

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

台中市惠民 138 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

地下開挖工法隨著使用目的與開挖深度的演變，開挖施工方式從順打工法發展到逆打工法，甚或是雙順打工法等。為突破傳統開挖工法，並以縮短工期為考量，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。逆打工法的優點除了縮短工期外，其施工時的安全性也較傳統工法佳，對於開挖時損害鄰房的部分也較少，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。台中地區的地盤結構屬於卵礫石層，土質特結構疏鬆，因此挖掘容易坍塌，若受雨水或地下水沖蝕更是危險。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。

本文研究以台中市惠民案(建築規模：地上36層，地下7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，研究結果從施工樓層、時間及主體結構體興建過程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：高層建築、下部結構、逆打工法

Taichung Hui Min 138 basement in the top-down method for the foundation excavation

Abstract

With the use of underground excavation construction method aims and excavation depth evolution excavation methods developed from bottom-up method to the top-down method, and even Up-Up Construction Method. In order to break through the traditional method of excavation work, and consider shortening the construction period, the construction industry in the basic engineering for the substructure

excavation mining top-down method has become one of the options. The top-down method 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. Taichung structure belongs to gravel, soil especially loose structure, so easy digging collapsed, if erosion by rain or groundwater is even more dangerous. So consider the construction period and security, the tallest building in Taichung excavation using the top-down method as research motivation.

In this paper, Taichung Hui Min 138 case (building size: ground 36 floors, 7 floors underground) for underground excavation and lower part of the construction engineering structures and analyzed to explore the theme, the results from the construction of floors, construction time, and the main structure of the construction process can be clear and systematic understanding of the top-down method complete construction of underground excavation.

Keywords: High-rise buildings、substructure、top-down method

一、動機目的

台中地區地盤屬於卵礫石層，土質特性結構疏鬆，因此挖掘容易坍塌。逆打工法除了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，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，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惠民138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河南路與市政北二路交叉口處，建物規模地上 36 層地下 7 層，一幢一棟共 242 戶，工期約為 1 年 10 個月。基本資料如表 1 所示。

表 1 惠民 138 案基本資料說明

	案名	惠民 138 辦公室大樓新建工程
	工期	101.02.01 至 102. 11. 30
	建物規模/樓地板面積	地上 36F+MF+地下 B7F /104138.95 m ²
	建物高度	GL+149.95m+屋突 9m (36F+3RF)
	開挖深度	GL-26.650m (B7F)
	構造及施作工法/擋土型式	SRC、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 8 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：

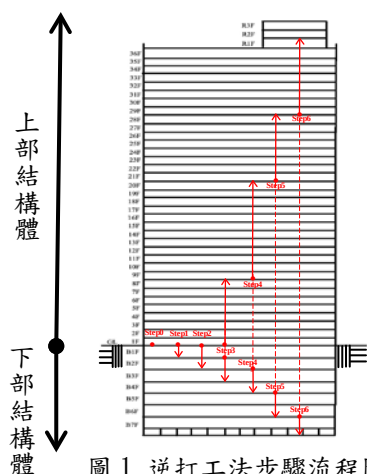


圖 1 逆打工法步驟流程圖

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	擋土柱挖掘施工
Step3	地表下/地面層	B3F-B2FL/1FL-8FLRC	上下部結構施工
Step4	地表下/地面層	B4F-B3FL/9FL-20FLRC	上下部結構施工
Step5	地表下/地面層	B6F-B5FL/21FL-28 FL RC	上下部結構施工
Step6	地表下/地面層	筏基底-B7FL/29FL-R1FL RC	上下部結構施工
Step7	地面層	R2FL-R3FL RC	上部結構施工

表 2 Step0-Step7 施工對應樓層說明表

四、主題探討

本文針對台中市惠民 138 案(建築規模：地上 36 層，地下 7 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 8 個步驟，並從主要進行的「事」(施作工項及程序)面向進行主題探討。

Step0 為開挖前準備作業，包含整地出表土、抽地下水工程等，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)
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、井圈吊放，接著安裝抽水馬達完成抽水井工程。
	基地原貌	抽水井位置放樣	抽水井挖掘	
				
	井圈吊放	深度檢核	抽水馬達安裝	
				
	濾砂	抽水井管線安裝	抽水井工程完成	
				備註
				※安全觀測系統開始時間為 101 年 5 月 21 日
				安全觀測系統： 1. 傾度觀測管 4 處，每處深度 29m。 2. 鋼筋計 4 處，GL-19m, GL-21m, GL-23m, GL-25m 3. 沉陷觀測點 30 處，於工地四週道路及建築物。

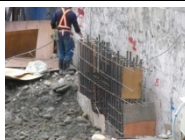
Step1 主要是土方工程，然後從基盤面向下開挖至 GL-5M 處，詳如表 4 所示：

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)				首先出表土後開挖至 GL-3.5M，然後吊放完鋼筋籠後用混凝土澆置封膜，完成後再開挖至 GL-5M 處。	
					

Step2 是擋土柱挖掘的施工流程，包含擋土柱鋼筋籠吊放、混凝土澆置，詳如表 5 所示：

表 5 Step2 施工步驟說明表

Step 2 擋土柱挖掘施工					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				施工平台組模澆置和棄土坑挖掘完成後，吊放擋土柱和鋼筋籠後封膜，並進行壓樑鋼筋綁紮、混凝土澆置。	
					
	施工平台組模澆置	挖掘棄土坑	人工挖掘擋土柱坑洞		
	鋼筋籠吊放後封模	壓樑鋼筋綁紮	壓樑混凝土澆置		

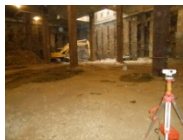
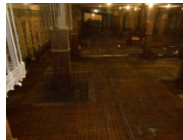
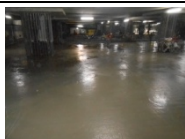
Step3 主要為 B3FL-B2FL 的施工，同時間施作地面層 1F-8FL 結構，詳如表 6 所示：

表 6 Step3 施工步驟說明表

Step 3 B3FL-B2FL					
項目	圖片			內容(說明)	備註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				開挖 GL-9.75M 後，接續吊放及混凝土澆置基樁工程，然後再進行逆打鋼柱吊裝工程，完成後回填砂石。	
					
	開挖至 GL-9.75M	接續基樁及逆打鋼柱	基樁鋼筋籠吊放		
	吊放後鋼柱假固定	逆打鋼柱澆置	回填砂石		

Step4 主要為 B4FL-B3FL 的施工，同時間施作地面層 9F-20FL 結構，詳如表 7 所示：

表 7 Step4 施工步驟說明表

Step 4					
項目	圖 片			內 容(說明)	備 註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				開挖至 GL-17.5M 後，綁紮 B4FL 樑板和柱牆鋼筋、澆置混凝土，完成後進行 B3F 樑板、柱牆鋼筋綁紮和混凝土澆置。	
	開挖至 GL-17.5M	B4F 逆打 PC 澆置	B4F 樑板筋綁紮		
					
	B4F 柱牆模板組立	B3FL 澆置	B3F 柱牆澆置		

Step5 主要為 B6FL-B5FL 的施工，同時間施作地面層 21F-28FL 結構，詳如表 8 所示：

表 8 Step5 施工步驟說明表

Step5					
項目	圖 片			內 容 (說 明)	備 註
事 (施 工 程 序、土 方、 品 管 等 等 事 項)				B6F 逆打 PC 澆置 後，進行無收縮灌 漿和邊柱回填碎 石，接著綁紮澆置	
	B6F 逆打 PC 澆置	B6FL 樑版模板組立	邊柱回填碎石		
				混凝土，完成後進 行 B5F 樑板、柱牆 鋼筋綁紮和混凝土 澆置工程。	
	B5FL 樑版模板組立	B5FL 澆置	B5F 柱牆澆置		

Step6 主要為筏基底-B7FL，同時間施作地面層 29F-R1FL 結構，詳如表 9 所示：

表 9 Step6 施工步驟說明表

Step6					
項目	圖 片			內 容(說明)	備 註
事 (施工程序、土方、品管等等事項)				開挖面整地後進行 接地系統工程，接 著 B7F 逆打 PC 澆 置、然後進行 B7F	
	接地銅片施作	B7F 逆打 PC 澆置	B7F 筏基礎板鋼筋綁紮		
				柱鋼筋、地樑鋼 筋、筏基礎板鋼筋 綁紮，最後混凝土 澆置筏基大底、地 樑和水箱蓋。	
	B7F 筏基大底澆	B7F 地樑組模澆置	B7FL 水箱蓋澆置		

五、結論

本文依基礎開挖工程之「事」面向(施作工項及程序)將惠民 138 案地下開挖之工程劃分成 8 個步驟整理分析後，得出以下四點結論：

1. 逆打施工作業在本案中的地下室部分是以逆打形式一次向下開挖兩個樓層後，再順打向上施工一個樓層，例如從 B1FL 逆打開挖至 B3FL，再順打回 B2FL。
2. 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 Step6，亦即逆打工法施工工期之要徑(CPM)。
3. 完善的安全觀測系統為深開挖工程安全的必要條件之一。而安全觀測系統必須從工程在施作基盤面時就開始及注意，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或其他因素而變形、基地地下水位是否有提高等，都為觀測系統中之要項。
4. 逆打工法施工主要是在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。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。

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，國立海洋大學河海工程學系研究所，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。