

## 淡水河堤外道岔結構深開挖祛水工法

尤柏文<sup>1</sup> 黃幹鐘<sup>2</sup> 楊鵬飛<sup>3</sup> 林坤霖<sup>4</sup>

### 摘要

台北捷運新莊線CK570C區段標CK240子標道岔結構位於台北大橋北側淡水河三重堤防內外兩側，結構體橫跨淡水河行水區與現有之環河快速道路，為台北捷運新莊線與蘆洲支線之分岔點，結構體外型呈東窄西寬之長條形，長度125m，寬度14.9m~26.9m，設計開挖深度為39.5m~41.5m，採厚度2m、深度63m之連續壁為擋土結構，配合13層水平H型鋼支撐以順築工法構築結構體。由於結構體開挖深度達41.5m且基礎開挖面下地層無適當不透水層，基礎開挖面抵抗管湧破壞之安全係數明顯不足，為維持基礎開挖面之穩定，除連續壁底部施作一層約5m厚之封底灌漿，以防止地下水直接進入開挖區造成管湧破壞，並且僅需將景美礫石層頂部之水位水頭抽降19.8m，就能符合「土木工程設計手冊(CEDM)第十版」規定之1.25抵抗上舉破壞之安全係數，不僅大幅降低抽水量且提高了施工安全性。

本文將介紹本案例如何採取全區封底灌漿配合景美礫石層降水工法進行結構開挖及施工中配合現地實況修正工法，並對抽降水期間台北盆地景美層水位洩降量及影響範圍作一說明。

**關鍵詞：**CK570C區段標、景美礫石層、封底灌漿、降水

1. 臺北市政府捷運工程局北區工程處副工程司  
2. 中興顧問工程股份有限公司軌道工程二部工程師  
3. 中興顧問工程股份有限公司軌道工程二部計畫組長  
4. 中興顧問工程股份有限公司軌道工程二部計畫經理

bowin520@trts.dorts.gov.tw  
hkc5191@mail.sinotech.com.tw  
pfyang@mail.sinotech.com.tw  
geolin@mail.sinotech.com.tw

## Case Study of the Dewatering Methods for the Deep Excavation of Turnout Structure of CK570C of the Taipei MRT

Bo-Win Yu <sup>1</sup> Kan-Chung Huang <sup>2</sup> Pong-Fey Yang <sup>3</sup> Lin-Kun Lin <sup>4</sup>

### Abstract

The site of the Xinzhuang MRT line turnout structure is located on the northern side of Taipei Bridge and underneath both the inner and outer sides of the Danshui River dike. The turn-out structure also lies beneath the elevated Huanhe Expressway in Sanchong and will be used as a track switch for the Xinzhuang-Luzhou line. The turn-out structure is the shape of a trumpet with its west section more wide and its east section more narrow, of which its length is 125 m and width is 14.9 m~26.9 m. The excavation depth of the turn-out structure is 39.5 m~41.5 m. In order to support the sides of the excavation, a 2 m-thick, 63 m-deep diaphragm wall was constructed around the site perimeter and a 13-layer temporary H-shaped steel strut was used as a retaining structure. Due to the lack of an impermeable soil layer lying beneath the foundation excavation face, the safety factor of the final excavation face did not satisfy Civil Engineering Design Manual (CEDM) specifications. So plugged grout and dewatering through the application of a Jingmei Gravel Layer was applied as an auxiliary method to stabilize the structure foundation excavation to avoid leakage problems on the final excavation face. The auxiliary method not only avoided leakage problems but also decreased the need for water to be pumped out of the Jingmei Gravel Layer, it also assisted with the problem of up-lift of the final excavation face.

This article introduces the design and construction procedure of plugged grout and dewatering in the Jingmei Gravel Layer in the turnout structure of section contract CK570C of the Taipei MRT.

**Keywords:** CK570C Lot, Jingmei Gravel Layer, Plugged Grout, Dewater

## 一、前言

基地開挖面為了維持開挖面穩定及乾燥工作面，一般均需將地下水位降至開挖面以下1~2m，尤其在台北盆地之工址開挖規模甚深時，常遭遇開挖面下之松山層受其下景美礫石層（以下簡稱景美層）之高地下水壓作用而發生開挖面上舉或管湧之現象，情況嚴重者更可能導致基地開挖失敗，一般而言，在台北盆地進行開挖深度規模大於20~25m以上時，常需要抽降景美層地下水減少地下水水壓維持開挖面穩定，台北捷運板橋線CP261標、CP262標以及淡水線CT201F標，於施工階段即曾採用抽降水工法降低景美層水位，達到穩定開挖面之目的。

台北捷運新莊線CK570C區段標CK240子標道岔結構體開挖深度為39.5m~41.5m，雖然在開挖深度範圍內大部分松二層將被挖除，但開挖面下約16.5m~18.5m深之景美層高地下水壓（礫石層頂部之水位水頭約51.5m）仍將使開挖面產生管湧之現象，且松二層在道岔段並不連續，為避免在開挖過程中發生抗管湧及上舉破壞安全係數（CEDM規定為1.25）不足之情況，需考慮開挖過程中進行景美層大規模降水，惟基地開挖面積約2000m<sup>2</sup>，若完全採取抽降景美層地下水方式維持開挖面穩定，則所需之抽降水頭及抽出之水量將十分驚人，為避免開挖時長期過量抽降景美礫石層地下水位造成開挖區周圍地層過度沉陷，於設計階段即規劃於開挖區內進行全區封底灌漿，以增加抵抗上舉破壞之土壤重量，同時提供一良好之不透水層避免管湧發生，並可有效減少景美層地下水位洩降量。本文將介紹本案例如何採取全區封底灌漿配合景美層降水工法進行結構開挖，並對抽降水期間台北盆地景美層水位洩降量及影響範圍作一說明。

## 二、工程概述

台北捷運新莊線CK570C區段標東起位於台北市民權西路、重慶北路路口西北角之O8站西端，沿民權西路北側西行，穿越淡水河底至三重市後轉重新路一段，沿重新路至捷運路口轉沿捷運路至二重疏洪道東側防汛道路之O5站為止，全長約3.2km；共包括有三座地下車站（O5、O6及O7站）、二座明挖覆蓋隧道（道岔結構及橫渡線結構）及四段潛盾隧道，工程位置如圖1所示。由於路線在淡水河左岸分岔為新莊線及蘆洲線，故於該處設立一道岔結構，結構體外型呈東窄西寬之長條形，長度125m，寬度14.9m~26.9m，設計開挖深度為39.5m~41.5m。道岔結構體約有2/3長位於堤外，以行水區而言，總長約有1/2位於行水區中，東西兩側各設有一工作井，西側工作井位於三重環河北路上，東側工作井則位於河道中，除主體結構外尚有兩個通風井分設於三重環河北路上之主體結構之南北兩側，結構開挖皆採順築工法施築並設5道地中壁（深度與連續壁等長）於主結構南北向上，減少開挖時壁體側向變位及增加開挖面穩定。

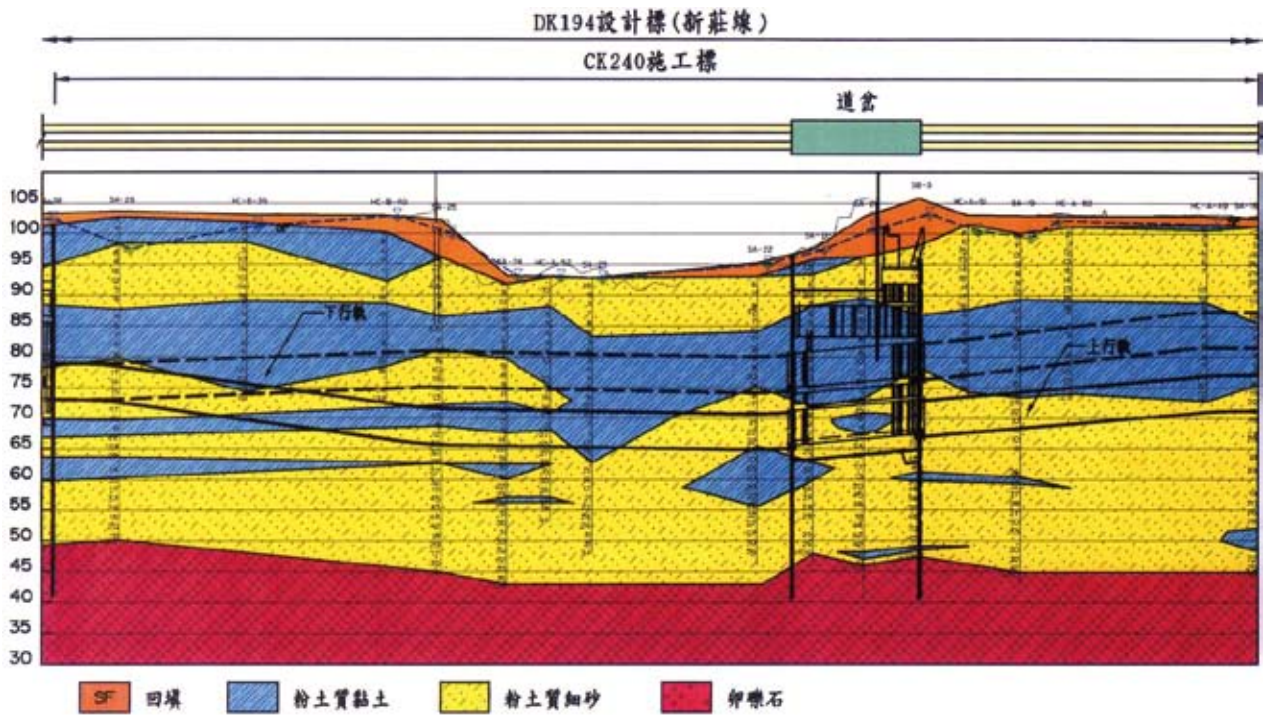
## 三、地層及地下水分布概況

道岔結構體地層分佈（圖2）大致上仍屬台北盆地沉積地層，亦即在景美層上之土層為松山層六次層，松山層層厚於本區約58.5m，雖仍有松山層六次層之特徵，惟除松二層不連續外，松六層亦甚薄，有時甚至不存在。



圖1 CK570C區段標路線圖

地下水位方面（圖2），松五及松六層靜態地下水位在地表下1m內之高地下水位狀態，至於景美層係受壓水層則因台北盆地早年超抽地下水之故，其地下水壓於設計階段大約位於



新莊線DK194設計標(CK240施工標)沿線地層分佈與捷運地下結構關係圖

圖2 道岔結構體地層分佈圖

地表下7m左右，且因禁抽地下水之管制成效良好，目前景美層地下水壓已有逐年回升之趨勢。

#### 四、景美層降水規劃與施工說明

道岔結構於堤外部份目前已完成頂板施築；堤內部份除西側工作井需配合潛盾工程施工亦已完成頂板施築，以下僅就本案例之祛水工法於規劃及施工階段作一介紹。

##### (一) 祛水工法之規劃

依據道岔結構工址地層分佈狀況，景美層約位於地表下58.5 m其上為典型台北松山層，惟其松二層有不連續之現象，景美層地下水位約在地表下7m左右，經計算分析可知當工址開挖深度超過28.5m後，抗上舉破壞之安全係數將低於CEDM規定之1.25，而道岔結構開挖深度為39.5m~41.5m，由圖2可知在開挖深度範圍內大部分松二層將被挖除，因此道岔結構最終開挖面將遭遇景美層之高地下水壓，其抗管湧破壞之安全係數甚至小於1，明顯有管湧破壞之危險。為避免基礎開挖失敗於施工期間降低景美層地下水位水頭實有其必要性，惟僅單純抽降景美層地下水位水頭解決最終開挖面管湧破壞問題，至少需將景美層頂部之水位水頭由51.5m降至18.5m（水位洩降量達33m），如此大量的抽水將大幅增加施工之風險，為避免上述問題，在設計階段即考量擋土壁深度採用依灌入深度安全性計算之63m，並於道岔結構開挖區內之續壁底部至景美層頂部施作一層約5m厚之封底灌漿（圖3）以防止景美層高地下水壓之地下水直接湧入開挖面造成管湧破壞，如此不僅產生一良好之止水層解決工址內松二層不連續之問題，同時增加抵抗上舉破壞之土壤重量，並且只需將景美礫石層頂部之水位水頭由51.5m降至31.7m，抽降水頭只需19.8m，就能符合CEDM規定之1.25抵抗上舉破壞之安全係數，大幅降低抽水量且提高了施工安全性。

工址降水總抽水量及所需深井數計算則依據景美層水理參數評估計算，惟由於台北盆地景美層分布狀況及深度，因受到台北盆地地史演變及新店溪、大漢溪及基隆河三條主要河川沉積特性之影響，而有相當大之差異，故其水理參數亦相當複雜，且過去對景美層水理參數之研究甚少，實際施工經驗亦有限，因此在設計階段評估景美層水理參數時，參考黃南輝等(1996)根據CP261、CP262及CT201F三個捷運施工案例，利用Theis不平衡公式分析洩降資料得到之景美層水理參數，採用黃南輝等(1996)研究之水理參數之平均值（導水係數 $T=0.15\text{m}^2/\text{sec}$ ，貯水係數 $S=0.0025$ ），由於黃南輝等(1996)之水理參數係按實際工址多口井抽水試驗結果得到之故應具參考價值，且上述三個施工案例與本工址皆位於台北盆地淡水河區，因此本工址之降水工法採用此等水理參數之平均值應為合理之設計。本工址降水總抽水量採用Jacob不平衡修正公式：

$$Q=5.46T \delta / \log(2.25Tt/r^2S)$$

經計算後得到的結果是 $Q=11146\text{m}^3/\text{hr}$ （11146cmh），所需深井數計算則以過去的實績為基礎計算，將每一口抽水井的抽水量 $Q_w$ 設定為360cmh，是故所需之抽水井口數計算如下：

$$11146/360=31\text{口}$$

##### (二) 祛水工法之施工

以下僅就本案例之封底灌漿及抽水井施工作一介紹。

###### 1. 封底灌漿

道岔結構於開挖區內共設置5道深度與連續壁等長之地中壁（圖3），故整個道岔結構共

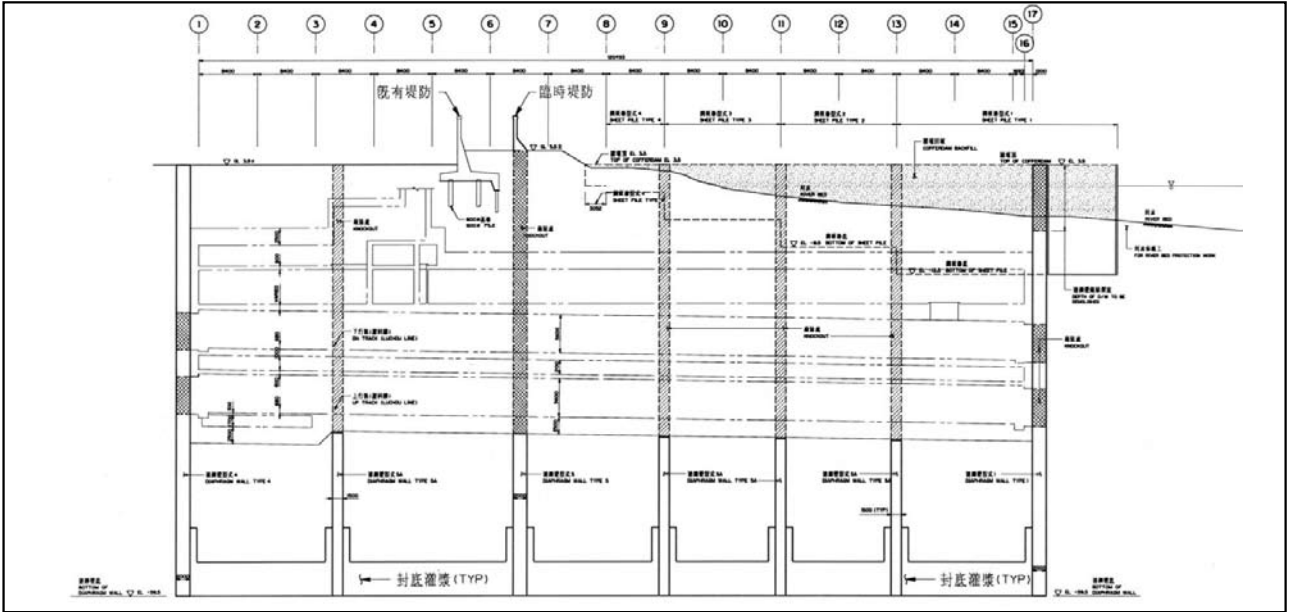


圖3 道岔結構體封底灌漿剖面圖

分成6區（圖4，堤外A~D、堤內E~F）進行封底灌漿及結構開挖。封底灌漿係採二重雙環塞灌漿工法（Double Packer Sleeve Grouting Method），其施工方式（圖五）係預先埋設灌漿外管（Sleeve Pipe）於設計灌漿深度範圍，灌漿外管與預鑽孔孔壁間預先回填水泥皂土漿待其凝結後用以止水，灌漿外管上每0.33m有一灌注孔以橡膠套筒覆蓋，施灌時插入有環塞之灌漿內管分兩次以不同灌漿材由下而上進行灌漿，第一次灌注係以懸濁型水泥皂土液填充地層大部分空隙使地盤均質化，同時藉此減少地下水影響防止第二次灌注之藥液（無機性之矽膠溶劑）之局部流失與稀釋現象，注入灌漿材之單位吐出量為8~15 liter/min.，凝結時間於溶液型無機性之矽膠溶劑約為60 min.。施灌順序則以連續壁側邊先行施灌，並由內至外採跳孔式灌漿，施工管理上以設計灌漿量為原則，惟遇灌漿壓力異常升高時則先行停止施灌檢討灌漿量並修正施工方式，對灌漿時壓力較低之區域則施以補充灌漿以確保灌漿品質，灌注完成後

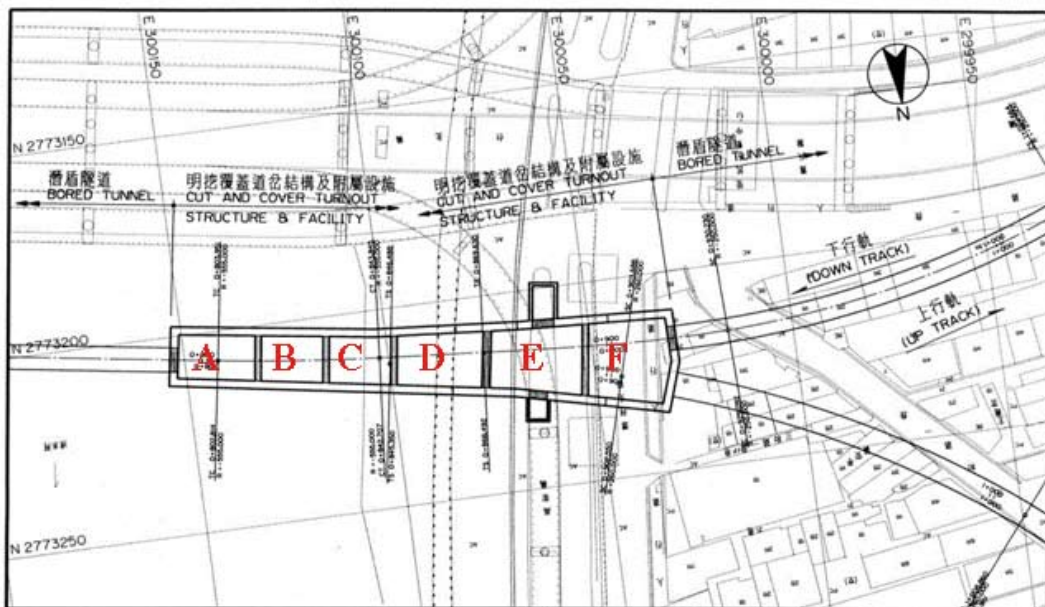


圖4 道岔結構體地中壁平面配置圖

則以孔內透水試驗及現場抽水試驗以驗證灌漿止水成效（規範規定封底層透水係數需小於 $1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ ）。

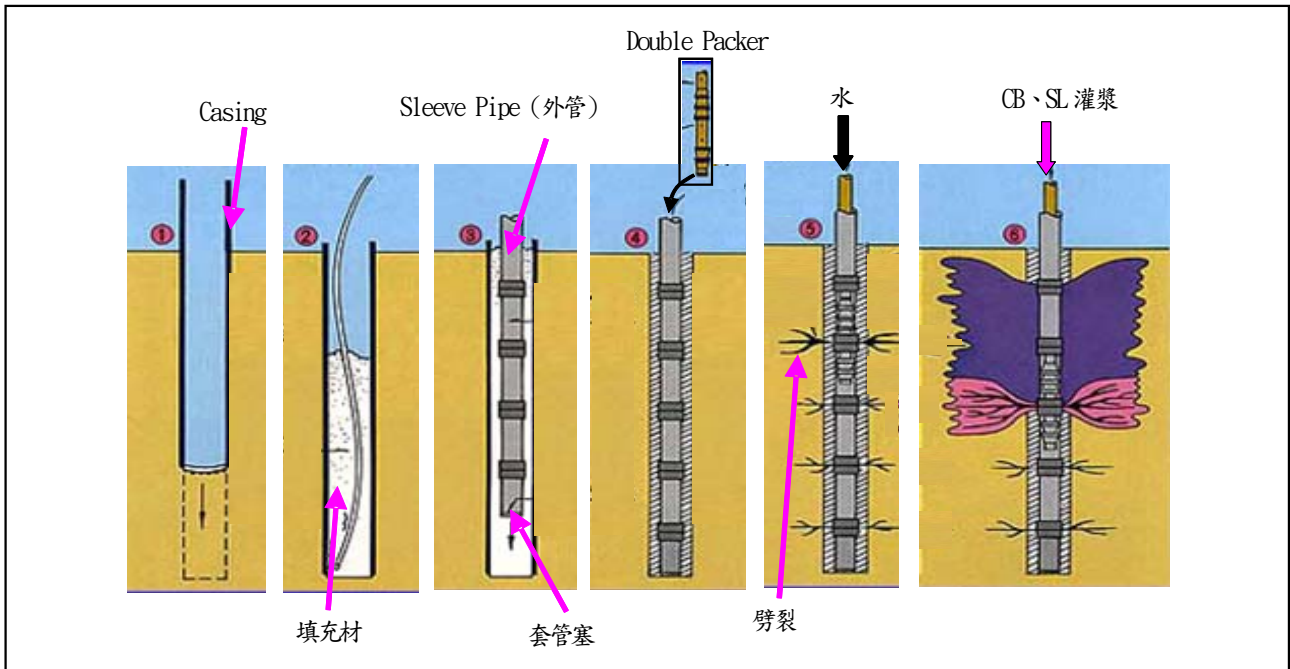


圖5 二重雙環塞灌漿工法示意圖

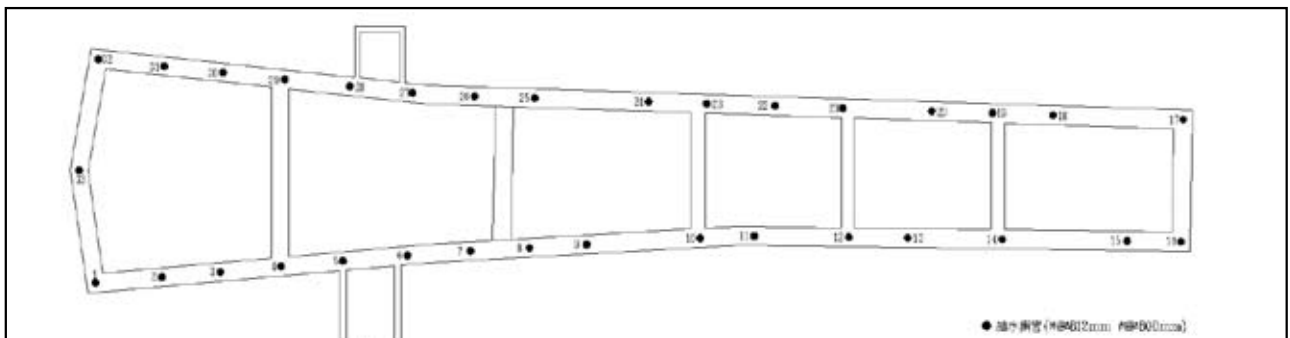


圖6 道岔抽水井之配置圖

## 2. 抽水井設置

依規範規定，廠商進場施工前需依其所需進行補充地質調查，因此施工廠商在道岔結構體工址附近(含河中)進行數孔深孔全取樣地質鑽探，最深可達地表下120公尺，以瞭解卵礫石層粗細粒料分佈狀況，做為後續大厚度連續壁施工及深井抽水系統配置之參考。施工廠商在經過各項調查及評估並根據O8站執行成果後，決定採用設置33口井，每口井深深達地表下96m(濾水管長度為30m)放置沉水式抽水機100HP以確保每一口抽水井的抽水量 $Q_w$ 可達到360cmh。關於抽水井配置方式，廠商因考量開挖區作業範圍不大，抽水井若配置於開挖區內則遭受施工破壞機率太大；若將抽水井配置於開挖區外，又恐因在抽水井施工後的封層做的不完善，在抽降景美層礫石地下水位時，將會波及到開挖區外之松三層及松五層而

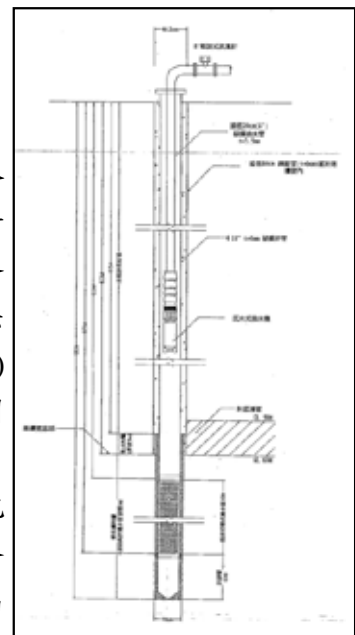


圖7 抽水機結構圖

導致基地附近發生大規模之沈陷，為了避免上述抽水井破壞及沈陷發生之問題，廠商決定將抽水井設置在連續壁中，因此在施做連續壁時就事先預埋 $\phi 800\text{mm}$ 的鋼管在連續壁內，並於封底灌漿完成後在此鋼管內執行抽水井之施工，且將預設置抽水井的鋼管安裝在單位幅度大的公單元內的中央部，並避開潛盾機發進或到達的位置整體均勻的配置，抽水井之配置圖如附圖6所示。

抽水井施工方式係採用自動往復衝擊式鑽機及捲揚式鑽機，以鋼纜懸吊一鑽具由旋轉捲揚器收放鋼纜，使接連在鋼纜底下之鑽頭上下運動（提升和墜落），反復衝擊地下景美礫石層而將之撞碎。鑽頭深入地下若干距離後，升起鑽具，放下汲筒（Bailer）入井底，將礫石鑽屑汲出地面，如此反覆進行至形成一 $\phi$ 約700mm深達設計井深之井孔。井孔完成後隨即由下而上安裝抽水井管（圖7），抽水井管底部上約1m為沉砂管其上為濾水管再上則為碳鋼井管，井管與井管採全滿焊焊接方式連接，於濾水管部份每6m安裝中心控制環，同時在井管旁加裝1 1/2" PVC水位觀測管(深度在65~70m)。井管裝設完成後使用3" 導砂管填充礫石至濾水管頂部2公尺，以震盪器在井內產生水力震盪使礫石能密實排列後再填充3m厚之皂土封層於礫石層之上，接著將井管和鋼管間的水抽乾，再以水泥砂漿封填至地表完成抽水井設置。建井完成後使用柱塞震盪法進行擴水以將鑽孔所產生的泥壁清除，最後再進行單井及群井抽水試驗，驗證祛水井能達到規範規定之單井出水量能達到360cmh、群井試抽可達到要求之景美礫石層水位洩降量。

## 五、景美層降水作業

依契約規定為確保深開挖抽降景美層水壓水位，抽降水之過程處理不當，可能造成開挖本體及鄰產安全，廠商須於祛水前進行抽水試驗（包括單井及群井試驗），並根據試驗結果設置抽水井數量及每階段開挖需抽水之井數、並考慮突發狀況導致意外停止抽水時之緊急應變狀況為抽水期間之管理依據。由於防洪需求，並避免臨時堤防下之阻隔連續壁承受過大水壓，規範中則明定道岔結構體分兩階段開挖，且堤外部份需優先開挖，堤內部份則需待堤外結構體底版施築完成後方可下挖。廠商於是在2005年5月在道岔堤外工區內進行單井、群井試驗（17口井），抽水試驗結果顯示：每口井皆有360cmh以上的抽水能力，在群井抽水時可以較少的井數、較快的時間，達成洩降開挖面內水位的目標；回水試驗結果則顯示：景美礫石層水位由EL+76.7m（地表高程為EL+103.5m）回復4.9m（此時抗上舉安全係數為1.1）的時間僅約85秒。

廠商依據道岔堤外祛水前之抽水井試驗結果，減少原先依據Jacob不平衡修正公式評估欲將景美層水位降至規範規定之抽水時間，由原規劃之開挖至大底之前一個月減少為從數日或一週前開始抽降水，而原規劃道岔堤外開挖至大底時需開啟堤外17口井亦減少為只開啟10口，同時為避免因斷電導致無法抽水造成水位急速回升，現場並預備2台1000Kva柴油發電機，於停電後內透過自動轉換系統（ATS）將電源切換至發電機，再依序重新啟動祛水井，預計停電一分鐘內啟動所有抽水井，確保祛水時不受斷電之影響。

依據道岔開挖計畫（分六區開挖，堤內A~D、堤外E~F），為滿足抗上舉破壞安全係數，各開挖分區各開挖階段之景美層所需控制水位高程及所需開啟抽水井數如表1所列，抽水井的運轉是從2005年11月8日道岔段堤外開始的直到2006年11月20日結束抽水，以下簡述

表1 各開挖階段之景美層所需控制水位高程

開挖分區	開始點	結束點	設計水位(EL)(m)	規劃開 啟井數	實際開 啟井數
堤外 A區	第11階開挖前三天	第12階開挖前三天	92.4(4.1*)	3	2
	第12階開挖前三天	第13階開挖前三天	87.6(8.9*)	5	3
	第13階開挖前三天	第14階開挖前三天	82.7(13.8*)	7	5
	第14階開挖前三天	B5底版澆置完成	77.5(19.0*)	10	7
	B5底版澆置完成	B5側牆澆置完成	85.9(10.6*)	7	3
	B5側牆澆置完成	B4樓版澆置完成	88.4(8.1*)	5	5
	B4樓版澆置完成	B4側牆澆置完成	89.7(6.8*)	4	1
	B4側牆澆置完成	B3樓版澆置完成	90.7(5.8*)	3	1
	B3樓版澆置完成	B3側牆澆置完成	92.9(3.6*)	1	1
	B3側牆澆置完成	B3側牆上部+B2樓版完成	95.0(1.5*)	1	1
堤外 B-D區	第11階開挖前三天	第12階開挖前三天	92.4(4.1*)	3	2
	第12階開挖前三天	第13階開挖前三天	87.6(8.9*)	5	3
	第13階開挖前三天	第14階開挖前三天	82.7(13.8*)	7	5
	第14階開挖前三天	B5F底版澆置完成	77.5(19.0*)	10	7
	B5F底版澆置完成	B5側牆澆置完成	85.9(10.6*)	7	3
堤內 E區	第10階開挖前三天	第11階開挖前三天	95.0(1.5*)	1	3
	第11階開挖前三天	第12階開挖前三天	91.6(4.9*)	3	3
	第12階開挖前三天	第13階開挖前三天	87.5(9*)	5	3
	第13階開挖前三天	第14階開挖前三天	82.7(13.8*)	7	5
	第14階開挖前三天	B5F底版澆置完成	76.8(19.7*)	9	5
	B5F底版澆置完成	B5F側牆澆置完成	87.8 (8.7*)	4	1
堤內 F區	第10階開挖前三天	第11階開挖前三天	95.0(1.5*)	1	3
	第11階開挖前三天	第12階開挖前三天	91.6(4.9*)	3	3
	第12階開挖前三天	第13階開挖前三天	87.5(9*)	5	3
	第13階開挖前三天	第14階開挖前三天	82.7(13.8*)	7	5
	第14階開挖前三天	B5F底版澆置完成	76.8(19.7*)	9	5
	B5F底版澆置完成	B5F側牆澆置完成	86.9(9.6*)	4	1

註：\*表景美層水位洩降高程

道岔段抽水運轉之實績。

(一)道岔段實際抽水量

道岔段由2005年11月8日至2006年11月20日，啟動之最大抽水井數為7口，總抽水量為1625萬噸。

(二)抽水井運轉實績

1.堤外部份

道岔段堤外實際運轉抽水井數量為依據祛水前之群井抽水試驗預估數量之70% (表1)，抽水井開始運轉到景美層水位安定，也由預估之3天減少為約1天就呈現穩定，因此在實際執行時僅於開挖的前一天才執行調整運轉抽水井的數量，也由於抽水井的運轉數量比當初評估之數量少，因此並無須連續運轉特定的抽水井，而採取定期輪流調換抽水馬達，以避免馬達產生故障等問題發生。另外，堤外的A區為配合從O8站出發的潛盾工程之到達工作井，其結構體施工需配合潛盾機到達作業，故該區大底版無法與B~D區一起施作，因此當B~D區在B5層側牆澆置完成停止抽水時，A區仍需持續抽水，並於堤內開挖時配合抽降堤內景美層水位。

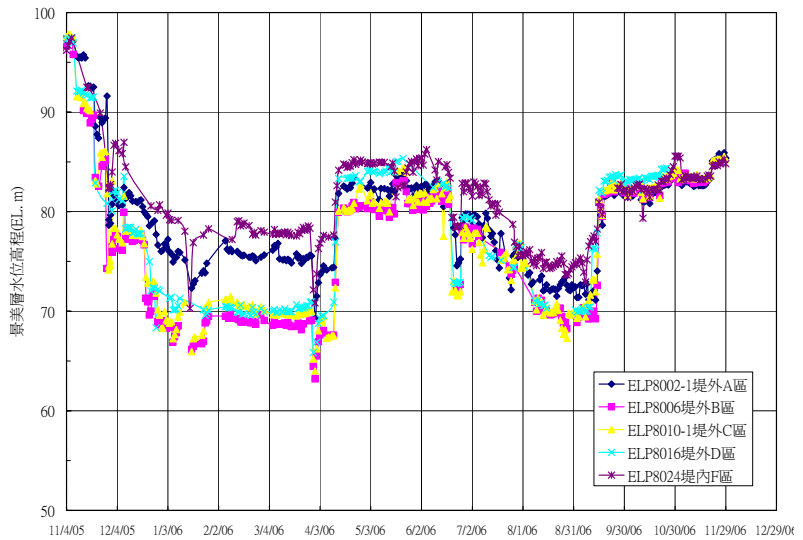


圖8 道岔結構開挖面下景美層水位

2.堤內部份

在道岔段堤內開挖時，雖以開啟堤內的抽水井降低堤內開挖區景美層水位其效率較好，但在堤內連續壁旁邊緊鄰有台北橋機車引道橋與環河快速道路的橋墩，為防止抽水導致沉陷產生，因此廠商採開啟堤外的抽水井降低堤內開挖區景美層水位。

3.祛水期間景美層水位高程變化情形

圖8為抽水期間道岔結構開挖區內封層下景美層水位高程，顯示抽水期間景美層水位洩降已達到規範規定，於施工

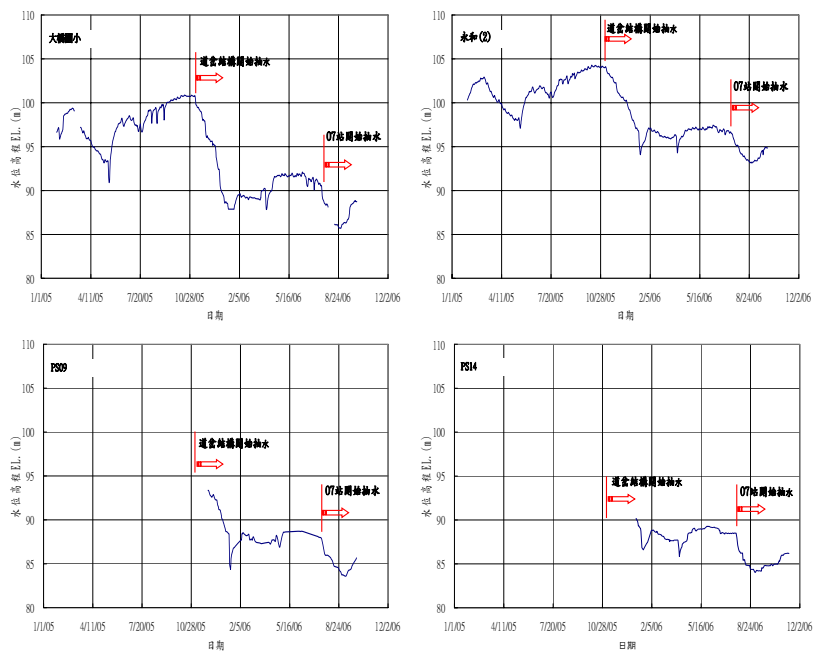


圖9 道岔抽水期間台北盆地景美層水位變化圖

階段為監控抽降水期間台北盆地景美層水位洩降量及影響範圍，確保施工期間工程本身及其它相關人、事、物之安全，捷運局分別於捷運新莊線增設六處深層水位觀測井、蘆洲線沿線新增四處深層水位觀測井，並透過捷運局大地監測資料庫系統及經濟部水利署台北盆地地下水水位觀測系統，積極管理地下水水位監測資料之量測、蒐集與分析，達到抽降水作業期間能及時監控景美層水位洩降量、影響範圍之目的。

由台北盆地地下水水位觀測系統觀測資料清楚顯示道岔結構抽降水作業對景美層水位之影響，大橋國小測站距離道岔結構約0.7 km，水位觀測結果如圖9所示，道岔結構開始抽水後，景美層水位立即發生變化，顯示景美層之高透水性及對抽水影響之靈敏性，隨著開挖工程之進行，抽水量及抽水時間持續增加，景美層水位亦隨之持續降低，最低水位達EL. 87.8 m，最大水位洩降量達13 m。永和(2)測站距離道岔結構約6.1 km，水位觀測結果如圖9所示，如同大橋國小測站觀測結果，道岔結構開始抽水後，景美層水位亦立即發生變化，景美層最低水位達EL. 94.1 m，最大水位洩降量達10 m。而捷運局新增深層水位觀測井亦清楚顯示道岔結構抽降水作業對景美層水位之影響，裝設於捷運新莊線三重地區之PS09水位觀測結果如圖9所示，PS09距離道岔結構約3.0 km，觀測結果與台北盆地地下水水位觀測系統之結果相當一致；另裝設於捷運蘆洲線蘆洲地區之PS14距離道岔結構約2.8 km，水位觀測結果亦與台北盆地地下水水位觀測系統之結果相當一致（圖9）。

## 六、結論

- (一) 道岔結構實際施工案例，證明在台北盆地之景美層採取適當之封底灌漿方式，配合景美層進行大規模、長期抽降水作業進行深開挖工程可成功執行。
- (二) 於景美層進行大規模、長期抽降水作業，將造成景美層大區域、明顯之水位變化，以道岔結構抽降水作業為例，距離道岔結構0.7 km~6.3 km之水位洩降量達13 m~10 m。表示於景美層抽降水之影響範圍幾乎涵蓋整個台北盆地。但因大區域之水位洩降坡度相當平緩，不會因為水位急遽變化而對結構物造成損壞。
- (三) 目前經濟部水利署水文資訊網站無法及時提供台北盆地水位資訊，對配合深開挖工程之長期抽降水作業仍須藉由新增長期地下水水位觀測井及時監控景美層水位變化。

## 參考文獻

1. 鹿島/榮工/皇昌共同承攬（2006）「CK240子標道岔段抽降水運轉管理計畫書」。
2. 鹿島/榮工/皇昌共同承攬（2007）「CK570C祛水報告書」。
3. 黃南輝、許先才、林國楨、闕河淵(1996)「降水工法在深開挖工程之應用」，深開挖與地下工程研討會，台北(1996)。