

衛生下水道施工 與標準作業程序(上)

倪至寬 著

詹氏書局

衛生下水道施工
標準作業規程
(上)

倪至寬 著

詹氏書局

國家圖書館出版品預行編目資料

衛生下水道施工與標準作業程序 (附光碟)
倪至寬 著 一初版— 臺北市：詹氏，2005
[民94]， 面；公分

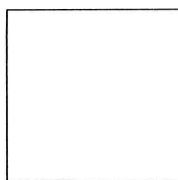
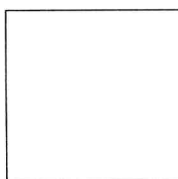
ISBN 957-705-316-5 (上冊：平裝)

1.下水道 2.污水工程

445.48

94018465

衛生下水道施工與標準作業程序 (上)



版權所有
翻印必究

作 者 倪至寬
發行人 詹文才
發行所 詹氏書局
登記證 局版台業字第三二〇五號
郵政劃撥 0591120-1 (戶名：詹氏書局)
地 址 台北市和平東路一段177號9樓之5
電 話 (02)23918058・23412856
(02)77121688・77121689
傳 真 (02)23964653・23963159
網 站 <http://archbook.com.tw>
E-mail: archbook@sparqnet.net
chansbok@ms33.hinet.net

初版一刷 2005年10月

定價：新台幣400元

ISBN 957-705-316-5

序

欣聞倪至寬教授將出版「衛生下水道施工與標準作業程序」，本人獲邀誌序，殊感榮幸。

依據瑞士洛桑學院 2003 年國家競爭力評估報告中，我國衛生下水道之用戶接管普及率僅 13.4%，在五十九個評比國家中排名第五十二名，不僅影響民眾生活環境至鉅，國家整體的發展與競爭力，也大受影響。因此，政府將污水下水道建設列為「挑戰 2008：國家發展重點計畫」及「新十大建設」中，計畫將投入 1,200 億元加速推動，預定於 97 年底提升用戶接管普及率至 27.3%。

值此之際，至寬兄將他所累積大地工程及衛生下水道工程之豐富經驗結成書，相信對我國污水下水道建設之推動有極大助益。本書有別於一般教科書侷限於理論之敘述，取而代之以實務的觀點，從地盤特性、主要下水道工法與原理、工作井施工及各種管徑工程之施作等，有系統的加以闡述，並附施工過程照片及作業程序，實可作為辦理衛生下水道工程人員參考工具書。

為達水域水質之永續保護，全面推動污水下水道建設已列為政府未來十年內最重要之政策之一，而我國工程界對衛生下水道之工程技術與知識，均在萌芽階段。在政府全面推動過程中，本書適時付梓，相信必能嘉惠工程主辦機關、廠商及工程從業人員，同時提升衛生下水道建設之品質與效率。

郭陸鴻

謹誌

2005/10/6

序

衛生下水道建設是現代化國家進步與競爭力的重要指標。在台灣地區衛生下水道仍未十分普及，依據九十四年六月止的統計資料顯示，台灣地區用戶接管普及率僅為13.07%，仍有極大的進步空間。行政院於九十一年五月卅一日核定之「挑戰二〇〇八—國家發展重點計畫」將衛生下水道列為「水與綠建設」之子計畫，而「新十大建設」亦將衛生下水道建設列為其中一項，顯示政府推動這項基礎建設的決心，目前國內各級政府均積極投入該項建設，預期將有大量衛生下水道工程進行施工，對於人力需求及技術提昇，有迫切之需求。

衛生下水道多以重力流設計，其施工受限於都市道路所埋設之管線錯綜複雜，目前多數採用推進及潛盾工法，少數則採用明挖工法。而各種工法均與地質特性有關，施工時也常遭遇到困難及障礙，均有賴系統化的教材得以訓練培養出各項專業技術人員，才能安全、順利、有效率達成工程施工品質要求。

倪至寬教授長期從事基礎施工、大地工程、基礎工程監測及檢測評估、施工災害及應變措施等研究，對於衛生下水道施工及品質管理亦有深入研究，因此針對衛生下水道施工之原理、技術，以及依據「公共工程施工品質管理作業要點」之三級品管架構，編撰工程實務及標準行政作業流程，以供各界使用。本書從基本的學理闡述到工程技術作深入介紹，都是著者二十多年來在大地工程及衛生下水道工程方面從事教學、研究及參與實務所獲得的經驗與成果，彌足珍貴，對於國內目前欠缺的人才養成及建設的推動必定有極大的幫助。而著者在教學之際，不忘編撰出不論在內容及實例上都能切合實務需求的大作，足見他對於衛生下水道工程的關懷。因此，在為此書作序之同時，也對於他致力於工程實務的貢獻，表示敬佩。

臺北縣副縣長

吳澤成

序

台灣地區污水下水道建設除了落後先進國家許多外，就連鄰近的馬來西亞、印尼、韓國或新加坡還不如，連帶影響國家的競爭力。中央政府有鑑於此，大力倡議並要求各地方政府加速污水下水道建設的步伐，希望在 2008 年將台灣地區污水下水道接管普及率能提升到 27.3%，在污水下水道評比項目中將會向前躍進 6 名，同時未來污水下水道系統除了政府自辦的 53 處外，還將推動 36 處的 BOT 計畫讓民間參與。換言之，未來污水下水道建設將如火如荼的在台灣地區展開，未來將有更多的工程要進行標辦，也就是需要更多的從業人員及機具的投入，施工技術的傳承及品質的提升更是要務。

個人身為污水下水道建設的從業人員，在閱讀過倪教授編著的「衛生下水道工程實務與標準作業程序」乙書深感敬佩，也為未來有志從事污水下水道建設的同業感到高興，因為這本書就好像是污水下水道工程的「工具書」，作者完整的蒐集污水下水道工程的各項工法，從明挖、推進到潛盾，甚至業界較新穎的長距離推進工法都可見，本書採系統性的整理與介紹，在在顯示作者的用心及專業。

教育是「十年樹木、百年樹人」的志業，更是國家的重要根基，所以本處亦提供使用圖表以供參考，期望污水下水道建設基礎概念從學校著手，讓更多莘莘學子萌芽投入，以期未來污水下水道工程能成為都市最高品質之基礎建設。

臺北市府工務局衛生下水道工程處 處長 李四川

自序

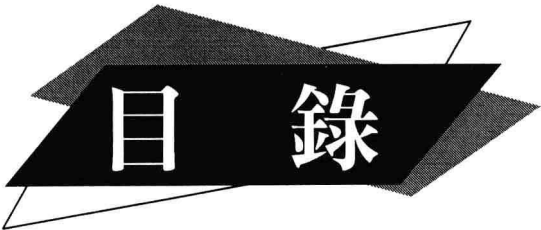
台北市及高雄市污水下水道接管率成效卓著，但是其他縣市之接管率仍在個位數字，況且污水下水道普及率為提升國家競爭力及生活品質之重要指標，所以，行政院核列污水下水道接管率為施政重點。因此，污水下水道工程經費激增，施工廠商除了增添機具設備之外，仍需增聘有經驗的施工及監造人員，所以，須要一套詳盡之施工計畫及品管計畫，以作為教育訓練之教材。

有鑒於污水下水道建設正值起步之各縣市政府，執行污水下水道業務所需人力甚鉅，而且掌管工程之施工、考工及驗收等相關行政作業程序（含三級品管）尤其重要，須要制定一套標準作業程序，供各行政單位及工程單位參考，使各縣市政府得以在標準化及制度化的作業中，有效率的推動施工品質良好之污水下水道工程。

值此污水下水道管線工程及標準作業程序付梓之際，謹以此序向諸位參與研究討論之專家致最深之謝意，在此特別感謝楊健飛、蔡清輝及羅治明先生協助資料蒐集與整理；王慧蓉與北科大研究生陳宣印及郭柏圻資料整合及電腦排版，使本書得以問世，謹誌謝忱。另周立基、陳鵬舟及張永宜安排工地觀摩，在此一併感謝。書中如有任何疏漏及缺失，尚祈先進專家學者不吝指正。

倪至寬 謹識

2005.9.7 於台北



目 錄

(上冊)

第一章 緒論	1
1.1 衛生下水道管線工程概要	1
1.1.1 下水道簡介	1
1.1.2 下水道管線工法	3
1.1.3 下水道管材選擇	5
1.2 推進工法定義與概要	9
1.2.1 推進工法分類	9
1.2.2 推進工法概要	10
1.3 推進工法分類	13
第二章 地盤特性與力學性質	17
2.1 土壤之定義	17
2.2 片狀土壤物理及工程性質	20
2.2.1 物理性質	20
2.2.2 工程性質	25
2.2.3 案例介紹	26
2.3 球狀土壤的物理及工程性質	30
2.3.1 物理性質	30
2.3.2 工程性質	33

2.3.3 應用實例	36
2.4 統一土壤分類法及應用	39
2.4.1 統一土壤分類法	39
2.4.2 分類說明	41
2.4.3 應用說明	44
2.5 岩石分類法	51
2.6 土壓力	54
第三章 主要工法概要及原理	59
3.1 中大管徑推進工法（ $\phi > 700\text{mm}$ ）	59
3.1.1 泥水加壓式推進工法	59
3.1.2 土壓式推進工法	66
3.1.3 中大管施工程序	73
3.2 小管徑推進工法（ $\phi \leq 700\text{mm}$ ）	74
3.2.1 一次工法	74
3.2.2 二次工法	83
3.2.3 施工程序	92
第四章 工作井種類與地盤改良	93
4.1 工作井種類	93
4.1.1 鋼軌板條工法	95
4.1.2 鋼板樁工法	97
4.1.3 預壘樁工法	99
4.1.4 連續壁工法	102
4.1.5 圓形、矩形 RC 沈箱沈設	108
4.2 工作井工法選擇	113

4.2.1 工作井工法比較	113
4.2.2 工作井變更案例	114
4.3 灌漿工法	117
4.3.1 土層灌漿	117
4.3.2 岩層灌漿	118
4.3.3 灌漿工法之分類	119
4.4 推力及反力計算	123
4.4.1 推力	123
4.4.2 反力	128
4.5 人孔安裝與路面復舊	129
第五章 檢測方法	143
5.1 TV 檢測	143
5.2 漏水檢測	151
第六章 中大管徑推進工法品質管理	153
6.1 泥水加壓式推進工法	153
6.1.1 施工要領與流程	153
6.1.2 施工品質管理標準	166
6.1.3 施工自主檢查	169
6.2 土壓式推進工法	177
6.2.1 施工要領與流程	177
6.2.2 施工自主檢查表	185
6.3 工作井__逆打（浪形鋼襯板）工法	186
6.3.1 施工流程	186
6.3.2 施工自主檢查表	187

6.3.3 施工照片	188
第七章 小管徑推進工法品質管理	191
7.1 小管推進一次工法	191
7.1.1 小管推進品質管理標準	192
7.1.2 小管推進一次工法施工自主檢查	195
7.2 小管推進二次工法	196
7.3 工作井鋼環壓入工法	198
7.3.1 施工要領與流程	198
7.3.2 品質管理標準	204
7.3.3 施工自主檢查	205
第八章 長距離曲線推進工法	207
8.1 概要與原理	207
8.1.1 長距離推進	207
8.1.2 曲線推進	208
8.1.3 長距離曲線推進測量系統	221
8.2 案例探討	224
8.2.1 工程概述	224
8.2.2 地質與地物現況調查	224
8.2.3 長距離曲線施工法	230
8.2.4 推進施工管理	241
8.2.5 監測	244
8.2.6 施工中遭遇困難及處理對策[建議]	246

第九章	推進施工遭遇困難及解決對策	247
-----	---------------	-----

第十章	支管及用戶排水設備工程	253
-----	-------------	-----

10.1	用戶排水設備定義	253
------	----------	-----

10.2	用戶排水設備管渠及有關設備	253
------	---------------	-----

10.3	用戶排水設備施工模式	255
------	------------	-----

10.4	用戶排水設備施工作業	277
------	------------	-----

10.5	用戶排水設備施工配合後巷美化案例介紹及探討	280
------	-----------------------	-----

10.6	用戶排水設備施工配合後巷美化實際效益	281
------	--------------------	-----

10.7	用戶排水設備工程問題與對策	284
------	---------------	-----

(下冊)

第十一章	臺北市政府衛生下水道 施工標準行政作業程序	1
------	--------------------------	---

11.1	前言	1
------	----	---

11.2	衛生下水道業務有關的臺北市政府組織架構	2
------	---------------------	---

11.3	衛生下水道工程施工標準作業程序	5
------	-----------------	---

第一章 緒 論

1.1 衛生下水道管線工程概要

1.1.1 下水道簡介

衛生下水道為現代化都市不可缺少之基礎公共建設，利用埋設於大街小巷的密閉式衛生管線，收集家庭衛生及事業廢水，經衛生處理廠各種淨化單元去除污染物質後，再排入河川海洋等承受水體，以改善環境衛生並保護水體水質，提高都市居住品質及促進城市發展，歐、美、日等世界各先進國家無不將衛生下水道建設列為施政重點，甚至連印尼、馬來西亞、菲律賓等東南亞落後國家亦積極推動興建衛生下水道。

台灣地區衛生下水道建設相較於先進國家落後許多，依據內政部營建署統計截至民國 93 年底，台灣地區公共衛生下水道用戶接管普及率以台北市的 69.09% 為最高，其次為高雄市的 35.25%，福建省為 24.68%，而台灣省僅達 2.39%，全部合計為 12.4%。由前觀知，台灣地區兩千三百萬人的生活衛生用水大多恣意地排入河川湖泊等水體，高污染當量的事業廢水及畜牧廢水更造成嚴重的水污染問題，依據環保署統計資料顯示：台灣地區五十條主、次要河川總長度 2934 公里，其中已受污染之河川長度約為 1022 公里，也就是河川總長的 33.78% 受到不同程度的污染，已嚴重影響水資源利用及生活環境品質，然而此種水污染問題的根本解決之道就是建設完善的衛生下水道系統，目前統計資料顯示，公共衛生下水道建設除了台北市、高雄市等直轄市略具規模之外，其他縣市仍都處於萌芽階段。

在進入二十一世紀的今天，為提升台北市城市環境品質、有效永續利用水資源，故衛生下水道系統建設仍應持續興辦，有鑑於此，行政院及各地方政府均積極推動衛生下水道系統建設，埋設主、次幹管及分支管網，並於分、支管管網完成地區辦理用戶接管，因此衛生下水道相關產業將因而蓬勃發展。

圖 1-1 為衛生收集、輸送及處理系統之示意圖，家庭衛生及工廠廢水利用密閉管線經由後巷之用戶接管，連接至道路底下之分支管及主次幹管收集，再輸送至衛生處理廠，經由物理及化學處理後，除掉污染物並加以消毒，待達到放留標準後排放至河川或海洋，圖 1-2 為衛生下水道系統定義。

2 衛生下水道施工與標準作業程序（上）

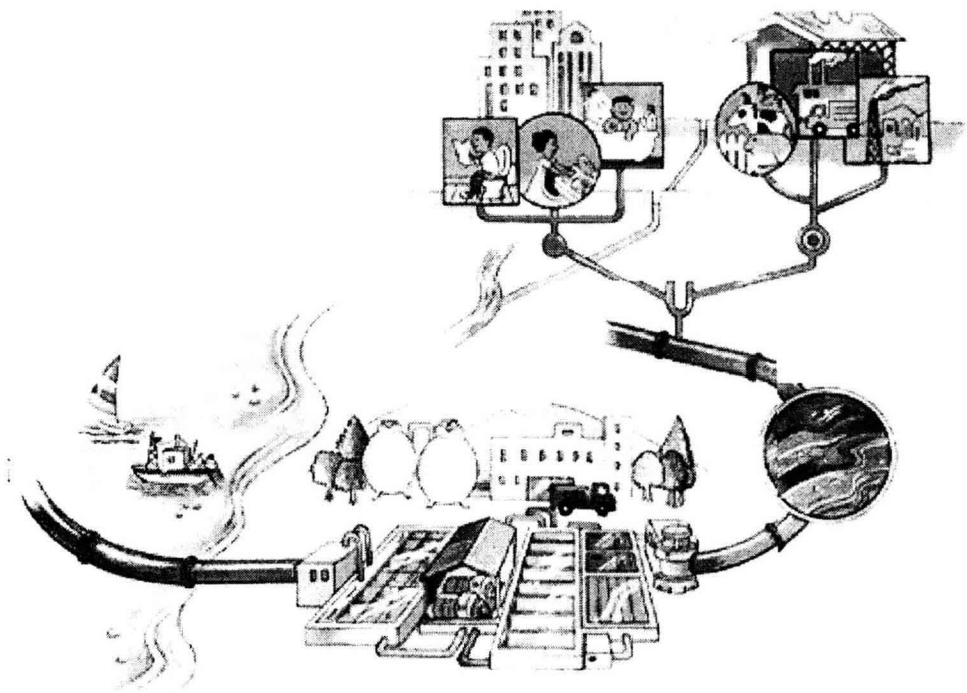


圖 1-1 衛生收集、輸送及處理系統示意圖

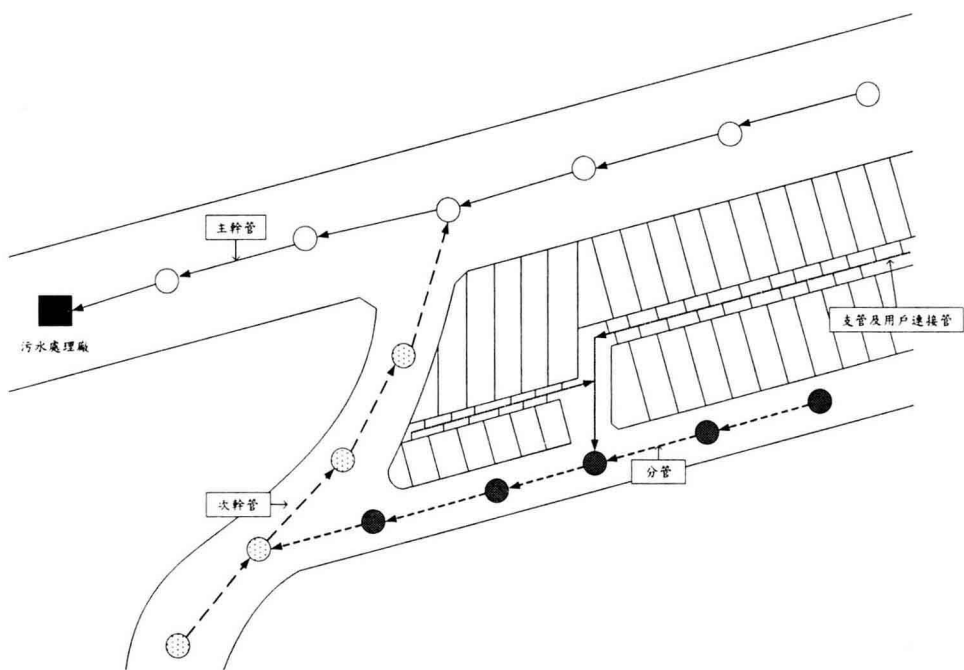


圖 1-2 衛生下水道系統定義

1.1.2 下水道管線工法

衛生下水道管線以重力流設計為原則，管線佈設具坡度且越下游端之主次幹管理設深度越深，因此，若未能於都市發展前即先行埋設，都市發展後，維生管線遍佈、人口密集且建築物林立，造成管線佈設施工相當困難。衛生下水道管渠施工中，除小管徑（ $\phi < 700\text{mm}$ ）的管渠尚可採用明挖外，中大管徑（ $\phi > 700\text{mm}$ ）的管渠，在考慮原有的都市機能與交通衝擊下，視現場狀況及土質條件決定施工方法，目前，採用推進工法及潛盾工法為主。衛生下水道管線施工法可分為明挖工法、推進工法（中大管推進、小管推進）及潛盾工法。各種施工法的適合條件皆有差異，表 1-1 為衛生下水道管線各種施工法之特性分析。

表 1-1 衛生下水道管線施工方法特性分析

施工方法 項目	明挖工法	小管推進工法	中大管 推進工法	潛盾工法
適用內徑 (mm)	300 以下	700 以下	800-2000	1500-5000
最長推進距離 (m)	可長距離施工	100	200	可長距離施工
沿線狀況	交通流量小、鄰近屋舍疏落	交通流量大、鄰近屋舍密集	交通流量大、鄰近屋舍密集	交通流量大、鄰近屋舍密集
地面妨礙物及 地下埋設物	較易遷移	遷移困難	遷移困難	遷移困難
曲線施工	可	困難	不易	可
蛇行修正	—	較難 (操作時間可能)	較難 (操作期間可能)	較易
最小覆土厚度	—	1.0-1.5D，且必須 1.5m 以上	1.0-1.5D，且必須 1.5m 以上(D 為管徑)	1.0-1.5D，且必須 3m 以上
工期	短	短	短	需第二次襯砌，工期較長
設備規模	小	小	中	大
公害問題	大	小	小	小

推進工法的詳細介紹將在第三章敘述。以下簡略介紹推進工法與潛盾工法。

一、推進工法



1. 刃口工法：施築工作井，以千斤頂將混凝土管連續推壓進入土層中，管內之土渣由人工挖掘運出。使用於交叉路口作短距離管線施工。
2. 中大管推進工法：與上述施工法類似，管體前端裝設鋼製掘進機，掘進機前端並有鑽泥設備以取代人工挖掘，施工長度可延伸 100 至 200 公尺。
3. 小管推進施工法：管徑在 700mm 以下，作業人員無法進入管內工作，用機械方式以遙控來操作管內挖掘、出渣及調整方向，並將管體與套管連接推進埋設。施工長度在 50 至 70 公尺左右。

二、潛盾施工法



由潛盾機、操作台車、動力台車、電力台車所組成，先開挖一工作井，將潛盾機吊入，潛盾機內裝有千斤頂、弓形支保架設器及挖泥設備，利用螺旋運輸開挖土方，裝設弓形支保後，再背填灌漿，加二次襯砌而成管體。

潛盾工法需針對不同的土質狀況選用不同的機種，即有壓氣式、土壓平衡式及泥水式等。

1.1.3 下水道管材種類

衛生管線的材料主要分為四大類，分別為混凝土管、黏土管、金屬管及塑化管，表 1-2 為各種管材之簡稱。衛生管線管徑可分為小管徑、中管徑及大管徑，小管徑用於用戶連接管或管線最上游，管徑範圍為 150~300mm，其中管徑 150mm 只供用戶接管；中管徑用於分支管，管徑範圍為 400~600mm；大管徑用於主次幹管，管徑範圍為 700mm 以上。各種管材可應用之管徑範圍如表 1-3 所示。

表 1-2 管材之簡稱

種類	管材之名稱	英文名稱	管材簡稱
混凝土管	鋼筋混凝土管	Reinforced concrete pipes	RCP
	推進施工法用鋼筋混凝土管	Jacking method reinforced concrete pipes	JRCP
	無鋼襯預力混凝土管	Prestressed concrete non-cylinder pipes	PSCP
	鋼襯預力混凝土管	Prestressed concrete cylinder pipes	PCCP
	鋼襯混凝土管	Reinforced concrete cylinder pipes	RCCP
黏土管	瓷化黏土管	Vitrified clay pipes	VCP
金屬管	延性鑄鐵管	Ductile iron pipes	DIP
	鋼管	Steel pipes	SP
	不銹鋼管	Stainless steel pipes	SSP
塑化管	丙烯腈-丁二烯-苯乙烯 (ABS) 塑膠管	Acrylonitrile-Butadiene-Styrene plastic pipes	ABSP
	高密度聚乙烯塑膠管	High density polyethylene pipes	HDPEP
	聚乙烯波紋管	Corrugated polyethylene pipes	CG-PEP
	玻璃纖維強化塑膠管	Glassfiber reinforced plastic pipes	GFRPP*
	聚氯乙烯塑膠硬質管	Unplasticized polyvinyl chloride pipes	PVCP*
	耐衝擊硬質聚氯乙烯塑膠管	Unplasticized high impact polyvinyl chloride pipes	H-PVCP
	內襯聚乙烯之聚氯乙烯塑膠硬質管	Unplasticized polyvinyl chloride pipes with polyethylene lining	PVC-PEP*
	玻璃纖維強化塑膠加強聚氯乙烯塑膠硬質管	Unplasticized polyvinyl chloride pipes with fiberglass reinforced plastic reinforcement	FRP-PVCP
	硬質聚氯乙烯塑膠蕊層發泡管	Coextruded polyvinyl chloride plastic pipes with a cellular core	CC-PVCP

註：管材簡稱後註有*者，為國家標準規定之簡稱