

名詞解說

推進工法

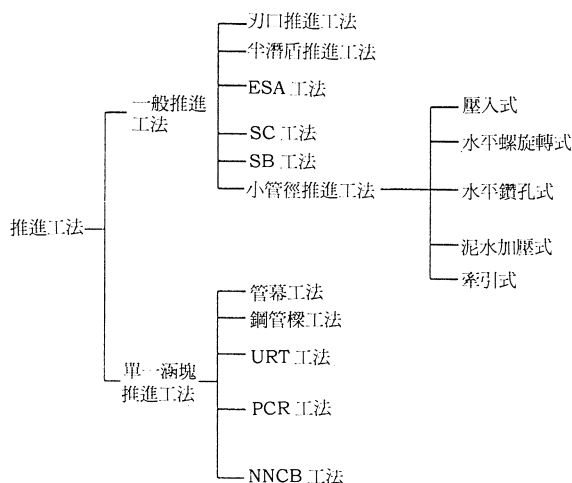
蕭文達

推進工法與潛盾工法類似，係於欲埋設管線之兩端，構築較埋管深度略深之工作井，並於工作井後壁構築反力牆，再以裝置於反力牆之油壓千斤頂，於推進管之後端一面將推進管向前推入土層內，一面將管內廢土移除之一種埋管施工方法。由於推進工法可減少或避免因明挖造成之交通障礙及地上、下構造物之破壞，故常被使用於都會區地下管線之構築，如自來水、下水道、電力、電信、瓦斯等管線及共同管溝等。推進工法之優缺點如表一所示。

推進工法依其掘削方式、出土方式及施工目的等約可分類如圖一所示。對於施工方法之選擇，須先充分瞭解沿線之現地狀況、地質狀況及所須之推進距離等條件以做最佳之選擇，其中地質狀況及地下水狀況對施工影響最大，故須配合其他合適之輔助工法，如地盤改良及止水灌漿等，

以獲得最佳之施工狀況。通常選擇施工方法時，須考慮之因素如下：

施工總長度及每一推進段之推進距離及曲度。



圖一 推進工法之分類

表一 推進工法之優缺點比較表

	與明挖工法比較	與潛盾或一般隧道工程比較
優點	1. 擋土作業少，對安全上較為有利 2. 棄土及回填數量少 3. 施工公害之發生率較低 4. 達一定覆土厚度時，施工較為經濟 5. 可減少因開挖對交通造成之衝擊	1. 施工用地及設備規模小 2. 無須二次襯砌作業，故可縮短工期 3. 棄土量小 4. 作業人數少 5. 盾尾孔隙較潛盾工法小，地盤下陷量較小
缺點	1. 難因應地質及地下水之變化，須有適當之輔助工法 2. 覆土小時施工不經濟 3. 地盤軟弱時，易引起推管之下陷與蛇行，修正困難 4. 施工中遭遇障礙物時處理困難 5. 曲線半徑小或複雜時施工困難	1. 可施工距離短 2. 於曲線道路下施工時須有較多之工作井 3. 管徑受限，不適於大斷面之管道工程

土壤性質及地下水狀況。

井內出土及機具、管材等搬運所需之用地。

工作井施築位置對道路交通及周遭環境之影響。

地下管線、埋設物及高架管線等。

允許推進距離常受到下列因素所控制：

- (1) 推進管體及推進機與外周土壤間之摩擦阻力。
- (2) 推進時所產生之初期阻力（前端貫入阻力）。
- (3) 管體重量所產生之阻力。
- (4) 推進反力之大小（千斤頂容量）。
- (5) 推進用管之軸向容許推力。

表二 不同推進工法之管徑範圍與允許推進距離

工法種類 項目	刃口推進 工法	半潛盾推 進工法	小口徑推進 工法
適用管徑（內徑） 範圍 (mm)	600~ 3000	1200~ 3000	200~ 800
最大允許推進 距離 (m)	30~50	80~150	30~60

註：1.通常於管內徑 $\geq 1000\text{mm}$ 時可加中押千斤頂，採用連動式推進方式，則可增加推進距離。

2.最大允許推進距離與地質狀況，管徑及推進機種等因素有關。

(6) 其他因素，如泥水壓、壓氣壓力等阻力。

各種推進工法每一推進段之允許距離因受地質狀況及環境之不同而有變動，但一般常用之推進管徑及允許推進距離如表二所示。

有關各種工法之特徵、優缺點、適用特性、設計及施工例等，讀者可參考下列文獻。

參考文獻

林陵三(民國79年),“小管徑推進工法之探討”,地下工程實務(二),現代營建雜誌社出版,第173-186頁。

蕭文達、王福祥,(民國84年),“小管推進工法之現況”,第六屆大地工程學術研討會論文集(二),台灣阿里山,第1373-1378頁。

安中德二(1994),“下水道管渠の動向”,土木技術第49卷4號,第30-36頁。

日本下水道協會(1976),“下水道推進工法の指針と解説”。

土井博己(1994),“路線下橫斷構造物施工法 選定”,基礎工第22卷4號,第8-13頁。

石橋信利(1994),“最近の小口徑推進技術の動向”,土木技術第49卷4號,第37-42頁。

管幕工法

蕭文達

管幕工法乃由小口徑推進工法演變而來，該工法是構築涵洞或隧道時於欲穿越路段之兩端設置工作井，並以推管方式推入一系列之鋼管，管與管間以公母接榫結合，使成連續之管幕，而達到擋土及止水之效果，繼而在此管幕形成之封閉空間中進行隧道挖掘及支撐架設，以完成地下結構體構築之工法，管幕工法之施工斷面如圖一所示，其特徵如下：

橫斷面方向之寬度可延伸加寬，不若潛盾或推進工法受到管徑之限制。

因管幕打設完成且進行開挖後仍須有足夠空間構築地下結構體，故其所需之最小覆土厚度較其他工法為大。

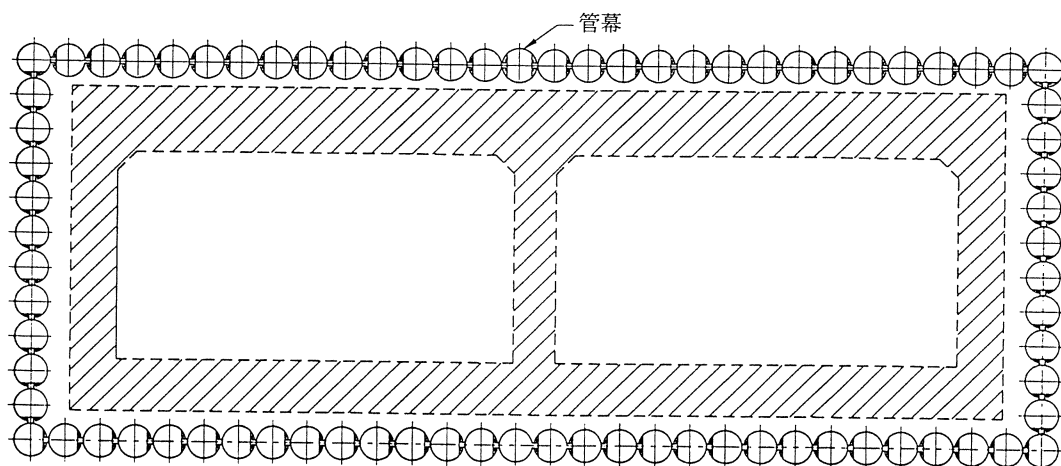
開挖之同時須架設支撐，對開挖及地下結構體構築而言，工作較為繁雜。

由於管幕間接縫較多，接縫之止水問

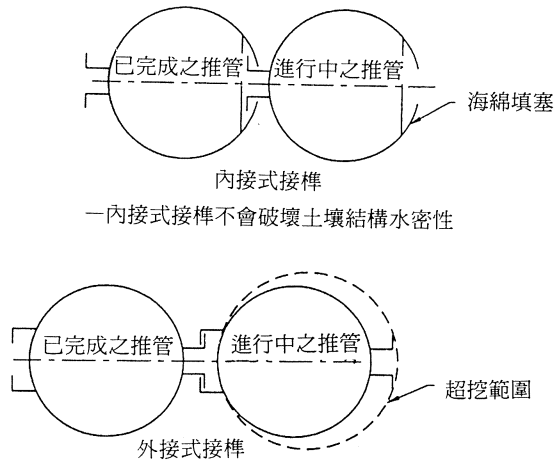
題須審慎檢討，並採行適當之對策。

由於目前國內管幕施工之案例並不是相當多，對於施工中易遭遇問題之經驗尚非十分完整，且各種型式之推進機具對不同地質狀況之適用性不盡相同，故施工前須有詳細之地質調查工作，以為選用推進機具之依據，若未能因應實際地質狀況選用合適之推進機具，常會造成工程之失敗亦或事倍而功半之現象。

地下水亦是管幕施工之一大影響因素，於高地下水位地區，為避免推進過程中之湧水及湧砂現象，應儘可能選用具水密性之推進機頭，或於推進行經路線進行完善之止水灌漿。為使管幕有良好之連續性及水密性，相鄰兩管間皆有公母接榫之設計，但此接榫處常成為水流之通路，且因推進管之斷面並非圓形，將影響鏡面工



圖一 管幕工法施工斷面圖



圖二 管幕接樁之型式

之防水性，故設法減少接樁處之湧水及湧砂現象乃成爲管幕工法之重點課題。一般於管幕公母接樁之設計可分爲內接式與外接式兩種(圖二)，其中外接式接樁除會影響鏡面之止水性外，其凸出之公樁於推進過程中亦會擾動土壤之結構，且破壞土壤之水密性，此種現象於內接式接樁則不易發生，但使用內接式接樁時將因相鄰兩管中心之距離縮小，而增加管幕所須之推管數量，造成工程經費之提高。

由於管幕是由許多獨立之推管樁接而成，施工過程中若有推管因精度控制不良，造成推進方向之偏差，勢必影響後續推管之施作，故推管之精度於管幕工程中亦佔有一重要之地位。施工中若遭遇地層

表一 管幕工法可能遭遇之問題及預防、處理對策

可能遭遇之問題	預防對策	施工中及施工後之處理對策	品管及監測方法
外接式接樁擾動土壤造成超挖，及產生湧砂、湧水	採用內接式接樁	施工中發生接頭漏水可於母樁內填塞海棉以減少漏砂量	<ul style="list-style-type: none"> • 監測地表沉陷 • 管制並記錄灌漿壓力及灌漿量 • 管幕推進力管理、記錄 • 管幕推進方向、路線坡度之量測
於砂質地層施工時產生漏水現象，甚至湧砂等問題	實施地盤改良及止水灌漿	<ul style="list-style-type: none"> • 推管進行中，母接樁以海棉填充 • 推管完成後於公母接樁處確實填滿水泥皂土 	
推管兩側之導向接樁易於施工中損壞，導致管幕支承力不足	接樁補強	必要時加強管幕內隧道開挖支撐系統	<ul style="list-style-type: none"> • 路面沉陷監測 • 管幕內隧道開挖後變形監測 • 支撐、繫材強度及架設後檢核及監控
施工期間灌注之減摩劑及完成後之背填灌漿，控制不良時易造成地表的沉陷及隆起	依據土層性質選擇灌漿之配比、種類	控制灌注壓力，並隨時將地表監測數據回饋修正灌注壓力	
管幕接頭同處一斷面上，有連續性脫落的潛在危機	施工安排上將接頭錯開	—	<ul style="list-style-type: none"> • 支撐、繫材強度及架設後檢核及監控
施工不當，如超挖、支撐不足等造成地表大量沉陷	管幕周圍進行必要之地盤改良	<ul style="list-style-type: none"> • 採台階法開挖 • 配合主體結構之施工做局部支撐或地盤補強 	
管幕接合不良，支承力降低，造成開挖面頂部變形過大或漏水	—	局部加強支撐系統，必要時須採用止水處理	<ul style="list-style-type: none"> • 水壓力及地下水位監測
管幕水密性不佳，造成開挖時土砂崩落	於管幕內土心部份打設水平探測孔試水，必要時在管幕外周進行止水灌漿	<ul style="list-style-type: none"> • 分段進行止水處理，水量少且無土砂攜入時，可採行導水，逕行抽水 • 主體結構未構築完成前必須嚴密監測地下水狀況，進行必要之措施 	

土質變化，亦將造成推力之變化，若地層變化太大將造成推力劇增，可能造成推管之偏差、變形，甚至造成機具故障，故於推進施工中對推進之推力應加以控制。依鄒經文、蔡森豪(1991)之經驗，推進機停機8小時後再開機時，其所需之推力較原需推力增加20%~50%，故為避免推力突然增加，應盡量減少推進中停機之時間。

通常管幕工法常遭遇之問題及預防對策如表一所示，有關管幕工法之機具形式、設計及施工例等讀者可參考下列文獻。

參考文獻

廖洪鈞(民國83年)，「地下水位下管幕工程之推管作業案例研究」，地工技術雜誌，第45期，第67~82頁。

鄒經文、蔡森豪(民國80年)，「高雄市中山路連接博愛路地下道工程—管幕工法施工」，營建簡訊，109期，第5-22頁。

賴碧聰(民國80年)，「三重市力行路穿越中山高速公路管幕工程」，營建簡訊，109期，第23-36頁。

蕭文祥(民國80年)，「管幕工法在高速公路下開挖隧道實例」，營建簡訊，109期，第37-53頁。

廖洪鈞(民國83年)，「土壤灌漿於水位下管幕地下道工程之應用」，地工技術雜誌，第47期，第35-54頁。

林陵三(民國79年)，「小管徑推進工法之探討」，地下工程實務(二)，現代營建雜誌社出版，第173-186頁。

蕭文達、王福祥(民國84年)，「小管推進工法之現況」，第六屆大地工程學術研究討論會論文集(二)，台灣阿里山，第1373-1378頁。

小山幸則、林雅博(1986)，「線路下橫斷構造物 設計施工及びにおける線路下橫斷工法」，基礎工，第14卷，第2號，第9-16頁。

日本下水道協會，(1976)，「下水道推進工法の指針と解説」。