

# 逢甲大學學生報告 ePaper

## 報告題名：機場捷運參訪實錄

作者：王大立、羅榮鑫、周士隆、王英志、張倪華、許學禮、鄭思婷、  
吳呈賢、吳佳蓉、林永昌

系級：都市計畫學系碩士專班一年級和二年級

學號：M9709221、M9709306、M9608923、M9609852、M9710832、  
M9811320、M9711625、M9610060

開課老師：王大立 老師

課程名稱：環境規劃理論(一年級)、空間理論專題研究(二年級)

開課系所：都市計畫學系在職碩士專班

開課學年：97 學年度第二學期



## 中文摘要

國內近年來積極推動各項捷運工程的進行，本學期透過一年級王英志同學的安排，利用碩士專班利用一年級之環境規劃理論課程和二年級的空間理論專題研究課程進行機場捷運施工的參訪，以能實際了解捷運工程的施工作業情形，而能對於未來從事都市規劃或其他相關工作時能有所助益。

在積極的協調後，而於 98 年 3 月 2 日在捷運工程處張處長和施工所盧主任的熱誠接待下，首先聽取詳盡的簡報，在簡報中提供許多先期說明，因為簡報極為有益，讓參觀者對於潛盾機的作業而能有些事前的瞭解，使得後續的實地參觀更能掌握觀察重點。特別幸運的是本次的參訪時機恰逢隧道貫通，而能有機會看到潛盾機出土，依據盧主任的說明，到目前為止大概是唯一的一次。

另外本系的校外參訪活動都希望同學能夠整理心得報告，並將所有同學的心得報告彙整後，寄送參訪單位留存。由於部分同學因為工作關係並無法參與，但是透過參加同學的整理和紀錄，應該也可以提供所有同學和其他人士的參考。

**關鍵字：**捷運(Rapid Transit)、潛盾機(Tunnel Boring Machines, TBM)

目 次

中文摘要.....	1
目次.....	2
機場捷運參訪實錄.....	3
機場捷運參訪紀行(王大立、羅榮鑫).....	4
臺灣桃園國際機場捷運系統(潛盾施工)參訪活動心得報告(周士隆) ..	6
戶外教學心得報告(王英志).....	16
TBM—潛盾觀摩報告(張倪華).....	20
TBM 參訪記—潛盾施工掘進作業觀摩報告(許學禮).....	24
參訪心得(鄭思婷).....	31
機場捷運參觀心得(吳呈賢).....	36
參觀桃園國際機場聯外捷運潛盾機施工作業(吳佳蓉).....	39
課外教學心得報告(林永昌).....	42

# 機場捷運參訪實錄



逢甲大學都市計畫與空間資訊學系

中華民國九十八年三月二日

## 機場捷運參訪紀行

「本處在國人的殷切期盼下，將秉持對品質與建設期程的要求，全力以赴，早日完成具國際水準並符合國人要求之快速、便捷與安全之機場捷運建設。」

高鐵局捷運工程處張文城處長

由於捷運的建設，讓台灣地區的都市交通運輸更為便捷，例如台北市的捷運通車迄今，營運載客已經超過30億人次。不過一般民眾在使用捷運的時候，往往或許只對捷運施工期間所帶來的些許不便有所記憶，並無法想像捷運興建過程的困難程度，以及施工人員的努力和辛勞。

這一次透過王英志同學的協助，得到高鐵局捷運工程處張文城處長的欣然應允，利用課程校外教學的方式，在98年3月2日實地參訪屬於台灣地區門戶功能的機場捷運工程施工，特別是能夠親身觀察潛盾機的運作，更幸運的是能夠在近距離親身看到剛完成貫通隧道潛盾機的模樣，真是千載難逢的機會，正如同張處長和機場施工所盧主任所說「來的好不如來的巧」。

事實上透過這次的參訪，除觀察到潛盾機的實際運作而留下深刻的印象外，對於施工過程中精度的掌控，以及對於工安和環境保護措

施等等也都足以說明施工的用心和對品質的要求。其次，世曦公司為潛盾機的特性和施工情形所製作簡報的深入淺出說明，讓非工程專業的人能夠在實地參觀時相互印證，更是將簡報的功效發揮到極致。

都市計畫是實務和理論並重的專業，課堂的講授和實務的學習同樣重要，這次的校外參訪活動讓全體參與人員都受益良多，而且參訪後更有豐盛的海鮮晚餐招待，因此特別對高鐵捷運工程處張處長、盧主任和全體協助的同仁致上深深的謝意。

最後也要對因另有要公未能前來的大雅鄉吳顯森鄉長致謝，感謝協助提供台中港警所的警備車作為交通工具，讓同學們增加許多便利。



逢甲大學都市計畫與空間資訊學系

王大立 羅榮鑫

環境規劃理論、空間理論專題研究

---

臺灣桃園國際機場捷運系統(潛盾施工)

參訪活動心得報告



指導教授：王大立

學生：周士隆

學號：M9709221

## 壹、計畫目標

臺灣桃園國際機場係國家面對世界的門戶。提供機場出入旅客安全、便利、舒適、高水準的捷運服務，為先進國家的重要表徵。

臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫，為政府「新十大建設」項目之一，將連結桃園國際機場與臺北車站、高鐵桃園車站等交通運輸樞紐，使國際航線與國內交通網路緊密結合，並可配合沿線既有都市發展，帶動地方繁榮，促進城鄉均衡。



## 貳、計畫特性

### 一、兼具機場聯外及都會捷運功能

為因應不同旅客的需求，捷運系統分別提供直達車及普通車兩種



不同的服務。

(一)直達車係專為航空旅客所設計，提供快速、停站少的服務。

(二)普通車係為都會通勤所設計，與直達車共用路軌營運。

## 二、預辦登機及行李託運

捷運站提供旅客辦理預辦登機及行李託運，機場內的航空公司報到櫃台延伸至市中心區，捷運車站形同機場的縮影。旅客可以提早在車站內託運行李，取得登機證。

## 參、設計概念

當城市不斷向外擴張，改變周邊鄉村面貌與機能，產業與人文地景也將隨著城市開發而消逝，捷運站建築反而應虛心的成為一個城市記憶回饋。

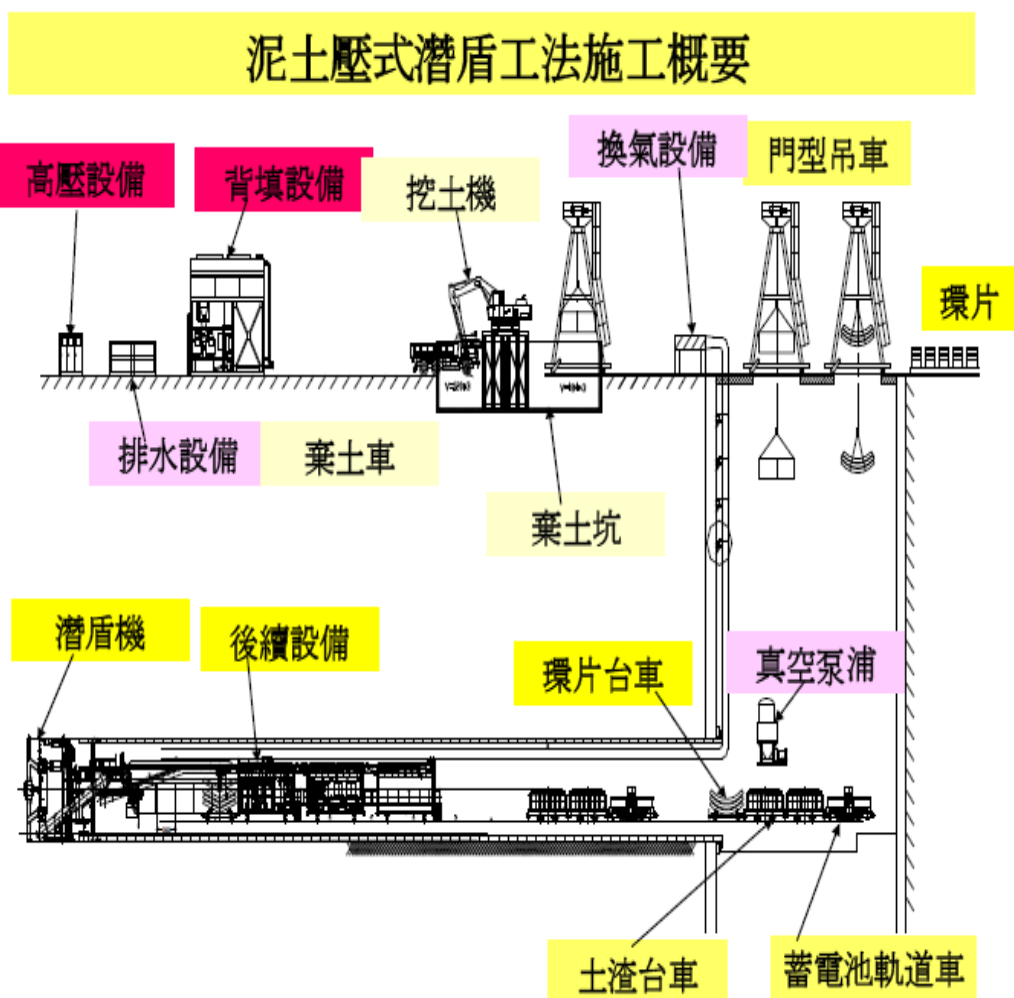
## 肆、工程特色

捷運系統路線結構的主要形式為高架橋，佔路線總長度80%。既行經人口稠密的市區，同時亦穿越坡度陡峭的水土保護區。就當日參訪高鐵局捷運工程處機場工務所潛盾施工上的主要特點如下：

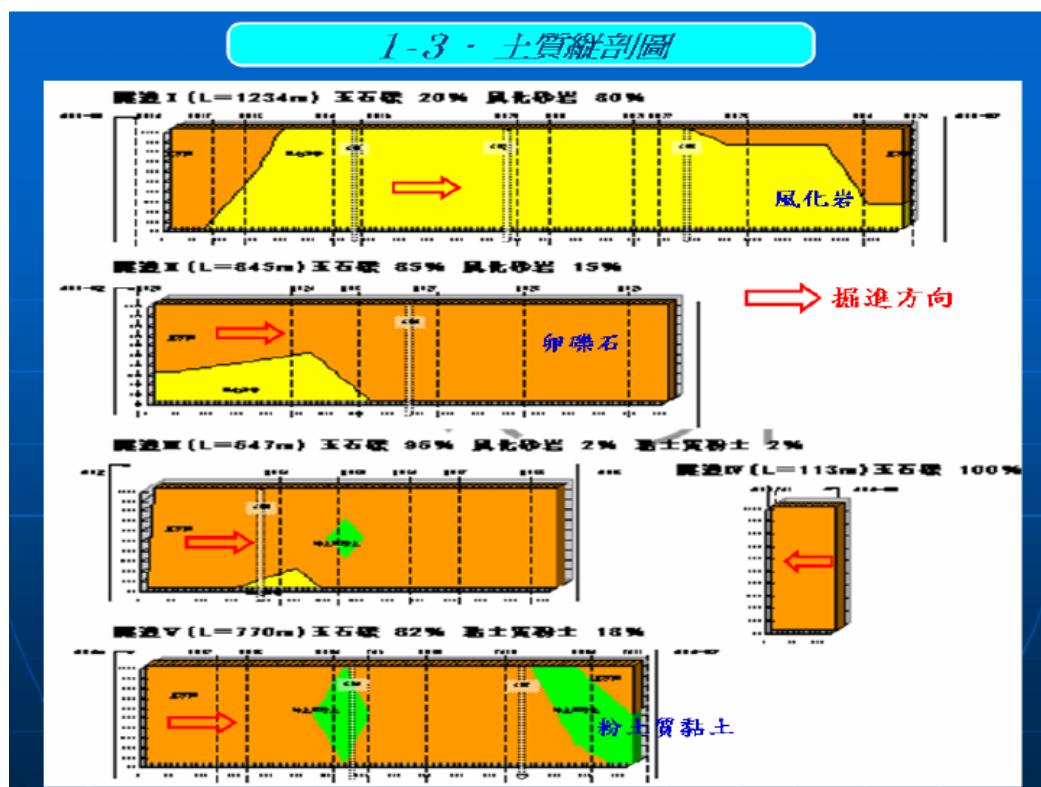
### 一、潛盾施工概論-潛盾工法

潛盾工法係於地下隧道施工時採用潛盾機之盾殼(Shield)抵擋地下土壓及水壓之作用，在維持開挖面地層穩定之前提下，在幾乎不擾動地層構造之狀況以機身前方之切削轉盤(Cutter Head)進行開挖，同

時以推進千斤頂(Shield Jack)將機身向開挖面推頂，當推進達一單元長度後，隨即在盾尾(Tail)處組裝預鑄鋼筋混凝土或鋼環片(Segment)，並將已脫離盾尾刷之環片進行背填灌漿作業，即完成一作業循環。持續進行開挖、推進、環片組立、背填灌漿等作業而逐步完成隧道之開挖施工方式。

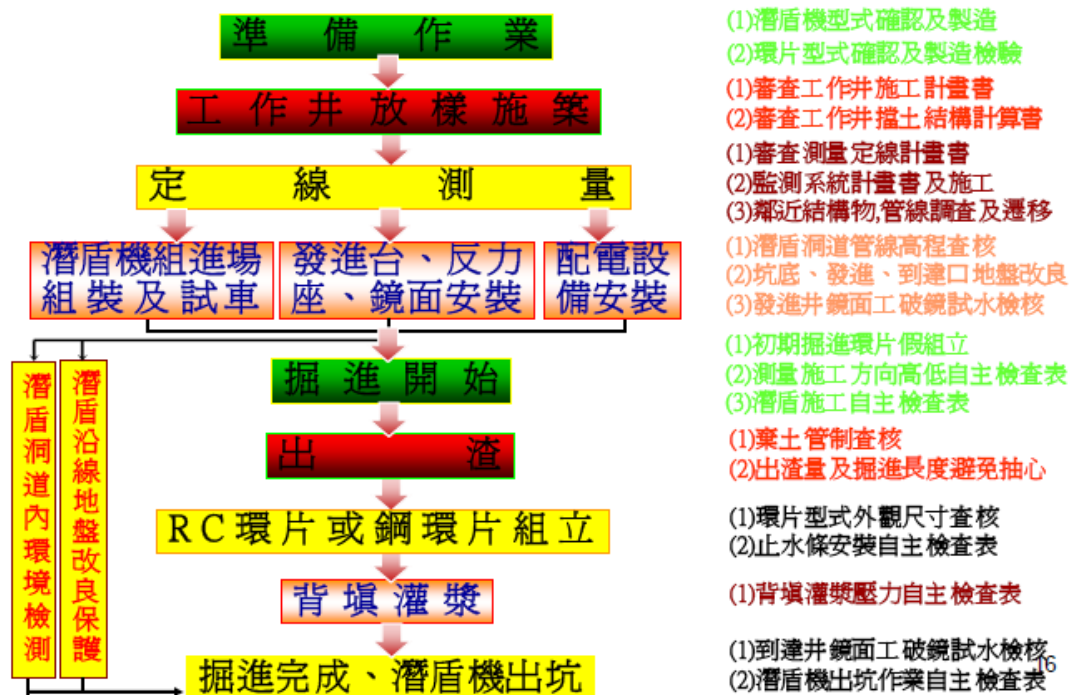


## 二、潛盾機前置作業



## 三、潛盾施工流程及重點工作

### 潛盾施工流程及重點工作

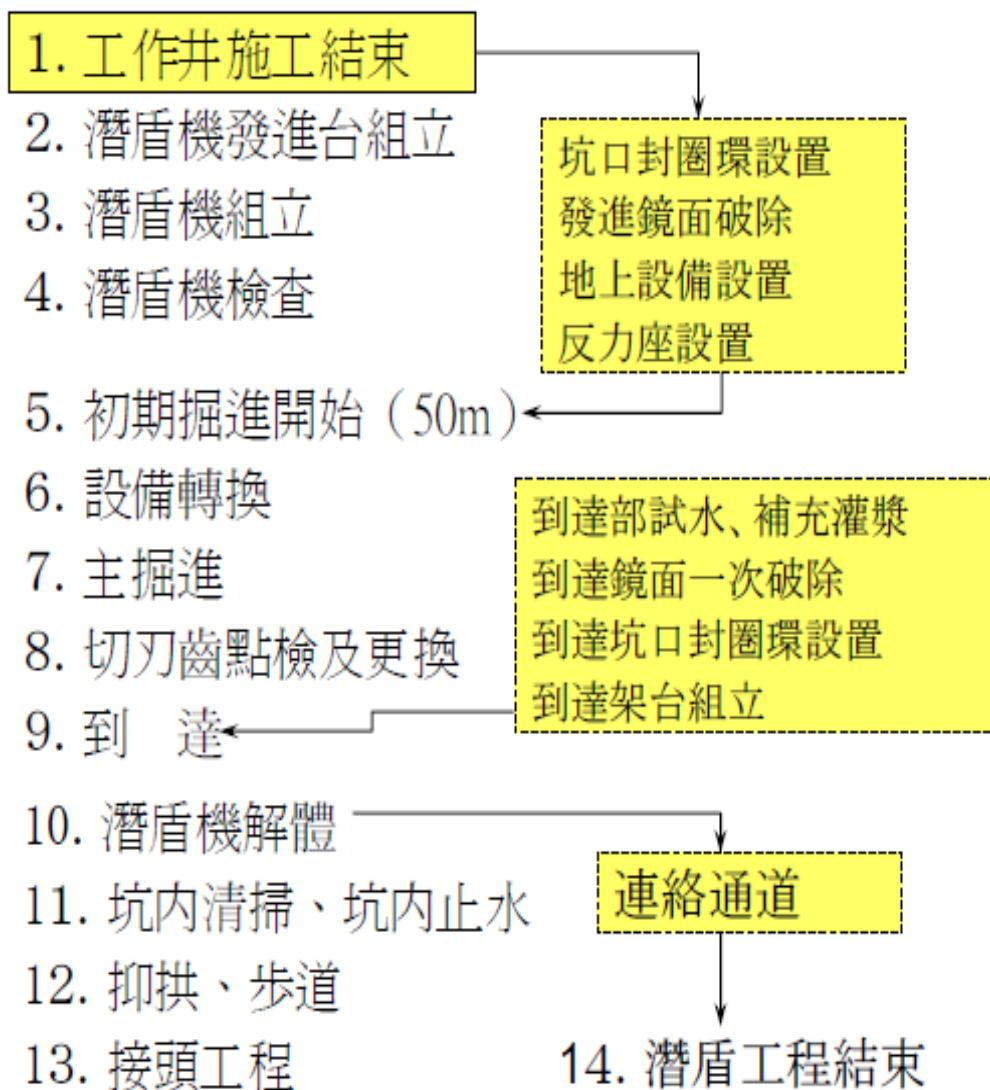


### 重點工作

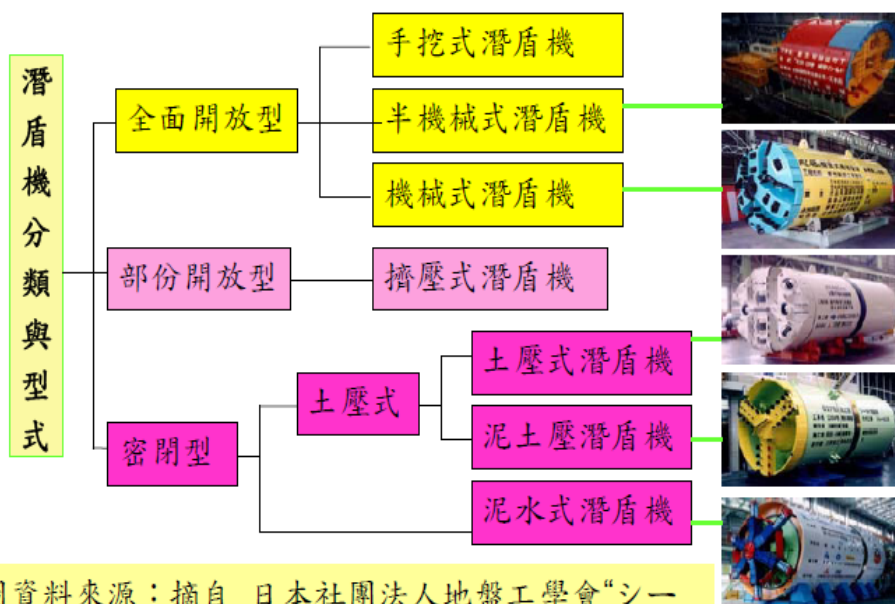
- (1) 潛盾機型式確認及製造
- (2) 環片型式確認及製造檢驗
- (1) 審查工作井施工計畫書
- (2) 審查工作井擋土結構計算書
- (1) 審查測量定線計畫書
- (2) 監測系統計畫書及施工
- (3) 鄰近結構物、管線調查及遷移
- (1) 潛盾洞道管線高程查核
- (2) 坑底、發進、到達口地盤改良
- (3) 發進井鏡面工破鏡試水檢核
- (1) 初期掘進環片假組立
- (2) 測量施工方向高低自主檢查表
- (3) 潛盾施工自主檢查表
- (1) 棄土管制查核
- (2) 出渣量及掘進長度避免抽心
- (1) 環片型式外觀尺寸查核
- (2) 止水條安裝自主檢查表
- (1) 背填灌漿壓力自主檢查表
- (1) 到達井鏡面工破鏡試水檢核
- (2) 潛盾機出坑作業自主檢查表

四、潛盾工程施工順序

## 潛盾工程施工順序



### 五、潛盾機簡介---潛盾機分類與型式



圖資料來源：摘自 日本社團法人地盤工學會“シー  
ルド”(潛盾機)工法入門



## 六、潛盾施工控管

序號	應辦理事項	結果	
1	地質鑽探與地下水位調查的正確性	考慮卵礫石層之特性	選擇出適合潛盾機
2	下水道潛盾施工遇礫石地層時	造成潛盾機的刃刀磨損	機頭備品材料應事先準備
3	最小覆土厚應大於潛盾機 1.0 倍直徑的觀念	建議距管底或排水設施底部起算	以免造成路面發生塌陷事故
4	潛盾施工遇有卵礫石層及湧水時	加入顆粒狀膨脹性皂土在土倉內形成土栓	潛盾機再逐步推進之觀念
5	施工前安全教育訓練及工區危害告知	緊急應變組織與訓練及不定期工區危害巡視	將可降低職災之發生
6	依據勞工安全衛生法第五條規定	注意潛盾機吊裝及施工安全與危評承諾規定執行施工	達到降低職災事故的目的
7	潛盾機機頭遇到卵礫石及高湧水	依規定加入皂土及氣泡比例排除障礙事宜	有事半功倍之效果
8	潛盾機通過後，可由路面進行透地雷達探測(必要時)	巡查潛盾施工後是否有空洞及縫隙需進行低壓灌漿改善	避免路面下陷影響行車安全
9	建立潛盾施工案例遭遇礫石地層問題解決與處理防災對策的探討	1. 加強背填灌漿量及壓力值控管。 2. 日後相關潛盾施工經驗可傳承並預防類似事件再發生	使工程如期如質完成並達到零工安事故的目標

## 伍、參訪心得

一、潛盾施工應首重安全與教育訓練、提昇潛盾施工品質、有效控管工程進度、加強安全監測，遇卵礫石地層預先準備備品及皂土及



水玻璃等材料，充分運用PDCA 使問題能事先預防與消弭，順利完成潛盾施工。

二、加強勞工安全宣導及現場巡視檢查，潛盾施工時所產生之排放水必須設置沉澱池過濾沉降，利用儀器檢驗符合放流水標準使可排放，加強確實執行安全監測，以預防災害發生。

三、定期舉行施工檢討會，追蹤品質、安衛環保、進度執行情形。

四、潛盾工程之施工對鄰近地區之環境可能造成影響，惟能針對環境保護事先研擬保護對策，並遵照空氣污染防制法、水污染防制法、噪音管制法、廢棄物土確時倒到航站指定的土方堆積區，當可避免其對環境之衝擊，達到環境保護的目的。

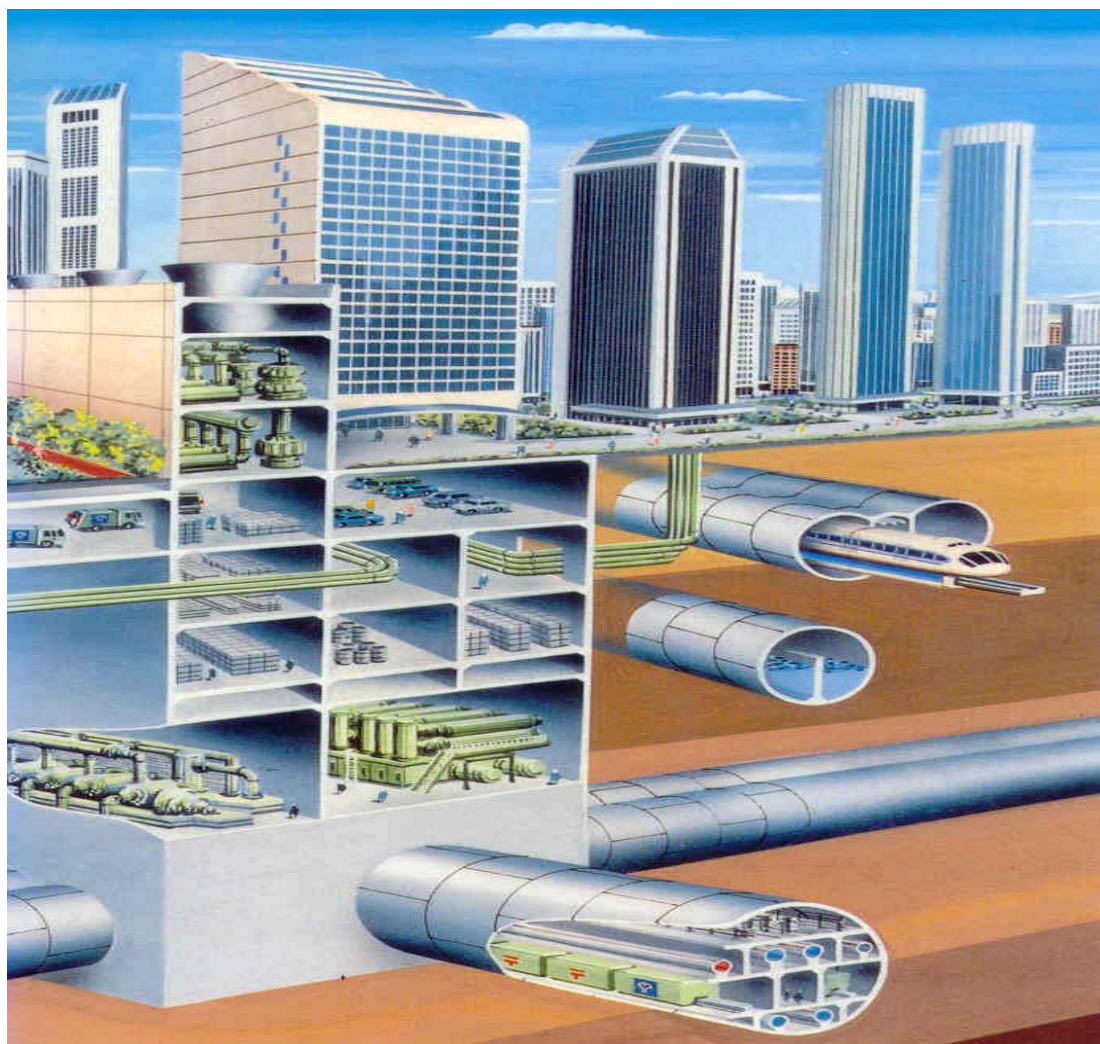
陸、參訪照片







戶外教學心得報告



授課教授：王大立教授

學生：王英志

學號：M9709306

戶外教學地點：高鐵局桃園國際

機場聯外捷運系統建設計畫-潛

盾施工掘進作業

此次上課前，乍聽到「捷運系統」時：腦海中浮現的是一堆「機具」、「圖」、「表」，而內心所想的是「技術」、「人才」及「經費」，說真的：從未想到與都市計畫會有如此的淵源，更觸動了整個國家的「政、經、社會」、「文化、人文、水文、地理、歷史」等方面。

本次戶外教學參訪由專業技師的簡報後，讓所有的同學得以對這浩大工程有了初步認知，再到工地現場參觀瞭解，更幸運的遇上了2號潛盾機貫通隧道出機的景觀，此臨場感加深大夥對施工完成的實務概念，更介由施工單位專業工程師解說及加上同學們提出的討論，真的讓我深深感受到先要有基礎的知識來建構脈絡，然後才能夠盡情的對話與吸收新知。



【2號潛盾機前留影】



【4號潛盾機施工中已完成後隧道入口留影】

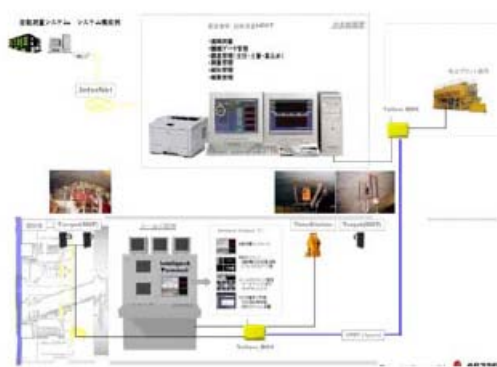
以前舊有觀念都認為都市計畫中環境規劃，是要使都市發展所以必先大量擬定都市計畫，讓這個都市有法可循，進而道路規劃、公共設施保留地、老舊地區的更新……等，使城鄉與都市之間的物資能夠

流通，經濟就會繁榮，而在今戶外教學中更瞭解到交通建設的重要性，由以桃園國際機場更是重要，因它可謂之我國的國之門。

~嘆為觀止~從工地施工狀況可看出高鐵局已運用最新的測量管理方法（自動測量系統畫面）及基準點延伸方式來控制潛盾機掘進，使其達到預期的路線精準度，更在潛盾施工首重安全與教育訓練，加強勞工安全宣導及現場巡視檢查，並確實執行安全監測，以預防災害發生，同時兼顧提昇潛盾施工品質、有效控管工程進度順利完成潛盾施工。另值得一提的是高鐵局於潛盾施工時所產生之排放水皆必須經過為該工程所設置的沉澱池過濾沉降後，再利用儀器檢驗符合放流水標準使可排放，以降低對鄰近地區之環境可能造成的影響，並遵照空氣污染防制法、水污染防制法、噪音管制法、廢棄物土確時倒到航站指定的土方堆積區，以避免其對環境之衝擊，達到環境保護的目的，使其在重大工程的建設之際亦能兼顧城市的永續性。



【高鐵局桃園國際機場  
聯外捷運系統潛盾機】



【測量管理方法（自動測量系統畫面）】

本堂課程讓我更了解到學習都市計畫不僅對都市設計、住宅、鄰



里、消防、交通、休憩、學校等等來規劃、圖審及評估，也同時要有良好的溝通能力為基礎，進而考量財政及建管的層面，並對於人類活動所造成的環境的完整性及所有面向來做個最適社會法則及生物法則的規劃，以創造結合多元的文化且經濟發展的新市鎮。



【高鐵局捷工處張處長親臨接待介紹機場所施工團隊】



【本次戶外教學參訪同學】



【專業工程人員於工區介紹環保措施】



【2號潛盾機貫通隧道出機景觀】

## TBM—潛盾觀摩報告

### 空間理論專題討論—校外參訪報告



課程名稱：空間理論專題討論

指導教授：王大立

導讀學生：張倪華

學號：M9608923

日期：98/03/02

## TBM 參訪記—潛盾施工掘進作業觀摩

今天 2009 年3 月2 日校外教學的日子，天氣帶點濛濛細雨懷著興奮的心情要前往桃園參訪，一大早在王同學的安排下，大夥先在北門集合。只是非常有趣到了集合地點居然找不著接駁交通車，和學禮東張西望就是找不到交通車，後來學妹一直揮手才找到~一輛special 專用車輛，我們匆忙上車才發現，原來其他同學們也在找這部身份特殊的交通專車，蠻好玩的。

由於預定發車的時間較晚了點，所以我們就直接前往目的地，大家七嘴八舌聊天好不熱鬧，像小學生要去旅行，只可惜有些同學未能同行，於是大家風塵僕僕出發了，一路往高速公路狂奔而去。

司機大哥非常盡責專業，車子也開得很穩，同學們從吱吱喳喳到鴉雀無聲睡著了，路程還不算近，過了中午時分，交通車已抵達高鐵局捷運工程處機場工務所。停好車後受到熱情的工務所主任們的歡迎。在彼此介紹並頒與學校系旗與交換禮品後，工務所主任就開始進行非常精彩的簡報程序說明。

此時，悄悄的發現同學們都狂泡咖啡和茶包，可能路途遙遠及大家都還未吃午餐，都餓的有點昏頭轉向！但後來覺得同學期待的心情可能有飽足感！



你好...你好...彼此寒暄寒暄認識

簡報重點~此次機場捷運潛盾隧道介紹路段為CU02A 的工程標，

工程項目為：

觀 3 座地下車站（A12,A14,A14 a）擋土開挖

觀 958 公尺明挖覆蓋隧道擋土開挖

觀 7210 公尺潛盾隧道及7 處連絡通道施工

觀 101 公尺二期航廈東停車場下方隧挖隧道

觀 20 公尺排除現有地錨所採用之隧挖隧道

經由詳細解說後，對於機場捷運潛盾隧道之施工方式與潛盾機的運作有了全盤更清晰的輪廓與了解，原來背後需要非常多的專業技術與良好的控管專業人員共同的努力才能完成。



最後謝謝王老師的課程讓我們校外教學與王英志同學用心安排也感謝大雅鄉鄉長熱情贊助非常拉風的專車解決了交通問題，讓大家可以順利完成此次見習與參訪的機會。更感謝整個高鐵局捷運工程處機場工務所所有同仁們給予我們非常熱烈的接待與詳盡解說，再次謝謝您們，讓我們留下非常難得的特別經驗！





TBM 參訪記—潛盾施工掘進作業觀摩報告

---

空間理論專題討論—校外參訪報告



課程名稱：空間理論專題討論

指導教授：王大立

導讀學生：許學禮

學號：M9609852

日期：98/03/16

## TBM 參訪記—潛盾施工掘進作業觀摩

2009 年3 月2 日，在王英志同學的安排下，一大早就與周士隆同學驅車前往學校北門集合。到了集合地點居然找不著接駁交通車，打了通電話後才知道，透過阿志與另外依位同學的安排，居然還有專用車輛，匆忙上車也才發現，不是最後一個，原來其他同學們也都還在找交通專車。首先見到羅榮鑫老師跟阿志、佳蓉，彼此打了個招呼就陸續上車，其他同學也陸續來到。

此時阿志徵詢大家的意見說：「由於發車時間慢了點，所以我們就直接前往目的地，需要上洗手間的同學再提出」。一致同意下，車子總算發動並徐徐轉出校園，一路往高速公路狂奔而去。

中途有點昏睡，但恍惚間似乎與周士隆與羅老師之間有所對話，談了一些時事與不明財產法的議題；昏睡間也拿出昨晚吃剩的半顆麵包。

過了中午時分，交通車已抵達高鐵局捷運工程處機場工務所。停好車迎接大家的是熱情的工務所主任們。等大家都進入簡報室就座，彼此介紹並頒與學校系旗與交換禮品後，工務所主任就進入簡報程序開始說明。此時，發現同學們都迅速泡咖啡的泡咖啡，泡茶包的泡茶包，可能因為大家都還未吃午餐，都餓的有點老眼昏花吧！還好我那

早上的半顆麵包讓我的血糖指數撐住了。



彼此介紹認識



簡報中畫面

此次機場捷運潛盾隧道介紹路段為 CU02A 的工程標，工程項目為：

- 3 座地下車站 (A12,A14,A14 a) 擋土開挖
- 958 公尺明挖覆蓋隧道擋土開挖
- 7210 公尺潛盾隧道及7 處連絡通道施工
- 101 公尺二期航廈東停車場下方隧挖隧道
- 20 公尺排除現有地錨所採用之隧挖隧道

經由講者的詳細解說後，對於機場捷運潛盾隧道之施工方式與潛盾機的運作總算有了全盤更清晰的輪廓與了解，看似簡單的概念，其實背後需要許多非常專業的技術與控管良好的專業人員所共同的努力才能達成。

「潛盾機」英文為 Tunnel Boring Machines，其概念係來自殼蟲在地底下的挖掘與搬運泥土的動作，因此也有另一種說法為Shielded Tunnel Boring Machines，但一般國際慣例都以TBM (Tunnel Boring

Machines 縮寫) 來通稱潛盾機。



潛盾機主要機器結構



潛盾機主要尺寸與質量

簡報結束休息了一下，一票人穿上警示工作服跟工地安全帽後，又重新上車，驅車前往工地挖掘現場出發，準備來場現場的震撼教育。

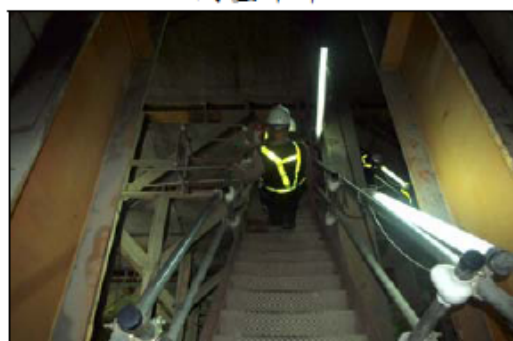
到了工區，現場除了巨大的門型吊車外還堆置了些環片，眾人逐步往工作井走去。



門型吊車



環片



工作井往下走



工作井還滿深的

工作井地面經由鋼梯緩緩下降往下走，小心翼翼的一階階爬下去，轉了轉再繼續往下，一會而後就看到了聽說已久的「潛盾機」了。



而且主任還跟大家說這是剛完成鑽出來的情形，是很難得見到的。



地下潛盾機前



潛盾機  
右邊已鑽出 左邊還未鑽出

聽完潛盾機刀齒及止水的相關說明後，不禁讓人不得不佩服機械科技的偉大。接下來就是進入進行潛盾中的隧道中見習，一步步往隧道中邁進，眼中看到的是已完成組裝的隧道環片與一堆管線與止水布。



準備進入施工中的隧道



施工中隧道一環片已組裝完成

再往前到了控制站，一堆機器、油壓機、儀表板正有專人在監控著，工地主任跟大家也都做了詳細的介紹。心得是：真得步步為營，所有數據都得監視，不能失之毫厘，不然可會失之千里的。



操作室



解說中



操作室與油壓室

緊接著操作室後端就是油壓室與後續設備機台與備用電線機台（延長銜接電線備用），接著就是泥土輸送帶（準備將掘出之泥土以出土設備運出並吊至地面）。



操作室後端的泥土輸送帶



操作室後端的泥土輸送帶

參觀完操作室之後準備往回走，大家邊走邊問，工地主任們耐心的跟大家解說，還不忘提醒大家要小心注意安全。走著走著又回到了工作井，剛好有泥土台車正準備運出，大家稍事休息順便再一次好好觀察工作井的全景，往上一看，天光自小小的方塊中露出，還真是名符其實的地底風景，不禁讓人想起「微光城市City of Ember」這部剛上演不久的電影呢。





再次回到工作井



工作井上方露出一點點的天光



泥土台車準備中



泥土台車運送中

勉強爬到地面再次迎向陽光，我的雙腿總算可以鬆一口氣，此時聽見有人問工地經理工作井深度是多少的問題，記得他回答說：大概有十七樓（還是十九樓？）高。還好是事後知道，不然可能還真的不敢下去。

整個參觀與見習行程到此告一段落，回到工務所大家又談了一下子，工務段還盛情的找帶我們到海邊享用海產。飯後，打包上路，帶著滿滿的感激與收穫，驅車奔回學校再換車回到家時已經是半夜了！

最後還是要謝謝王老師提供的課程與王英志同學的安排，才能有此次的見習與參訪的機會。其次最感謝的還是整個高鐵局捷運工程處機場工務所的所有同仁們的接待與解說，再次謝謝您們！

都市計畫與空間資訊學系 2009/3/2

課程：環境規劃實務

教授：王大立

學生：鄭思婷(M9710832)

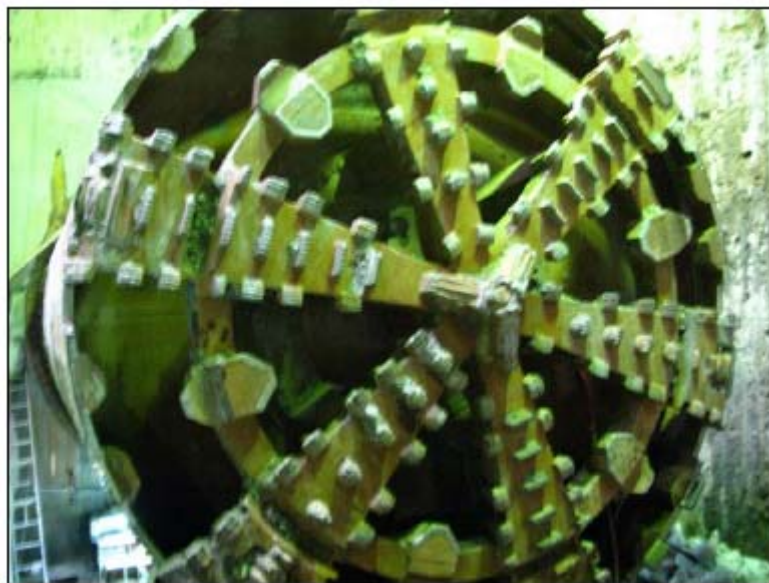
參訪地點：桃園高鐵局捷運工程處機場工務所

參訪日期：2009 年3 月2 日

參訪心得：

本次藉由環境規劃實務這堂課以及班上同學極力安排的促成下，才有如此機緣，可以實地參訪桃園機場捷運的潛盾掘進施工之開挖工程。除了對這次特殊的參訪行程有些感動外，更要讚嘆人類智慧的無遠弗屆。光是因看到”蟲掘木”便有了製造潛盾機挖掘隧道的發明，不僅是工程界的大貢獻亦是人類科技文明更上一層樓的表現。





上圖為潛盾機最前端的鑽頭部分

利用「潛盾機」~此項機械的發明，台灣開挖隧道的交通工程也因此而大躍進，如之前的雪山隧道即是利用潛盾機所開挖完成，讓北部與東部的交通得已迅速便捷，更成為台灣深長隧道開挖的創舉。如今機場的地下捷運也利用潛盾機開挖，不僅讓工程速度增進，更能有效地控制其地底下的開挖工程不會影響地面的場務運作，這著實是一項人類偉大的先進發明。

這趟參訪讓從未接觸過如此浩大工程的我大開眼界，且感到相當的機會難得。學習都市計畫以及從事相關工作，卻從未有過這樣的實際深入和探索都市發展的興建工程，然而至桃園參訪潛盾掘機掘進工程卻是理論與實務的結合，對於都市發展所進行的興建工程之龐大與重要，讓得修習都市計畫課程的我更能實際體會，而如此的學習及經驗卻非一般人有的深刻體驗。

這次桃園機場捷運開挖工程的參訪，其主要先聽取相關主管介紹潛盾機以及其施工情況的簡報，然後再實地參訪施工現場。經過層層鐵製階梯往下，到達約有27米深的地底(相當有8~9層樓高的地底)，看到已完成的一段隧道以及正在施工的情況，而且很湊巧的也剛好看一段隧道口，有台潛盾機已鑽出頭的實景，聽導覽人員說，有緣能親眼目睹這一幕的參訪者就屬我們最幸運。



上圖為本校參訪教授、同學與潛盾機合照

參照桃園高鐵局捷運工程處機場工務所的主管所做的簡報，讓我們先行瞭解有關潛盾機的開挖方式，其中所述潛盾工法之內容如下

「地下隧道施工時採用潛盾機之盾殼(Shield)抵擋地下土壓及水壓之作用，在維持開挖面地層穩定之前提下，在幾乎不擾動地層構造之狀況以機身前方之切削轉盤(Cutter Head)進行開挖，同時以推進千斤頂(Shield Jack)將機身向開挖面推頂，當推進達一單元長度後，隨即在

盾尾(Tail)處組裝預鑄鋼筋混凝土或鋼環片(Segment)，並將已脫離盾尾刷之環片進行背填灌漿作業，即完成一作業循環。持續進行開挖、推進、環片組立、背填灌漿等作業而逐步完成隧道之開挖施工方式。」

其高科技的潛盾機掘進施工法，對於隧道的開挖確實是一項相當重大的發明。它終結了先以爆破後再利用人工操作機械的挖掘方式，使得開挖隧道工程的辛苦和困難度大幅降低，且有效地提升了開挖速度，再加上利用電腦精密儀器的操作與監控，促使隧道開挖的重大交通工程成為對都市發展非常有助益的建設。



導覽員簡介現場監控之精密儀器

如同雪山隧道以及所參訪的桃園機場捷運地底隧道開挖，這些工程不僅讓來往的交通能夠更便捷，且利用潛盾機的施作工程在時間上也大大地超越人工開挖，如此的交通建設對台灣的都市計畫來說，是往前邁進了一大步。而都市與都市之間旅運的時間成本減低，能帶動



都市相互的發展，受惠的是全體民眾，這才是台灣交通建設改變的重要里程碑。



## 機場捷運參觀心得

吳呈賢

### 一、前言

為改善桃園國際機場聯外交通，連結包含臺北車站、桃園國際機場及高速鐵路桃園車站等交通樞紐，使國際航線與國內交通網路得以緊密連結，並配合沿線都市發展計畫，帶動地方繁榮，交通部高速鐵路工程局推動「臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫」。



圖一、工程範圍

### 二、DOT 潛盾隧道與傳統雙孔單圓隧道比較

機場聯外捷運線路線於三重至臺北段工程之潛盾隧道長度為1,580m，穿越淡水河下方約有900公尺，距河床之最小覆土深度約為11m，最小曲率半徑為250m 及最大坡度為5%，尚有穿越游泳池、醫

院等建物下方約300公尺，且為符合該路線能儘早通車，為解決工期、費用與河中設置連絡通道之工程風險性，遂有引進DOT工法之構想；以本案穿越淡水河之工程，茲就環境衝擊、施工性、風險性及成本差異等工程因素分別進行考量，比較DOT潛盾隧道與傳統雙孔單圓隧道之基本條件。歸納言之，桃園國際機場捷運線穿越淡水河之潛盾隧道段若採用DOT潛盾隧道主要之優點如下：

- (1) 內空斷面減少（約4%），棄土量減少，符合環保理念。
- (2) 避免傳統雙孔單圓在河床下方施作連絡通道之風險。
- (3) 佔用路權較窄，對用地開發影響最小且穿越補償費用相對減少，穿越民房

下方之爭議也因而減少。

- (4) 緊急避難至相鄰隧道較容易。
- (5) 引進新工法不僅增加定線選擇彈性，亦使國內技術提昇至新領域。

然其缺點如下：

- (1) 國內無經驗，施工精準要求更高，機具、環片、設計製造及施工管理必須仰賴國外技術。
- (2) 因該路線線形之限制，緩和曲線與豎曲線皆同時存在，可能增加施工困難度。



圖二、完工外觀圖

### 三、 結論與建議

DOT 潛盾隧道之直接工程造價雖較傳統雙孔單圓隧道為高，但加上風險成本後，兩者費用則相當；DOT 工法有免於河中施作聯絡通道之優勢，因而降低施工風險。臺灣地區引進傳統潛盾工法應用於下水道工程、輸配電管道、捷運工程等迄今已有30 年歷史，其設計及施工技術亦臻於純熟；DOT 潛盾隧道施工是一種新工法與新技術，其施工技術之引進及技術轉移，對於大地土木工程將開拓新視野，成為新的里程碑。整體而言，規劃者應就各工程考量予以整體評估後，再予選定最適用之施工機具，始能達成工程應有之期許。

心得報告

日期：98.03.02

姓名:吳佳蓉

學號:M9711625

參觀桃園國際機場聯外捷運潛盾機施工作業

什麼是潛盾工法?大家一定都對這樣的工法感到很好奇。潛盾工法是於地下隧道施工時採用潛盾機之盾殼抵擋地下土壓及水壓之作用，而在維持開挖面地層穩定之前提下，在幾乎不擾動地層構造之狀況以機身前方之切削轉盤進行開挖，同時以推進千斤頂將機身向開挖面推頂，當推進達一單元長度後，隨即在盾尾處組裝預鑄鋼筋混凝土或鋼環片，並將已脫離盾尾刷之環片進行背填灌漿作業，即完成一作業循環。持續進行開挖、推進、環片組立、背填灌漿等作業而逐步完成隧道之開挖施工方式。

若不是這次到高鐵局捷運工程處機場工務所參觀這個潛盾機的施工作業，我想我們是完全沒辦法想像這個工程是如何完成的。我們在工地中看到工程人員的辛苦還有許多先進的施工技術並使用電腦自動偵測設備，一般隧道總是用炸藥或者是其他工法來完成隧道的貫通，而桃園機場的捷運工程隧道則是使用潛盾機左右來回的施力慢慢



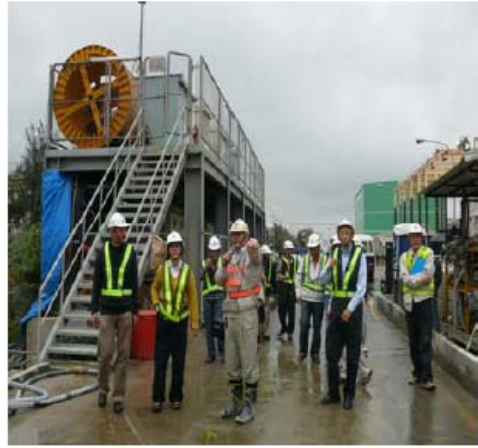
推進而貫通的，在工程的安衛方面，加強勞工安全宣導及現場巡視檢查，預防災害發生，並同時兼顧提昇潛盾施工品質。我們在這次參觀中學習到很多，也很幸運的看到貫通隧道出機後的潛盾機，聽說很多去參觀的單位都還沒見過呢!!



高鐵局的捷運工程在完工後將為大家帶來相當便捷的交通，也為國家帶來了重大的效益。在都市計畫的這門學科中，也許有些人會認為工程的施工與都市計畫似乎沒什麼關聯，但我認為，都市計畫所牽聯的關係甚廣，多涉獵一些其他跨領域的知識，可以更加開拓都市計畫、都市設計的視野及想法，在規設時可全盤考量所有的可能因素，這才是都市計畫的精神。

這次的高鐵局捷運工程之旅，豐富了我們的知識，也讓我們對於工程的施工有了一點小小的了解，受益良多。

機場捷運參訪實錄



都市空間規劃

課外教學心得報告



指導教授：王大立老師

報告人：林永昌

學號：M 9610060

## 壹、前言

土木工程中的隧道施工，由於受到地質、地形與環境影響，為所有工程中最艱困的項目。二戰結束後，全球經濟發展快速，全球各地城市，寸土寸金，三度空間發展及環保意識高漲，在人口密度高的都市區內實施隧道施工更形困難，在諸多嚴苛的施工要求下，如何既要維護整體景觀，又要避免既有設施遭受損害，將平面開挖的面積減至最少，並在工安要求的前題下、清潔、寧靜的加速施工進度....潛盾技術的改良與品質的提昇乃成為刻不容緩之要務。

## 貳、認識潛盾機

潛盾機的基本構造單元係由鋼製筒狀密閉式之施工機具，盾首是密閉式，隧道掘進時可承受並平衡開挖面的地下水壓與土壓。盾首裝置可切削刀盤及土倉，切削土體前進，作業中以精密儀器，同時記錄開挖土方量及進入土倉之土量，確保開挖面無崩塌之虞，利用密閉式之鋼製盾殼或混凝土襯砌保護開挖面，在開挖過程中所產生之空隙(0.5 至 2.5 公尺範圍)，迅速地以預鑄環片支撐，並自環片預留之灌漿孔中以較大的壓力灌注水泥漿，填補或擠壓受鬆動的土層，達到限制沉陷及建物保護之目的。所挖掘之土壤及石礫並經分類後，由輸送帶及台車，送至豎坑、外運，相關作業在地表下層一貫作業，達到安全、快速、節省整體社會成本。



圖一：潛盾機外觀(取自中華顧問工程工程潛盾隧道施工篇)



圖二：潛盾工法施作(取自中華顧問工程潛盾隧道施工篇)

### 參、潛盾工法

潛盾工法是由英國人於1843年所發明，成功地運用在泰晤士河底隧道之施工，本工法後由日本工程界發揚光大，所發展出之潛盾工法依不同之地質條件之施工，工法不斷創新，所施工之斷面也逐漸增大，日本施工中之東京灣海底潛盾隧道直徑14.14m，居全球之冠。其工法目前計有：

1. 機械式
2. 壓氣式



3. 盲式

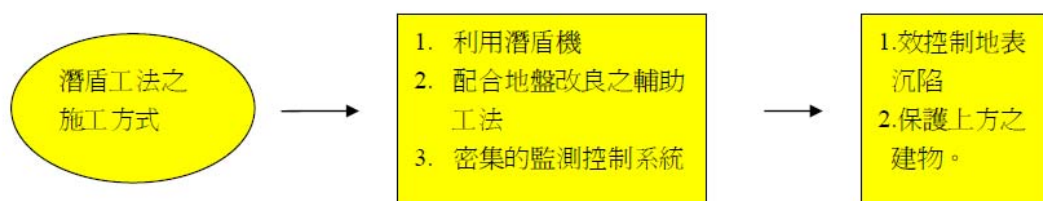
4. 土壓平衡式

5. 泥水加壓式

因應施工工區範圍及工區各類地質條件，採用不同之工法施工。其最大之特點是不受地層及地下水之影響，潛盾機鋼殼可以在隧道掘進過程中承受並平衡開挖面的地下水壓與土壓，並不受地層及地下水之影響，潛盾機當潛盾機往前推進時，在盾殼內即組成預鑄混凝土式之隧道環片襯砌並接替原由盾殼所承受之土壓與水壓，因此隧道在鑽掘過程及襯砌施築過程中階段，而經評估可能會因潛盾鑽掘擾動土壤而有不良沉陷之區域，則在潛盾機盾殼及盾首預留灌漿管，以化學藥液注入方式改良潛盾機前長約五公尺，環片外徑兩公尺之半圓土體，以使隧道鑽掘前先將其上方之土層固結。

肆、潛盾工法施作方式

係利用潛盾機於地下進行隧道鑽掘工程，施作期間並配合地盤改良之輔助工法，密集的監測控制系統，達到有效控制地表沉陷及保護上方之建物。



## 伍、國內潛盾作業方式及效能

### 一、人員與機具作業方式：

#### 1.人員作業方式

現行國內依勞基法規定隧道作業每日不得超過 8 小時，作業工班有採 2 班制，有採 2.5 班制，有採 3 班制。但多採 2 班制採加班之方式日夜施工。

2.機具工作時間長短與機具養護條件有關，必要時可長期作業。

### 二.機具作業效能，國內使用潛盾工法之案例：

可切削刀盤每分鐘轉一圈，依據榮工公司統計，平均一天約可前進 7 公尺多，若以實做天數來算，一天約 9 公尺。就台北捷運部分設計標為例，有採 180M/ 月作為進度之安排，但亦有採 120M/ 月作為進度之安排。亦有承包商計畫採隧道初期掘進採 100M/24 天，潛盾隧道正常掘進 8 環 / 天（日夜施工），潛盾隧道到達掘進 10M/2 環 / 天（日夜施工，計約 5 日），其餘路段計畫採 240M/ 月作為預定進度之安排，坑內仰拱 400~450M/ 月（日夜班）。針對泥岩，潛盾隧道正常掘進 8 環 / 天（日夜施工），石灰岩部分則為 6 環 / 參考台北捷運系統中和線隧道鑽掘實際施作功率，經彙整如下表。

表一：中和線隧道鑽掘實際施作功率

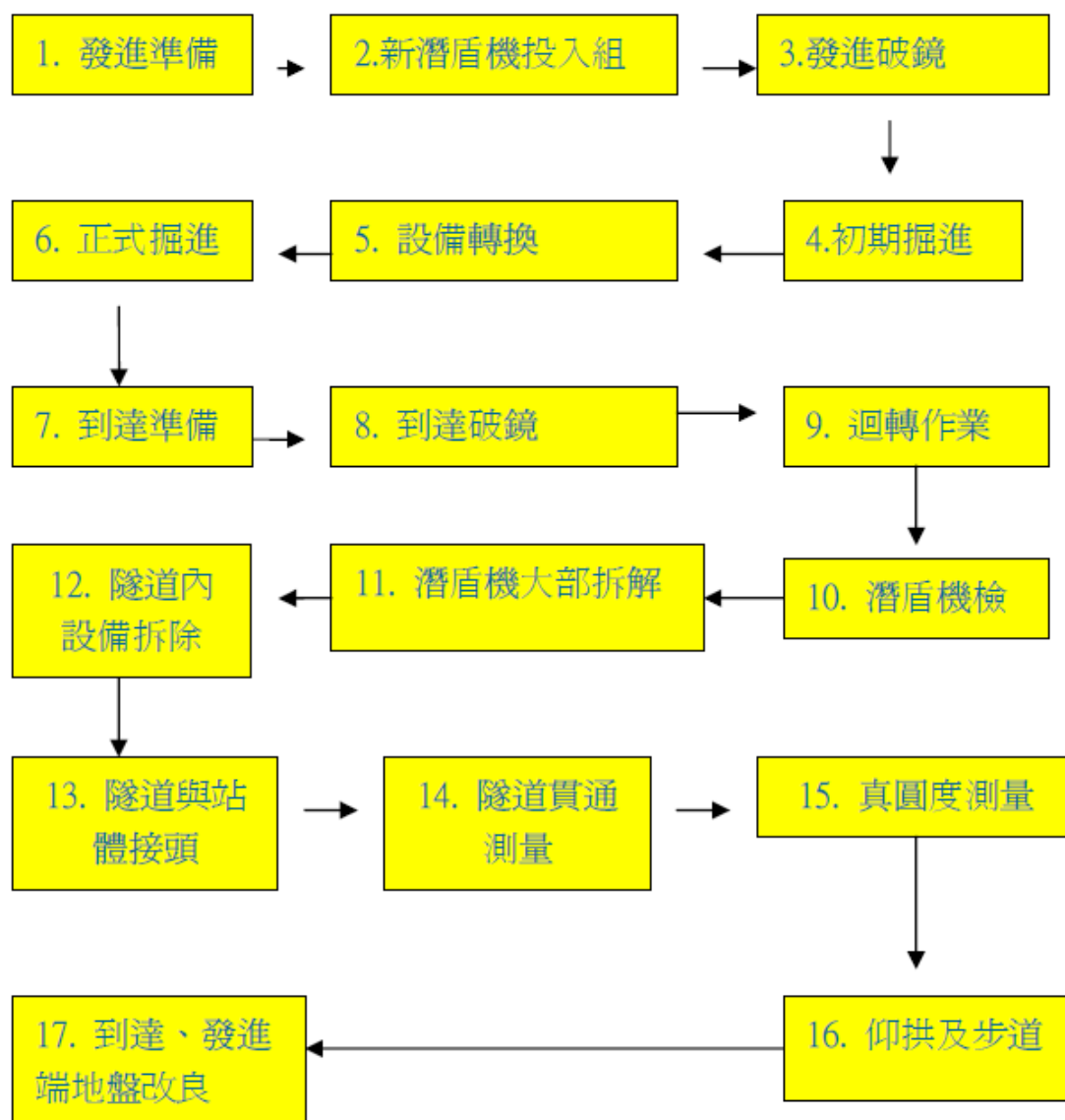
隧道位置	上下行線	開始日期	完成日期	隧道長度	使用 日曆天	功率 M/ 日曆天
018 ~ 017	DOWN	02/08/95	10/16/95	877	251	3
VS ~ 016	DOWN	02/26/96	05/30/96	1107	95	12
VS ~ 016	UP	07/13/96	10/29/96	1087	109	10
017 ~ 016	DOWN	06/13/95	10/02/95	984	112	9
017 ~ 016	UP	05/04/96	12/03/96	988	214	5
019 ~ 018	DOWN	11/06/95	11/28/95	242	23	11
019 ~ 018	UP	01/26/96	02/08/96	232	14	17
018 ~ 017	UP	04/08/96	11/29/96	871	236	4
小計				6388	1054	6

表 二 標隧道施工計畫預定功率（已換算成日曆天）

施工項目	工作內容	預估工率
1. 發進準備	臨時底版、門型吊車及潛盾附屬設備安裝、反力座組立、發進鏡面試水、第一次敲除及鏡面框安裝、發進台組立。	60 天
2. 新潛盾機投入組立	新潛盾機工地組立及試運轉	28 天
3. 發進破鏡（人工）	鏡面第二次敲除及清理	7 天
4. 初期掘進（50m）	含 10R 臨時環片及 50R 正式環片組立（共 60R，平均 4R/ 工作天，共須 15 工作天，17 日曆天）	17 天
5. 設備轉換	臨時環片、發進台及反力座拆除，工作平台組立	14 天
6. 正式掘進	正式環片組立（正式掘進約 8R/ 工作天，每月工作 25 天，共完成 200R/ 月，平均 7R/ 日曆天）	7R/ 天
7. 到達準備	臨時底版清理、到達鏡面試水、第一次敲除及鏡面框安裝	31 天
8. 到達破鏡	到達鏡面破除、到達台組立、潛盾機到達	20 天
9. 迴轉作業	迴轉平台、迴轉作業、反力座組立、及附屬設備移設。	30 天
10. 潛盾機檢視	潛盾機、切刃、盾刷等檢視更換	7 天
11. 潛盾機大部拆解	破鏡到達之拆解	25 天
12. 隧道內設備拆除	鋼枕、臨時軌道、鋼管、角踏板等拆除、清理	30m/ 天
13. 隧道與站體接頭	含接頭清理、止水、結構溝組立及混凝土澆注	35 天
14. 隧道貫通測量		5 天
15. 真圓度測量		30R/ 天
16. 仰拱及步道		10m/ 天
17. 到達、發進端地盤改良	到達、發進端地盤改良之交通改道及灌漿	90 天

從上表顯示，潛盾工法各施工項係屬模組化之施作方式，以圖解

說明：



陸、結論

潛盾工法施作隧道之優點：

- 一、減少對都會區施工區域之地面交通之衝擊。
- 二、全程於地層以下施工乾境、清潔，保持都會區環境清潔。
- 三、於地層以下施工無塵埃及噪音，可全天候施工不擾鄰。
- 四、施工快速、安全可靠、經濟環保且不受天氣變化影響。



五、有效控制地表沉陷及保護上方之建物，減少損鄰事件發生，保障施工安全。

