行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

下水道公共工程科技整合之研究(二)

An Integrated Research on Sewer Technology
in Civil Infrastructural System(II)

計畫編號：NSC 89-2211-E-002-043
執行期限：88 **年** 8 **月** 1 **日至** 89 **年** 7 **月** 31 **日**

主持人：**郭振泰　　國立台灣大學土木系 教授**

一、中文摘要

下水道(包括污水下水道與雨水下水道)建設，是政府為保護自然水域而興建的公共設施，亦是現代化都市健全發展重要且不可缺少之公共設施之一，其功能不僅可以解決生活污水污染及都市積水日益嚴重問題，改善都市居住環境衛生，更可以防止河川水域之污染，未來政府準備投入可觀的經費加速推動。本研究分別針對下水道規劃及決策系統、水力分析、污水下水道及污水處理、管線檢測、施工技術及材質等課題進行研究。本計畫為「下水道公共工程科技之整合研究(一)」[1]之延續，本年度研究重點著重於各子計畫之深入研究及各子計畫間研究方法、成果的整合。

關鍵字：下水道系統、雨水下水道、污水下水道、公共工程、滯留池、免開挖法

Abstract

Sewer（including the sanitary sewer and storm sewer）construction is a public service that is built by the government in order to protect the body of the natural water. It is also the basic construction for the present day and has become one of the most important works of our national civil infrastructural systems. The functions include solving the water pollution cased by daily family waste disposal, controlling the severely increasing problems of flooding, improving the environmental sanitation, and preventing stream pollution. Our government will invest a fund of billions of dollars in getting sewer construction moving. Research topics include sewer system planning, decision support system, hydraulic analysis, sanitary sewer, wastewater treatment, constructional technology and sewer material. This project continues the integrated research on 〝An Integrated Research on Sewer Technology in Civil Infrastructural System(I)〞. In-depth methods and coordination among each sub-project are emphasized in this year study.

Keyword : sewer system，storm sewer，civil infrastructural system，sanitary sewer，detention pond，no-dig method

二、計畫緣由及目的

近年來，「環境保護」議題已備受全球重視，為順應世界各國環保立法趨勢，我國「水污染防治法」已於民國八十年五月修正公布。尤其是「污染者付費原則」之確立。雖然立法工作早已完成，但「水污染防治費」的開徵問題仍有諸多爭議，而現階段由於台灣地區最大的水污染源大多來自家庭污水(約佔百分之四十至五十總廢水量)。因此，為改善居家環境衛生，興建公共下水道系統設施已成為我國當前最迫切的環保基礎建設[2]。

有鑑於此，目前行政院已將污水下水道普及率核列為提升國家競爭力環境品質重要指標之一，並修正「污水下水道發展方案」，加速推動污水下水道建設。目前台灣地區污水下水道接管普及率約為6.92%(詳見表一)[3]，未來預計在12年內(民國88年至100年)將現今的污水下水道普及率提高至35.8%[4]，以解決生活污水污染日益嚴重等問題；另外，雨水下水道方面，營建署在民國81年至86年度已推動「台灣地區雨水下水道六年建設計畫」，目前續推動「台灣地區雨水下水道第二期六年建設計畫」[5]，目前截至民國89上半年度為止，台灣地區雨水下水道實施率為49.34%(詳見表二)[6]，希望藉著加速推動都市雨水下水道建設，釐清都市積水問題，瞭解排水瓶頸所在，以解決民眾長年淹水之苦。政府希望未來整個下水道系統(包括雨、污水下水道)完成後，不僅能疏解水患、改善河川污染、維護環境衛生、美化都市景觀，更進而提升人民生活品質。

本計畫為整合六個下水道公共工程科技研究子計畫之總計畫(如表三所示)，分別針對下水道規劃及決策系統、水力分析、污水下水道及污水處理、施工技術及材質等課題做研究[7]。計畫期間藉著協調各子計畫之工作、召開座談會及建立網站，整合各研究方向及內容，並配合國家公共工程建設之下水道工程規劃與興建之需求，促成產、官、學界之合作，培養下水道建設人才，於學理外，希望能兼顧實務，以永續經營之理念，促進本土化之生根。

表一、污水下水道現行普及率：

地　　區	台北市	高雄市	台灣省
普及率(%)	46.30	11.25	0.45

資料截至 89.04

表二、雨水下水道現行實施率：

地　　區	台北市	高雄市	台灣省
普及率(%)	93.28	89.60	42.35

資料截至 89.06

表三　「下水道公共工程科技之整合研究(二)」

計畫項目	主持人	服務單位	計畫名稱
總計畫	郭振泰	台灣大學土木工程學系	下水道公共工程科技之整合研究（二）
子計畫一	郭振泰	台灣大學土木工程學系	暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(II)
子計畫二	余瑞芳	聯合技術學院環境安全與衛生系	污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(II)
子計畫三	吳瑞賢	中央大學土木工程系	滯流設施之規劃與設計(II)
子計畫四	蔡勇斌	暨南國際大學土木工程系	利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化與最適化控制之研究(II)
子計畫五	謝啟萬	屏東科技大學土木工程技術系	免開挖工法應用於維生管線修護社會成本分析之研究(II)
子計畫六	楊明德	朝陽科技大學營建工程系	下水道管線檢測管理系統

三、研究內容及成果

本整合型計畫之主要工作內容為進行協調、整合之工作，以達到學理與實務之結合，推動產、官、學之合作，研究內容及成果如下：

1. 資料及文獻之收集與整理

蒐集國內外最新之有關下水道工程科技之相關文獻及資料，並加以分析、整理，作為本研究工作及日後相關研究之參考。

A. 污水下水道方面：

(1)臺灣地區污水下水道系統截至八十八年底已完成規劃 30 萬 6,182 公頃，而已在辦理規劃之系統計有板新污水重新檢討畫，楊梅鎮等 24 處系統規劃。目前國內已成立「污水下水道建設推動委員會」，負責推動全國污水下水道建設之相關業務。八十八年下半年及八十九年度已編列十七億六千七百餘萬元補助各縣市政府辦理污水下水道建設[8]，現階段主要推動重點為：

Ĉ比照其他公共建設計畫，初期爭取中央全額補助建設經費。

ĉ研訂獎勵辦法鼓勵縣市政府主動配合辦理污水下水道工程，另研訂回饋措施以紓解居民抗爭。

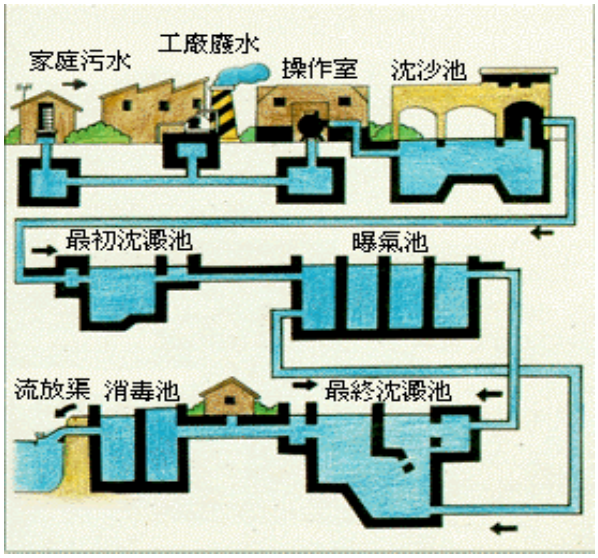
Ċ推動營建自動化，訂定規劃設計標準作業手冊、標準設計圖說等以提升技術及縮短規劃設計期程。

ċ督導各縣市政府成立下水道專責單位。

(2)根據日本 1999 年調，其下水道工作人員數達 59,533 人，臺灣地區現有辦理下水道工程人力只有 812 人，且二十五縣市中尚有桃園縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、澎湖縣、嘉義市及連江縣等八縣市未設立專責單位[3]，人力極為缺乏，相較於我國，足見日本相當重視下水道建設工程。所幸營建署己於今年(民國 89 年)四月中至八月初分八梯次培訓三百四十餘人次下水道從業人員[9]，往後將持續辦理。

(3)下水道工程為長期性且連貫性之建設工程，且管線大都埋設於地下，實不易彰顯施政成果，加以民眾擔心污染問題而排斥、抗爭，致使處理廠用地取得困難，故長久以來皆未能獲得縣市首長之重視。事實上，污水下水道係採密閉式以專用管線系統將住家、機關、學校等排放之廢水，經「用戶管」→「分管」→「支管」→「次幹管」→「主幹管」輸送至「處理廠」，以生、物理、化學等方式處理，達到放流水標準後，回收利用或予以排放[10](如圖一所示)，處理過程嚴格監控且均符合環保法規，並需經環保機關嚴格稽查，整個污水蒐集、處理過程都以專用管線輸送並無污染之虞，如何加強宣導與教育，導正國人對於污水下水道之觀感，是政府急需加強辦理的。

圖一、污水下水道系統處理流程圖



(4)台灣地區因以往建築物在興建時皆未做好分流之配置再加上違建物到處林立，後續家戶接管工作根本無法進行，為了施設管線，當前還得先解決違建問題。兼以排水管線的埋設必須經由他人之土地等等因素，使得在污水下水道分支管已完成地區，要辦理用戶接管更為艱難，現行改善辦法為施行「後巷美化工作」[11]：配合後巷違建築的拆除工作，將後巷整理出 1.5 公尺的施工空間，使污水下水道用戶接管工程能順利進行，等到用戶接管施工完成之後，再交由維護工程隊來做維修管理之用，讓

後巷的維護空間朝向綠化、美化工作。並且呼籲民眾共同維護已完成接管部分的後巷，後巷違章拆後不應再重建，保持居家安全及環境品質。

B. 雨水下水道方面：

國內目前不少雨水下水道疏通工作沒有做好，造成淤積、壅塞、積水等問題。此外，「纜線」亦是造成淹水的兇手，使排水不順暢，因此，如何清除廢纜線及舊纜線，也應視為雨水下水道清除的主要工作之一。現階段除針對結構缺失優先改善之外，中長期將推動地理資訊系統計畫(GIS)，建立雨水下水道資料，掌握排水瓶頸，解決積水問題[12,13]。計畫可分成四個階段來完成：

第一階段：整體規劃雨水下水道資料建檔工作及系統之建立。

第二階段：完成所有管徑調查資料、並建檔於 GIS 資料庫。

第三階段：完成排水系統之通盤檢討與分析，並擬定積水地區具體改善措施。

第四階段：將每一筆維護記錄結果全部納入 GIS 資料庫監控管制，以改善排水系統。

C. 電腦模式應用於下水道工程之探討：

下水道電腦模式在經過約四十年的發展後，其功能日趨精備，現今不但可以模擬一般水文、水理情況，還具備了即時控制(RTC, Real Time Control)、水質模擬、降雨與逕流分析或模擬、雨水與污水合流系統之溢流(CSO, Combined Sewer Overflow)及最佳管理作業(BMPs, Best Management Practices)等功能。近年來更結合地理資訊系統(GIS, Geographic Information System)，對資料之建立、存取、管理、分析、輸出及展示更有效率，並可根據不同之決策環境及目的進行更廣範的應用。

2. 下水道會議之舉辦

本研究在執行計畫過程中，共舉辦三次下水道整合會議，並邀請產、官、學及民間之相關學者和專家參加，會中充分進行意見的交流，提供許多良好的經驗及建議，除了協調各子計畫之工作外亦整合出各界對下水道建設工程科技的研究方向與子題，並可作為未來國內發展下水道工程的相關研究及開挖技術上的參考。

3. 成果

本計畫為「下水道公共工程科技之整合研究(一)」之延續，且已於第一年整合工作中成立下水道公共工程科技之專屬網站(http://ccsun57.cc.ntu.edu.tw/~r8521325/)，本報告為第二年研究成果之整理與整合，工作內容除延續第一年整合研究外，並定期更新網站內容，將國內下水道最新的發展資訊、問卷調查結果及相關座談會內容上網，供各界瀏覽、參考。綜觀整合計畫的內容，第一年著重於資料蒐集與整理、各子計畫理論架構之發展、模式的建立與初步應用及本土化的分析探討，第二年則著重於模式之檢定與驗證、各子計畫間之研究方法與成果的整合及國內外應用於下水道系統相關程式之回饋與整理(如表四所示)。本整合型計畫期以最新、最完整之資訊，提供國內未來執行下水道工程興建營運之參考、依據。

表四、各子計畫之效益、研究方法與研究對象

計畫項目/名稱	計畫目標與成效	研究方法或工具	研究對象
{子計畫一}[14] 暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(II)	探討由於非點源污染所引起之河川水質污染，其設計暴雨或河川流量（歷線）應選擇之型式及大小。	BASINS 及 CE-QUAL-RIV1	北勢溪
{子計畫二}[15] 污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(II)	發展出一套「污水下水道系統規劃設計決策支援系統」，作為永續發展的最佳規劃設計工具。	柔性計算 1.類神經網路 2.退火演算法 3.遺傳演算法	台北縣、市地區
{子計畫三}[16] 滯流設施之規劃與設計(II)	以逐步法求算滯洪池容量(或面積)之無因次化理論分析方法並發展出無因次化圖形，提供快速初估滯洪池容量(或面積之用。	無因次化分析圖解法	正方形出水口之滯洪池
{子計畫四}[17] 利用連續流SBR系統處理下水道系統污水自動化與最適化控制之研究(II)	探討針對小型社區下水道所收集之生活污水，以SBR系統處理時，其達到自動化操作之可行性與最佳操作之策略。	模型廠實驗	暨南國際大學校區污水處理廠
{子計畫五}[18] 免開挖工法應用於維生管線修護社會成本分析之研究(II)	建立一套管線施工相關之社會成本分析模式，以克服傳統明挖工法施設之不便及社會成本之增加。	社會成本分析模式： 1. 外部成本分析 2.內部成本分析	台一線鳳山屏東段387K+600~309K+039道路拓寬工程代辦污水下水道A幹線第二標工程
{子計畫六}[19] 下水道管線檢測管理系統	建立污水下水道地理資訊查詢系統，有效提升管理效率。	MapInfo 及 Delphi	日月潭水社區污水下水道系統

四、結論與建議

1. 近年來我國國家競爭力節節衰退的主因之一即在於基礎建設之落後，但國內基層工程之進度和品質一直為人所垢病，對於下水道這種長期且連貫的基礎公共工程建設，若地方單位各持本位主義致使重複設計之情形一再發生，不僅延宕工期無法使品質提升更造成人力、資源等不必要之浪費。在現今政府大力提倡營建自動化的前提下，吾人對於下水道建設方面建議可以將全國下水道管線設計及施工方面予以一致的規格化及標準化並可採用「工程編碼」系統統一各個幹管之編碼方式以利日後控管[20]。
2. 目前進行的分支管線工程，未來若不能進一步完成家戶接管，則污水下水道設置形同虛設。因此污水下水道分支管都已建設完成地區，應加速推廣用戶接管。但用戶接管工作需要相當長的時間完成，為達成近、中程水質目標中生活污水污染防部分，現階段主要應朝依賴污水截流方式配合進行。
3. 為配合提升下水道普及率計畫目標，建議市區內各主要道路下方，設置分支管網系統等相關前置工程一律採用先進免開挖推進工法，以減輕環境衝擊及社會成本[18]。
4. 建議推動辦理河岸綠美化工作，協助新設河岸高低灘地綠美化工作，增加新設濱親水性空間[21]。台灣目前有兩處污水處理廠均採用國內首見的全面加蓋式地下化理念設計，除可防止污水處理過程的臭氣溢散外，其中，迪化廠的上部設置回饋休閒運動公園，內湖廠上部則規劃為公園區，並設有下水道典型博物展、污水處理區示意模型。提供民眾休閒、遊憩使用，兼以加強教育宣導推動生活污水減量活動，重視河川保育。
5. 建議建立下水道流量監測網系統[19]，監控下水道管線有沒有滲漏和溢流的預

警。這套系統主要是要掌控下水道管線容量是否足夠，管線是不是有破損、滲流，還有在雨季時下水道可能溢流的預警系統，另外，這套監測系統也可以作為水利資料的蒐集整理，作為未來管線容量設計和維護工作計畫參考。

6. 在污水下水道管線尚未完全舖設完成，惟有充份的預算，全面加強建設，以加速全流域污水下水道的普及，始能徹底改善生活環境及防治水污染。但目前中央地方財政頻拉緊報，最近各縣市一再傳出基層建設因中央暫緩補助而喊停的消息[22]，內政部營建署日前召集縣市研商下（90）年度下水道工程計畫，表明全國污水下水道工程，中央都不再補助，對於急需提升下水道普及率的台灣，無疑是一項惡耗。因此在下水道經費之籌措方面，建議重新調整水價，台灣地區由於水價偏低以致無法讓民眾珍惜水資源，若將水價調整朝向制度化、透明化、合理化，在不影響人民之基本生活用水需求之原則下以價制量，落實使用者付費原則，並且讓浪費者付出更大代價以減輕民眾對水價調整之預期反彈心理，並全面性推動節約用水，以達到水資源永續利用。
7. 精省後，下水道工程建設的職責應儘量落實到地方縣、市政府，地方縣。同時應加強下水道建設人力及專業能力，未來以朝向區域性(小規模)下水道建設為考量[17]。
8. 有關下水道電腦模式未來在國內的發展方向可朝以下幾點進行：
   (a) 建立較完善之下水道資料庫
   (b) 結合 GIS、專家系統及類神經網路
   (c) 將 BMP 所造成的影響加入排水模式中加以探討
   (d) 模式本土化
   (e) 模式與實務的結合
9. 在水資源的取得日益困難之下，對於未來的下水道系統應以朝向「永續經營」的理念發展，對於廢水回收利用的落實，乃是整體水資源調配運用的關鍵，其回收水之水質處理、管網系統的建立及輸送地點均需慎重考量[15]。

五、結語

下水道建設是一個城市現代化重要指標，台灣雖然落後，但仍可迎頭趕上。目前行政院已將污水下水道普及率列為提升國家競爭力生活品質指標之一，要求內政部加強推動污水下水道建設，期能達成提升用戶接管普及率及政策目標，早日完成雨、污水分流系統，加速河川整治，改善國民居住環境，提升生活品質治與國家競爭力。

六、參考文獻

1. 郭振泰等，「下水道公共工程科技之整合研究(一)」，國立台灣大學土木工程研究所，民國 88 年。
2. 資料來源：環境品質文教基金會(http://www.envi.org.tw/)
3. 資料來源：內政部營建署主計處(http://www.moi.gov.tw/W3/stat/topic/topic602.htm)
4. 資料來源：依據「國家環境保護計畫」之污水下水道發展中長程目標，行政院環保署，民國 87 年。
5. 王儷斐，營建署續推動「雨水下水道六年計畫」，營建資訊第 190 號 p.p.20~21，民國 87 年。
6. 資料來源：內政部營建署環境工程組，民國 89 年 6 月。
7. 郭振泰、林鎮洋，「下水道公共工程科技研究之規劃」，台灣大學土木工程研究所，民國 87 年。

8. 資料來源：內政部營建署新聞資料，民國 88 年 12 月 24 日。

9. 資料來源：內政部營建署新聞資料，民國 89 年 8 月 18 日。
10. Swama, V. & Modak, P. M. 〝Graphs for Hydraulic Design of Sanitary Sewers〞, Journal of Environmental Engineering, ASCE, 116(3), pp.561~574, 1990。
11. 資料來源：明日報新聞資料，民國 89 年 4 月 22 日。
12. 資料參考來源：養工處工程計畫 (http://www.med.tcg.gov.tw)
13. 王為民等，「都市雨水下水道檢討改善之經濟評估」，中原學報第 25 卷第 1 期，民國 86 年。
14. 郭振泰、王智益，「暴雨期間河川水質模式設計流量之研究(II)」，台灣大學土木工程研究所，民國 89 年。
15. 余瑞芳，「污水下水道系統永續發展規劃與設計模式系統之建立(II)」，聯合技術學院環境安全與衛生系，民國 89 年。
16. 吳瑞賢，「滯留設施之規劃與設計(II)」，中央大學土木系，民國 89 年。
17. 蔡勇斌，「利用連續流 SBR 廢水生物處理系統最適化操作之研究(II)」，暨南國際大學土木工程學系，民國 89 年。
18. 謝啟萬，「免開挖工法應用於維生管線修護社會成本分析之研究(II)」，屏東科技大學土木工程學系，民國 89 年。
19. 楊明德，「下水道管線檢測管理系統」，朝陽科技大學營建工程系，民國 89 年。
20. 楊錦懷，「道路及下水道施工技術」，台灣營建研究院，民國 88 年。
21. 姚關穆，「污水處理分級朔源及綠化」，環境工程會刊，民國 86 年。
22. 資料來源：內政部營建署新聞資料，民國 88 年 7 月 30 日。