

# 健康環境污水下水道工程施工困難及對策初探

A Review Study of the Difficulty With Public Construction in Sewage Engineering for Living Health Environment

林敏菁<sup>1</sup> 陳宗鵠<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>中華科技大學建築系研究生 <sup>2</sup>中華科技大學建築系教授兼所長



## 摘要

**背景：**下水道施工方法主要有明挖工法、推進工法和潛盾工法，為了確保都市環境衝擊、交通順暢、減少噪音和市容美化之考量下，目前公共工程之中以小管徑推進工法及沈箱工法最常使用，以上工法在施工上都有困難值得研究改善。

**目的：**讓污水下水道工程之從業者及居民、市民明瞭施工遭遇困難案例本研究將整理各項遭遇困難因素與解決方案供參。

**方法：**本研究以文獻回顧法及實際施工案例分析探討為研究方法。

**結果：**污水下水道工程主要遭遇困難影響因素為地下管線老舊、管線新設、管線既有地錨結構物、擋土措施或漂流木、既有箱涵管建廢棄物等，綜合以上因素的解決方案，選用適當推進機具進行施工；減作工作井、增加推進長度、採大管套小管方式施工；避免採明挖施工，建議使用小管推進施工法。

**結論：**主辦機關訂定相關獎勵制度鼓勵廠商積極協調解決、增加地質鑽探鑽孔密度與試挖地點、詳實的鑽探資料，在研選機具時 低風險，採用小管推進施工法及圓形鋼環工作井，縮短施工工期。

**關鍵字：**下水道、推進工法、地下障礙物。

## 一、前言

### (一) 研究背景

根據瑞士洛桑國際管理學院 (International Management Development; IMD) 的統計資料顯示，我國污水下水道建設嚴重落後，政府近年來重大經建計畫中均將污水下水道納入重要推動計畫，寬列預算加強推動。下水道管線之施工方法主要有明挖工法、推進工法和潛盾工法，為了確保都市環境衝

擊、交通順暢、減少噪音和市容美化，目前公共工程中以推進工法最常使用。

### (二) 研究動機

國內污水下水道工程發展較其他民生管線為晚，早期興建各種民生管線工程時，未特別著重路面下之空間管理，致使後續污水下水道工程難以確保管線佈設路線之可行性與可靠性，致使推進屢遭阻礙等因素。本研究動機針對下水道工程施工時所

接受刊載：103 年 5 月 8 日

通訊作者：陳宗鵠

地址：106 台北市信義路四段 151 號 18 樓之一

電話：02-2786-4923

電子信箱：btcgroupusa@gmail.com

DOI : 10.6299/JHA.2014.1.3.R4.43

遭遇之問題探討，影響因素進行分析，供往後下水道工程施工時之因應對策，以利工程施作。

### (三) 研究目的

為了讓污水下水道工程之從業者能明瞭相關遭遇困難案例，本研究主要收集汐止地區工程之困難事項及解決對策與建議作為參考。

## 二、文獻回顧

### (一) 推進工法概述

推進工法於埋設管線之兩端，先行構築與埋設管線相同深度之推進工作井及到達工作井，並於推進井後壁構築承受推進反力之設施，再於推管之前端裝置先導體，利用設置於推進井反力牆處之原押千斤頂或管中之中押千斤頂之推力，將管體隨掘進機前進。

### (二) 推進工法施工優點

1. 成本較低且施工設備皆採用油壓式，無震動低噪音，施工公害發生率較小。
2. 工作井及推管斷面之挖掘土量廢土量較少。
3. 工作井底板直接澆灌水中混凝土，可減少環境公害。
4. 工作井底為圓形則具全方位(360°)之推進功能。
5. 推進工程完成後工作井底須抽除，不會造成地盤鬆弛鄰近結構物沉陷。

### (三) 推進施工對環境之探討

推進工法施工在工作井施築時，可能對生活環境如交通阻礙、市容觀瞻、空氣污染、震動及躁音等，產生不良影響之行為有下列原因(高俊松，2006)：

1. 工作井開挖的廢土堆置不易有效管理，導致泥漿及污水漫流而阻塞排水溝渠，造成積水及環境污染問題。
2. 開挖引起塵土及施工車輛廢氣排放，造成空氣污染。
3. 造成地盤沉陷或灌漿造成路面隆起障礙。
4. 施工機械操作及施工車輛行駛，造成躁音、震動問題。

5. 施工車輛運輸過程中，造成廢土掉落飛散、污水流出污染市區道路問題。
6. 口工作井之設置及施工車輛進出，影響市區交通流量並減緩車輛行駛順暢。
7. 施工圍籬、機具車輛、施工場所設置無適當規劃，影響市容景觀及交通事故。

### (四) 推進遭遇非預期之地下障礙物影響因素

工程推進施工時如遭遇不明障礙物主要影響因素(詳表一)，可作為設計需求與監造管理及工地專案案例的參考依據。

## 三、研究方法

- (一) 資料分析法
- (二) 實際工程施工案例分析研究
- (三) 探討施工遭遇問題與解決對策

## 四、案例分析

### (一) 施工遭遇困難

汐止區位於台北盆地外緣之東南隅，工程於新台五路段XC24、XC26、XC28推進管段推進約21m時遭遇不明障礙，導致機頭無法繼續推進，該不明障礙疑似台灣電力公司之廢棄電塔基礎，經邀集相關單位現勘，該不明障礙係屬台灣電力公司之圓柱形殘留基礎鋼筋混凝土構造物，直徑約1m，位於地面下高程0.6m~10m以上(詳圖一、二，資料來源：內政部營建署)。

### (二) 解決對策

工程障礙地點邀集現勘後，如採中間工作井或明挖擋土方式排除障礙，將破壞既有道路中央分隔島及道路路面，影響當地人車通行。因遭遇地點為車流量大及民生主幹管線箱涵，平常路上大量貨櫃車行駛，如採明挖排除將容易造成塌陷及影響交通流量。故採大管套小管方式施工排除障礙，先行採 $\phi$ 1,000mm鋼環套推進，以人工打除、挖掘鋼環前方之土石方後，再將 $\phi$ 1,000mm鋼環套推前，反覆上述動作，直至完成推進管線。後續再依設計坡度及高程，以鋼軌鋪設軌道，將 $\phi$ 600mm管徑之混凝土管進行推管施作，將該段落完成。

表一. 地下障礙物影響因素分析表

影響因素	主要原因	主辦機關之作為	
		(技術性)	(管理)
1. 地下管線	非屬試挖探管地方或試挖探管範圍、管線單位提供圖資不齊全與現況不符	設計單位除調閱圖資外應至現場核對	適時辦理會勘確認
		重大管線無法遷移、管線單位在人力及時程上無法配合	積極協調管線遷移
	地下管線需管線單位配合管遷期程較難掌握	設計時考量避開路線或妥予規劃管遷空間	
2. 老舊管線	管線過於老舊稍有擾動即可能折斷破裂導致漏水、漏氣等	施工前管線協調徵詢管線狀況，有破損請管線單位配合次舊換新，無法更新請施工廠商做好管線保護	管線單位因預算及非年度計畫無法配合者亦應協調酌減修復費用之負擔比例
3. 新設管線	管線於設計完成後開始埋設，施工時須變更設計，需大幅調整路線	施工前管線協調會中徵詢是否有管線新設，並請核發路證單位過濾工區新管理設申請	管線單位欲埋設新設管線未通知機關設計單位，或地方主管單位無法配合整合管線施工
4. 既有地錨結構物或擋土措施或漂流木	無資料判定範圍	不可拆者檢討有無替代路線	可拆除者做妥安全支撐後拆除
	既有結構物(地錨、基樁、基礎、鐵軌等)或擋土措施(如鋼樁、鋼板樁等)	辦理現地會勘，依會勘結論予以打除(移除)，無法打除即調整埋設深度或變更管線埋設路徑	(1) 契約編列中間工作等障礙排除費用 (2) 推進受影響管段與工作井獨立編組進行障礙排除作業，廠商依機組及人員調度，儘量新關工作面
5. 既有箱涵	未於設計時判讀其位置		工作井避開
6. 營建廢棄物(含垃圾回填物)	遭遇垃圾使推進機頭無法運轉時，施工廠商請監造單位到場確認，製作會勘紀錄後開設中間工作井，障礙排除		因污水管線埋設管徑小以明挖推進施工埋管方式排除營建廢棄物完成管線埋設

資料來源：本研究整理

(三) 工程影響

工程遭遇障礙因素 XC28 管段、XC26 管段及新台五路沿線所推進之管段 XC24 管段，不明障礙亦屬殘留樁基礎障礙，改以進行後續套管作業，



圖一. 遭遇障礙位置圖



圖二. 原台電高壓鐵塔廢棄基樁

經考量上述三管段受殘留樁基礎影響，監造廠商依據契約規定自遭遇障礙日起至障礙完全排除日止，辦理展延工期及工程變更工項部分單價，並新增「 $\phi$  1,000mm 鋼管套  $\phi$  600mm RCP 短管推進施工」工項，全案經核算後工程費需增帳。

五、結果

(一) 推進遭遇非預期之地質障礙原因處理對策

1. 工作井開挖時，如發現推進高程位置地質狀況與地質所採用之機械條件不符時，應改變選擇適當之推進機械。
2. 工程推進施工時如遭遇不明障礙物致機械無法正常運轉，在工地現場條件允許下應以增設中間工作井方式開挖確認障礙物排除後，繼續推進作業。
3. 設計階段需調查是否有遺留一些地下廢棄物，

建議在規劃設計時邀集相關管線單位提供資料，可以避免不必要的重大障礙發生。

所造成。

4. 影響商機及用地問題引起民眾抗爭。
5. 地質軟弱及地下水位過高造成湧砂湧水等情形。

## (二) 施工遭遇困難因素

1. 地下管線障礙未如預期。
2. 無空間立坑下井。
3. 遭遇舊有營建廢棄回填物、廢棄鋼絞線、廢基樁、流木、舊有廢棄橋台基礎等難以探知因素

## (三) 解決對策

以下針對汐止區、土城區、中和區、新店區、新莊區主要施工遭遇困難不同處及解決對策、建議事項整理歸納（詳表二）。

表二. 新北市施工遭遇之困難及解決對策彙整

地 區	施工遭遇困難	解決對策	建議事項
汐止區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 回填土方含營建廢棄物，一般土層推進機具無法克服推進施工。</li> <li>2. 推進中遭遇廢棄之基樁，現地無適當位置設置工作井，考量現場施工環境、地質條件、管遷等因素及承包商施工暨障礙處理能力後，採減作工作井，直接推進銜接至另工作井進行推進作業，以避免影響工進持續延宕。另推進段土質條件考量，以土壓式掘進機較適於本段土質施工，但就掘進速度、斷面空間排土方式，整體考量，改變推進工法施工。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議採用推進機具為複合地質之機具來進行施工，並經設計單位確認其可行性後，依契約規定辦理變更設計。</li> <li>2. 推進機具因土壓平衡式機頭無二次破碎之功能，無法克服回填層的地層，宜採用泥水加壓推進工法施工。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計階段遭遇河旁區域應加強地質鑽探調查，如果確實有遭遇回填層應考慮採複合式地層單價</li> <li>2. 施工廠商在回填道路基層時候要有良心不要隨便回填材料。</li> </ol>
中和區	<p>推進施工使用土壓平衡工法在出土時遭遇到許多流木屑，此工作面推進施作第25支管材時，遭遇障礙物初步判斷遭遇大型障礙物。</p>	<p>架設兩層水平支撐架待水位穩定後繼續開挖，並利用打設鋼板樁方式打設流木，分解後再開挖取出，並確認無障礙物。</p>	
土城區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 施工地點車流量大及大量貨櫃車行故減作工作井，增加推進長度，其工作井深度，流水面高程均無改變，因此並不涉及水理變更，且因減作工作井，確可減少因管遷而影響工進之因素；亦可大幅降低交通之衝擊。</li> <li>2. 沉箱工作井無沉設空間，工作井原施作位置，經試挖因台電管線配置與中華電信公司管線交錯重疊，且於外側尚有軍訊、瓦斯、電信及電力管線，已無空間可供遷移。</li> <li>3. 由於推進路線係位於都會區內，地下民生管線眾多且複雜。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 決議採大管套小管方式施工，避免探明挖，將容易造成塌陷及影響交通流量。</li> <li>2. 沉箱工作井無沉設空間，台電公司建議將該工作井調整位置或取消。</li> <li>3. 管線遷移期程冗長故與各管線單位進行協調，以配合進行管線遷移，挪出可供本工程佈設工作井空間。</li> </ol>	<p>在規劃設計時可邀集相關管線單位提供資料，避免不必要的重大障礙發生。</p>
新店區	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本工程因連動式推進工法需於新店主要幹道上設置沉箱工作井，各單位管線（台電、台灣固網、自來水等）及主要雨水排放箱涵，均已埋設於現有道路管遷不易，以沉箱工法施築工作井，除現況道路容納所需施作空間佔用道路甚廣，且因施工沉設時間冗長，將嚴重影響現有交通狀況與行人安全，公所路證申請困難且不核發夜間施工路證，測量踏勘兩旁營業商店陳情抗議聲浪不斷，造成工進推動嚴重受阻。</li> <li>2. 本工程安康路、安和路交通量龐大及管線密佈，管線障礙無法排除，如強行施工將對該處交通造成衝擊，以致原規劃無法據以施作。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 使用低噪音、低污染、安全性高、施工便捷、佔空間小可360°推進施工之圓形鋼環工作井，配合採用嵌入式鏡面進行施工推進。</li> <li>2. 變更為圓形鋼襯工作井以附掛管線方式施工，以利工進。</li> </ol>	<p>都會區交通問題、管線遷移、鄰近營業商店及環境污染與行人安全等，如何減少交通、道路旁店家商務衝擊及避免污染、保持環境清潔，實為推動本工程之關鍵課題。</p>
新莊區	<p>工程推進施工使用土壓平衡工法，於推進時遭遇障礙物大型流木，機頭無法繼續前進且無法鑽出土，於機頭轉動中，因有障礙物卡於面盤上造成機身自轉，同時因扭力過大而造成電力系統斷電。</p>	<p>於機頭前方開挖中間工作井排除大型流木之障礙。</p>	<p>推進工程如遭遇流木或障礙物無法直接於機頭內排除障礙，建議儘速確認障礙物型式以利工進。</p>

資料來源：本研究整理

## 六、討 論

新北市地區工程施工遭遇困難綜合以上因素的解決方案，選用適當推進機具進行施工；施工地點車流量大，減作工作井、增加推進長度、採大管套小管方式施工；避免採明挖施工，容易造成塌陷及影響交通流量；另因連動式推進工法管體前端裝設鋼製潛盾機，潛盾機前端並有鑽泥設備以取代人工挖掘，施工長度雖可延伸 100-200 公尺，沈箱工法施築工作井沉設時間冗長，將嚴重影響現有交通狀況與行人安全，建議使用低噪音、低污染、安全性高、施作便捷、佔空間小的小管推進施工法，此工法利用搖管機將圓形鋼環工作井配合嵌入式鏡面進行推進，以遙控來操作管內挖掘、出碴及調整方向，並將管體與套管連接推進埋設。

## 七、結 論

- (一) 工程設計施工前地質鑽探與試挖調查的鑽探資料，才可在研選機具時降低風險，未來若能編列足夠預算，在規劃設計時即以搖管方式進行試坑挖掘，可取得推進沿線地質分佈，對後續設計施工將會大有助益不會因等待管遷、障礙排除、辦理變更設計等程序造成原定工期延宕。
- (二) 訂定相關獎勵制度以鼓勵廠商積極協調解決，在與各管線單位協調方面應於基本設計結束後隨即召開管線佈設說明會，由設計公司說明佈管路線並要求各管線單位提供該路線之相關管線圖說以利參考，期望能降低日後須管遷之次數與經費，縮短施工工期。
- (三) 積極辦理現場敦親睦鄰工作適時提出檢討，必要時應儘速提請設計單位協調變更，詳加調查佈管路線周遭之環境，據以選用適當之工法，降低變更設計之規模，以利加速工程推動。
- (四) 現場實際觀摩與提供解說，充分積極溝通下水道建設之歷史背景與困難，期許相互瞭解彼此共體時艱，提升下水道工程之執行效率。
- (五) 施工前採透地雷達探測路面下淺層之管線、空洞、排水結構物等，以避免災害之

發生，檢視施工後是否造成空洞及縫隙，避免路面下陷影響行車安全。

## 參 考 資 料

- 高俊松(2006)·*污水管線推進工程困難地質施工之探討—以花蓮(美崙)地區卵礫石層為例*·基隆市：國立臺灣海洋大學河海工程學系。[Chun-Sung Kao (2006). *A study on the pipejacking construction of the sewerage system in the difficult geological layers - A case on the gravel formations in the hwalien (mai-lun) area*. Keelung City: National Taiwan Ocean University in partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in River Engineering.]
- 張賢德(2008)·*污水下水道推進工程施工影響因子之探討及因應對策之研究*·新竹市：中華大學營建管理研究所。[Chang Xiande (2008). *The research of factors and strategies for the pipejacking construction of sewers system*. HsinChu City: China University Institute of Construction Management.]
- 劉喜祥(2008)·*下水道工程推進工法遭遇卵礫石層施工問題探討*·台中市：逢甲大學土木工程研究所。[Liu Xi Hsiang (2008). *A study of jacking technique for sewage works in gravel formation the construction of sewers bid one in central taiwan science park*. Taichung City: Feng Chia University Civil Engineering.]
- 謝明宏(2008)·*污水管網工程推進工法優選管材之研究*·台南市：國立成功大學水利及海洋工程研究所。[Xie Ming Hong (2008). *Study on optimal of pipes for jacking method of sewage pipe network projects*. Tainan City: National Cheng Kung University Institute of Water Resources and Ocean Engineering.]



發行人(左一)訪問美國瑜加大師 Sunder(中)及 Suraj 老師(右一)談壓力與活力。

# A Review Study of the Difficulty With Public Construction in Sewage Engineering for Living Health Environment

Lin, Min-Ching<sup>1</sup> Chen, Brian Tsong-Hour<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Graduate student, Department of Architecture, China University of Technology and Science

<sup>2</sup>Professor, Dean, Department of Architecture, China University of Technology and Science

---

## ABSTRACT

**Background:** Currently in the public works construction methods with small diameter sewer construction method and propulsion construction method most commonly used Shen box, but there are difficulties in the construction of improvements worth studying.

**Purposes:** Let practitioners and residents sewage works, construction of the public to understand the difficulties the case study will collate all the difficulties and solutions for reference factors.

**Methods:** In this study, literature review and case analysis to explore the actual construction as research methods.

**Results:** Sewage works mainly influencing factors for the difficulties of old underground pipelines, new pipelines, pipelines both anchor structures, retaining measures or driftwood, both culvert construction waste, etc., to promote the choice of appropriate equipment for construction; less for work well, increasing the length of advance, we recommend using a small tube propulsion construction method.

**Conclusions:** The authority set up related reward system to encourage firms to actively coordinate and solve problems, to increase the density of geological drilling and test drilling dig sites, detailed drilling data, in the research and reduce the risk of election equipment.

**Keywords:** Sewage, Penetration, Incremental Launching Method.

---

Accepted for publication : May 8 , 2014

Corresponding author : Chen, Brian Tsong-Hour

Address : 18F.-1, No.151, Sec. 4, Xinyi Rd., Taipei City 10681, Taiwan (R.O.C.)

Tel : 02-2786-4923

E-mail : btcgroupusa@gmail.com

