step 7(DN) B5F 結構				
項目	圖片			內容(說明)
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				1. B5 結構體完成
				2. B4FL-B1FL 取土孔回補完成
				  

五、結論

本文從施工中做重要的「事」面向(施作工項及程序)面向將科博案地下開挖之工程劃分成 11 個步驟整理分析後，得出以下四點結論：

1. 地下室施作一個樓層結構的作業工期，地上樓層可施作三至五個樓層數。
2. 逆打工法主要是利用本體鋼骨柱支撐結構，整地後首先向下開挖至地下一樓深與基樁挖掘澆注，並埋設基樁、鋼骨柱，接著架設鋼筋、澆置樓版，第一層擋土構架施作完成後開挖至 B1 澆置樓版，等基礎支撐結構完工後，再依序進行上下部結構的同時施工。
3. 安全觀測系統從工程在施作基盤面時就必須開始及注意，內容包含鄰房是否傾斜、臨路是否塌陷，以及開挖過程中隨時監測擋土柱及鋼筋是否有因土壓而變形、地下水位是否提高等等，完善的安全觀測系統為深開挖工程安全的必要條件之一。
4. 逆打工法之地下鋼柱施作並應配合結構安全及計算支撐、考量上下部結構施工層振動等荷重，如Step1至Step7，亦即逆打工法施工工期之要徑(CPM)。

參考文獻

1. 興富發麻四集合住宅新建工程施工記錄，興富發建設公司，2012。
2. 林國良，高層建築地下施工法之規劃，「2008 海峽兩岸大學校長論壇暨科學技術研討會」，2008。
3. 丘仕初，基礎開挖工法之研究，國立台北科技大學土木與防災研究所碩士論文，2006
4. 陳富田，台北市逆打深開挖安全監測管理值建構之研究，碩士論文，國立海洋大學海工程學系研究所，2001。
5. 廖瑞堂，逆打深開挖之行為研究，博士論文，國立台灣科技大學營建工程技術學系，1995。
6. 羅醒亞，高層建築施工，詹氏書局，台北，1995。
7. 大將作建築研究室，台中市超高層建築基礎工程研究，大將作建築研究室，台北，1994。