

# 衛生管路實驗設施營運策略規劃研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 95 年 12 月



# 衛生管路實驗設施營運策略規劃研究

計畫主持人：呂文弘

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 95 年 12 月



MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

Study on the Operation Tactics of Drainage Experimental Facilities of ABRI

BY

Dr. WEN-HUNG LU

**DEC. , 2006**



## 目次

表目錄 .....	III
圖目錄 .....	IV
摘要 .....	IX
第一章 緒論 .....	1
第一節 研究背景與動機 .....	1
第二節 研究目的與範圍 .....	2
第三節 研究方法與流程 .....	3
第二章 文獻回顧與排水設計理論探討 .....	5
第一節 排水系統文獻回顧 .....	5
第二節 排水系統設計理論及其演變 .....	10
第三節 排水系統流體現象與相關理論 .....	13
第四節 小結 .....	16
第三章 建築排水實驗相關設施規範與國際技術交流 .....	17
第一節 國內外既有建築排水器具性能測試相關設施 .....	17

第二節 國內外建築排水規範與試驗方法探討.....	33
第三節 建築排水性能試驗相關研究與成果.....	53
第四節 國際建築給排水研究技術交流.....	74
第五節 小結.....	77
第四章 衛生管路實驗設施營運策略檢討規劃.....	79
第一節 我國排水通氣系統研發之瓶頸分析（SWOT） ....	79
第二節 衛生管路實驗設施營運策略之規劃.....	84
第三節 健康建築排水系統方案擬議.....	87
第四節 小結.....	90
第五章 結論及建議.....	93
第一節 結論.....	93
第二節 建議.....	95
參考文獻.....	97
附錄一 審查會議紀錄與回應.....	99
附錄二 建築技術規則建築設備編第二章部分修正條文對照表草案 .	103
附錄三 建築排水通氣系統設計規範草案.....	117
附錄四 空氣調和・衛生工學會 2006.12 Vol. 80 No.12 摘錄.....	143

## 表目錄

表 2.1 排水通氣系統研究文獻 .....	7
表 2.2 CIB-W62 橫管污物搬送性能理論之研究.....	9
表 2.3 建築排水系統性能理論研究之演變 .....	12
表 3.1 住宅排水衛生設備相關國家標準彙整 .....	34
表 3.2 省水標章馬桶器具規範說明 .....	35
表 3.3 CNS3220 各規範列表.....	36
表 3.4 排水負荷排水橫支管的管徑和斜度的標準 .....	45
表 3.5 排水橫主管管徑與斜度的標準表 .....	45
表 3.6 排水負荷的一例 .....	47
表 3.7 排水負荷的一例 .....	48
表 3.7 國內外建築排水通氣系統相關法令規範比較表 .....	49
表 3.8 工研院節水實驗室歷年檢測服務與收支統計表 .....	71
表 3.9 國內外既有建築排水系統與器具性能測試設施彙整比較表 .....	72
表 4.1 健康建築排水通氣系統策略方案的 SWOT 矩陣分析表 .....	83

## 圖目錄

圖 2.1 建築排水立管內排水流體現象概念圖 .....	15
圖 2.2 垂直立管管內壓力預測模式分區概念圖 .....	15
圖 3.1 實驗空間說明與實驗平台位置 .....	18
圖 3.2 實驗設施構成圖 .....	18
圖 3.3 實驗平台設施構造圖 .....	18
圖 3.4 實驗平台設施照片 .....	19
圖 3.5 局部實驗設施平面、立面與設施構成圖 .....	20
圖 3.6 觀測污物搬送能力實驗平台 1F 平面圖與立面圖 .....	21
圖 3.7 觀測污物搬送能力實驗平台 1F 平面圖與立面圖 .....	21
圖 3.8 排水橫管 45 度轉折修改狀況 .....	22
圖 3.9 器具排水實驗平台與橫管污物搬送性能實驗設施 .....	23
圖 3.10 馬桶器具 ASME 標準尼龍球清靜能力測試程序圖 .....	24
圖 3.11 馬桶器具 ASME 標準尼龍球清靜能力測試程序圖 .....	24
圖 3.12 馬桶器具衛生紙（短纖維）清靜能力測試程序 .....	25
圖 3.13 馬桶器具標準尼龍球清靜能力測試程序圖 .....	25
圖 3.14 馬桶器具 ASME 標準塑膠顆粒清靜能力測試程序圖 .....	26
圖 3.15 馬桶器具味增模擬污物清淨能力測試圖 .....	26
圖 3.16 衛生器具（馬桶及小便斗）內部髒污潔靜能力測試圖 .....	27
圖 3.17 外山 敬之先生、森 治夫先生及計畫主持人攝於株式會社クボ 夕排水實驗塔前 .....	27
圖 3.18 計畫主持人與外山 敬之先生於株式會社クボ夕排水實驗塔討 論屋頂排水器具研發 .....	27
圖 3.19 特殊接頭排水配管排水實驗現況 .....	28

圖 3.20	計畫主持人與森 治夫先生討論特殊排水接頭之設計與生產技術事宜.....	28
圖 3.21	計畫主持人於攝株式會社クボタ排水實驗塔之實驗用屋頂落水器具開發模型前 .....	28
圖 3.22	實驗用地板落水器具模型之實驗連結配管 .....	28
圖 3.23	森 治夫先生、計畫主持人及外山 敬之先生攝於株式會社クボタ排水實驗塔 15 層 .....	29
圖 3.24	株式會社クボタ 15 層排水實驗塔排水橫管 彎折配管排水實驗實況.....	29
圖 3.25	日本東京八王子都市基盤整備公團 108m 排水實驗塔 .....	29
圖 3.26	日本東京八王子都市基盤整備公團 KSI 住宅及排水接頭實驗展示品.....	30
圖 3.27	日本東京八王子都市基盤整備公團 108m 排水實驗塔中間層配管.....	30
圖 3.28	日本東京八王子都市基盤整備公團 108m 排水實驗塔實驗用廚具與配管.....	30
圖 3.29	日本關東大學院大學 大沢記念 建築設備設備研究所 .....	31
圖 3.30	日本關東大學院大學 大沢記念 建築設備設備研究所 27m 排水實驗塔.....	31
圖 3.31	日本小島製作所 27m 排水實驗塔 .....	32
圖 3.32	香港理工大學 (The Hong Kong Polytechnic University) 排水實驗設施.....	33
圖 3.33	馬桶器具污物搬送能力實驗裝置示意圖 .....	48
圖 3.34	馬桶器具衛生紙模擬污物搬送試驗操作示意圖 .....	49
圖 3.35	單管系統空氣壓力分布圖組 .....	55
圖 3.36	雙管式排水通氣立管內空氣壓力分佈實測值 (通氣管未連通)	

.....	56
圖 3.37 雙管式排水通氣立管內空氣壓力分佈實測值 (通氣管連通)	56
圖 3.38 衛生器具排水流率實驗設施圖	57
圖 3.39 衛生器具排水流率測定裝置	57
圖 3.40 排水流率實驗結果	57
圖 3.41 排水性能實驗之試體與操作	59
圖 3.42 單管排水系統與局部橫管污物搬送性能試驗結果比較	60
圖 3.43 排水橫管污物搬送實驗之模擬污物	62
圖 3.44 No.9 地板落水器具自然蒸發速率趨勢圖	63
圖 3.45 落水器具蒸發面積與水封蒸發量關係圖	64
圖 3.46 T Sample 水封強度試驗結果	65
圖 3.47 設計地板落水器具模型	66
圖 3.48 Type A 透明地板落水水封強度試驗結果	67
圖 3.49 有效水封深度與水封強度關係圖 (負壓區)	67
圖 3.50 有效水封深度與水封強度關係圖 (正壓區)	68
圖 3.51 排水負荷與管內最大負壓規模關係圖 (負壓區)	68
圖 3.52 排水立管與橫管排水與污物流速觀測實驗	70
圖 3.53 排水立管與橫管排水與污物流速分析	71
圖 3.54 本所何所長與台灣科技大學建築系鄭政利所長迎接本部李部長 逸洋蒞臨大會	75
圖 3.55 本所何所長與台灣科技大學建築系鄭政利所長於大會會場前合 影	75
圖 3.56 本部李部長逸洋歡迎 CIB 亞太區理事代表 Prof Baldwin 等蒞臨 大會	75
圖 3.58 英國排水系統產品開發公司 STUDOR 總裁 Sture Ericson 與台灣 代理商團隊合影	75

圖 3.59 CIB W062 2006 與會國際專家學者於會場前合影.....	75
圖 3.60 CIB W062 2006 與會專家於台科大排水實驗塔前合影.....	76
圖 3.61 計畫主持人與上海同濟大學環境科學與工程學院 劉遂慶教授、日本須賀工業王祥武博士等於日本空氣調和衛生工學會第 18 屆大會會場合影.....	77
圖 3.62 計畫主持人與上海同濟大學環境科學與工程學院 劉遂慶教授等於日本空氣調和衛生工學會第 18 屆大會發表 Q&A 之回應現場紀錄.....	77
圖 3.63 計畫主持人應邀參加 2006 年日本空氣調和衛生工學會第 18 屆大會懇親會.....	77
圖 3.64 2006 年日本空氣調和衛生工學會大會懇親會會後接受會長鎌田元康教授指導.....	77
圖 4.1 排水通氣系統設計規範架構圖 .....	86
圖 4.2 健康建築排水通氣系統推動（策略）方案架構 .....	88
圖 4.3 創新建築排水系統與衛生器具研發與政策發展流程 .....	89
圖 4.4 健康建築排水通氣系統推動策略與發展方案計畫架構 .....	90



## 摘要

關鍵詞：排水實驗設施、經營策略、建築技術規則

### 一、研究緣起

建築物排水系統的設置攸關建築居住環境的健康性與舒適性，不良的衛生器具與排水立管系統設計非常容易產生排水通氣性能的缺失，經常出現衛生器具存水彎破封以致污染衛生環境。2003年 SARS 疫情肆虐全球，從亞洲、美洲到歐洲各地無一倖免，而建築物排水通氣系統被認為是一個病毒在建築物內傳遞的可能途徑之一。為因應國人對綠建築全面品質提升之關心與重視，落實衛生設備之設計規劃概念，必須先解決隱藏且容易被忽視之排水系統的性能問題，以提升居住生活環境品質。確保排水管內藉著重力作用而自然流下的污水、雜排水或污物，能順利無障礙地搬送排除到戶外或進入外部環境排水系統。如何確保建築排水系統能夠順利排放污水及污物，在國際間已是不可忽略的重要課題。

本所衛生管路實驗設施業於台南性能實驗中心建置完成，整體設施係以我國建築排水系統相關理論基礎，以及與法令研修先期研究為目標；自 2004 年開始已陸續進行建築排水立管空氣壓力變動性能試驗、省水器具污物搬送與地板落水器具性能實驗解析、與排水橫管污物搬送性能試驗程序等基礎研究，逐步建立我國建築排水系統基礎研發與測試能力。本研究將規劃妥善利用本項儀器設施之策略，提昇我國建築排水系統性能與設計能力，並作為業界合作研發之核心設施基礎。

### 二、研究方法及過程

本研究透過文獻回顧及參訪調查，陸續彙整國內外建築排水系統或衛生器具研發之實驗設施，並檢討各項排水系統污物搬送能力實驗方法、模擬理論與解析方法之發展現況，同時蒐集比較國內外相關設計法令或管制規範基準，以及對應之性能測試實驗與數值解析項目，以作為未來我國執行建築排水系統設計與性能驗證評估作業之基礎。另參考國內外設計技術規範及試驗方法，檢討我國相關實驗設施可進行試驗項目與其性能試驗方法，彙整試驗方法與程序，以作為後續相關實驗操作之依據；同時，並採納國內既往研究文獻，檢討歸納可行之排水通氣系統設計規範架構與草案，並導入國外相關設計規範之精神，整合研議建築技術規則建築設備編建築排水相關條文修正草案，全面更新我國的建築排水系統法令依據。

本研究之主要研究方法及目的如下：

1. 文獻回顧與排水系統搬送理論探討。
2. 蒐集彙整建築排水系統相關性能試驗基準或設計規範。
3. 調查參訪國內外既有建築排水或衛生器具性能實驗設施，並進行比較評估。
4. 檢討研議衛生管路實驗設施營運策略與健康建築排水系統相關措施方案。

### 三、重要發現

- (一) 配合整體衛生管路實驗設施營運策略之需要，本研究已初擬完成建築技術規則部分條文修正草案及建築排水通氣系統設計規範草案，後續仍待優先推動以下事項：1.實驗室排水系統研發與驗證、2.排水通氣系統現場性能量測評估、3.建築排水系統業界合作研發機制、4.衛生管路器具創新技術研發與專利發展、5.衛生器具性能驗證與查核機制。
- (二) 以 SWOT 分析評估結果，擬議本所實驗設施之營運策略與整體政策方案，並以健康建築排水通氣系統推動策略架構為主軸，推動優質建築排水系統之性能驗證、管理機制與技術研發、法令與政策以及整體行政部門分工等，整合部會資源與能量，配合推展技術研發事項，協助規劃管理策略，整合建立檢測驗證機制，創造實驗設施營運之有利基礎。
- (三) 相關議題導入國家考試範疇，成立輔導諮詢中心與專家委員會，並整合大專院校與法人機構之研究資源，擴展研發團隊；辦理教育宣導，培訓專業技術人力，為推動建築排水技術與創新產品研發之基礎，應進一步規劃細節並賡續推動。

### 四、主要建議事項

- (一) 增修訂建築技術規則，制訂相關設計技術規範，建立健康建材排水通氣系統性能評定制度，鼓勵優質設備系統之審核認可。
- (二) 持續參與國際間建築給排水領域之技術交流活動，爭取國際合作研發機會，交換與培訓研發人力，拓展技術與政策國際合作的空間。建立國際合作窗口，爭取國家科技發展研究之長期支持，規劃穩定而長期的政策方案或計畫措施，以累積專業知能與技術成果。

## ABSTRACT

Keywords: drainage experimental facilities, performance of drainage system, tactics of operation

The drainage system within a building affects the healthiness and comfort of our living environment greatly. Improper sanitary equipments and vertical drainage stack design can easily affect the performance of the drainage pipes. In effect, the sanitary equipments can no longer contain the trap and therefore diseases can transmit along the pipes to different parts of the building

This research focuses on the tactics of operation and the experiments about the performance of building drainage system and sanitary facilities by the experimental tower established by ABRI in Taiwan. First, a investigation of the existing experimental facilities all over the world has been finished and the methods of performance evaluation of building drainage system developed in Taiwan has been confirmed in this research. Next, we focused on the development of the existing Plumbing Code and regulations, such as SHASE-S, National Plumbing Code, and EN 12056 series we try to construct a new guideline and the amendments of regulation for building drainage system design and performance confirmation. Finally, this research has made a suggestion for the acts of healthy building drainage system including government policy, research topics, education ,and license of petmittance.

Within the results of the investigation and suggestion of design guideline and building regulation, we are gong to deliberate proper methods and standards that suit our technical developments and sanitary testing for architectural drainage systems.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究背景與動機

建築物排水系統的設置，攸關建築居住環境的健康性與舒適性，而衛生器具與排水立管系統之設計，亦直接影響建築物排水通氣的性能。近年來國際間已有許多新型式排水與配管配件被廣泛應用，如通氣閥、吸氣閥、配管特殊接頭等，但囿於現行建築技術規則與設計規範久未更新，以及相關管理法令之限制，尚難應用於新建建築物；為能有效提升我國建築排水系統與衛生器具之設計水準，並確保居住環境之品質與健康性能，國內亟待建立符合相關規範之試驗設施，以進行衛生器具產品或建築排水系統之性能檢測作業。

建築物排水系統的設置攸關建築居住環境的健康性與舒適性，不良的衛生器具與排水立管系統設計非常容易產生排水通氣性能的缺失，經常出現衛生器具存水彎破封以致污染衛生環境。2003 年 SARS 疫情肆虐全球，從亞洲、美洲到歐洲各地無一倖免，而建築物排水通氣系統被認為是一個病毒在建築物內傳遞的可能途徑之一<sup>[1]</sup>。為因應國人對綠建築全面品質提升之關心與重視，落實衛生設備之設計規劃概念，必須先解決隱藏且容易被忽視之排水系統的性能問題，以提升居住生活環境品質。確保排水管內藉著重力作用而自然流下的污水、雜排水或污物，能順利無障礙地搬送排除到戶外或進入外部環境排水系統。如何確保建築排水系統能夠順利排放污水及污物，在國際間已是不可忽略的重要課題。

本所衛生管路實驗設施業於台南性能實驗中心建置完成，整體設施係以我國建築排水系統相關理論基礎，以及與法令研修先期研究為目標；自 2004 年開始已陸續進行建築排水立管空氣壓力變動性能試驗、省水器具污物搬送與地板落水器具性能實驗解析、與排水橫管污物搬送性能試驗程序等基礎研究，逐步建立我國建築排水系統基礎研發與測試能力。本研究將規劃妥善利用本項儀器設施之策略，提昇我國建築排水系統性能與設計能力，並作為業界合作研發之核心設施基礎。

## 第二節 研究目的與範圍

我國建築物排水通氣系統大多數採用排水與通氣立管分管之二管型式設計施作<sup>[2] [3]</sup>，多數沿用國內久未更新之技術法規與設計規範，僅部分設計案例引用國外設計規範與新技術，致整體建築物排水性能缺失無法獲得有效解決，整體排水系統的排流性能評估標準，則尚待相關研究深入探索。內政部建築研究所 2003 年 11 月於台南性能實驗中心建置完成可模擬五層住宅建築排水系統之實驗設施，本研究擬釐清排水系統污物搬送性能的評估方法，以作為國內設計技術提升與研擬系統問題對策的參考<sup>[4] [5] [7]</sup>，並建立未來推動衛生器具性能認證及研發新設備、新技術的研究基礎，嘗試檢討測試方法與程序，累積本土化的基礎資料。

排水系統理論體系之課題，主要包括通氣管內部之通氣流量計算、水平橫支管與接頭之流體現象、垂直立管內部之流體現象與管內壓力分佈、水平橫主管之搬送理論，以及存水彎之水封與壓力變動理論等，由於水平橫管之搬送理論可進一步解釋污物之流體現象，以對排水系統做出預測模擬。因此，本研究之目的為：

- 1.彙整比較國內外建築排水系統與衛生器具設備之性能測試相關規範，作為推動該設施營運策略評估規劃之依據。
- 2.規劃本所衛生管路實驗設備檢測服務項目與合作研發之基礎，配合檢討建築技術規則建築排水相關條文與規範起草事宜。
- 3.因應未來實驗設施營運與服務需求，檢討具體可行之推動策略或法令規範研修建議方向。

為推動未來國內建築排水系統之設計驗證，以及新型式器具之性能試驗與應用，同時考量本所實驗設施自主營運之需求，並能擴大本項實驗設施建置之運作能量，本研究擬蒐集國內外相關排水設計與衛生器具性能規範，以及我國新材料、新設備與新工法之審核認可作業要點等相關規定，彙整檢討既有實驗設施設備與試驗項目，規劃未來推動營運服務之項目與作業事項，擬議技術整合計畫與策略方案。

### 第三節 研究方法與流程

本研究透過文獻回顧及參訪調查，陸續彙整國內外建築排水系統或衛生器具研發之實驗設施，並檢討各項排水系統污物搬送能力實驗方法、模擬理論與解析方法之發展現況，同時蒐集比較國內外相關設計法令或管制規範基準，以及對應之性能測試實驗與數值解析項目，以作為未來我國執行建築排水系統設計與性能驗證評估作業之基礎。另參考國內外設計技術規範及試驗方法，檢討我國相關實驗設施可進行試驗項目與其性能試驗方法，彙整試驗方法與程序，以作為後續相關實驗操作之依據；同時，並採納國內既往研究文獻，檢討歸納可行之排水通氣系統設計規範架構與草案，並導入國外相關設計規範之精神，整合研議建築技術規則建築設備編建築排水相關條文修正草案，全面更新我國的建築排水系統法令依據。

本研究之主要研究方法、內容及執行步驟說明如下：

#### 1. 文獻回顧與排水系統搬送理論探討

歐美、日本等先進國家進行排水系統搬送能力相關研究，已有長久的歷史，研究成果也相當多。本研究第一階段之工作重點，將 93 年度實驗初步成果彙整，並比較國外在相關性能試驗與驗證研究方法之經驗，並從既有建築排水系統搬送理論研究文獻中，掌握國內外排水系統污物搬送能力發展相關問題與研究課題發展之趨勢，以及探討現有排水系統污物搬送能力試驗方法與解析理論。

#### 2. 蒐集彙整建築排水系統相關性能試驗基準或設計規範

現行規定發布施行迄今已逾三十年尚未有修正更新，對應新技術、新設備的快速發展，實已無法滿足現況之需求，同時亦缺乏相關必要之設計規範或基準，國內相關專業技術人員除依既有建築管理法令及下水道法相關規定執行設計業務外，參考沿用美、日各國規範者亦屬眾多。本研究蒐集彙整各國排水通氣系統設計規範與器具性能試驗方法等，並加以比較分析，則包括有美國方面的建築給排水規範 National Plumbing Code (NPC)、International Plumbing Code (IPC 2003)、ANSI 設備器具性能測試規範 A112.19.6 及歐盟

建築給排水相關規範 BS EN 12056-1~5、吸氣閥器具性能試驗規範 BS EN 12380；在日本方面，則由空氣調和衛生工學會主導編訂給排水衛生設備規準・同解說（SHASE-S，前身為 HASS 206），以及集合住宅の排水立て管のシステムの排水能力試験法（HASS 218）等。

### 3. 調查參訪國內外既有建築排水或衛生器具性能實驗設施，並進行比較評估

本研究彙整歷年調查參訪國內外既有建築排水或衛生器具性能實驗設施，並進行比較評估，包括國內相關衛生器具廠商，如合成興業（HCG）、台灣東陶（TOTO），以及學校機構，如工研院節水實驗室（ITRI）、國立台灣科技大學建築系及內政部建築研究所台南性能實驗中心；另國外部分主要以日本之實驗設施為主，包括關東大學院大學、都市基盤整備公團、株式會社小島、株式會社久保田、香港等各國相關實驗設施，同時嘗試蒐集其相關研究成果或運作模式等資料，作為規劃相關策略與措施方案之參考依據。

本所則已於台南性能實驗中心建置完成之衛生管路實驗設施，總高度超過 16 公尺，可模擬高度為五層樓之住宅建築，並採用其所規劃之三種實尺寸建築物污水排水立管系統（管徑為 100mm）實驗裝置，並分設水平長度超過二十公尺以上之排水橫主管（管徑 125mm 之透明管），可進行不同立管系統之排水系統污物搬送能力實驗以及標準試驗方法與程序之研究。並增設不同管徑之排水實驗配管系統，同時整合另案研究建置之局部配管污物搬送實驗設施，將可較為完整地涵蓋本研究或搬送性能檢測所需之設施基礎。

### 4. 檢討研議衛生管路實驗設施營運策略與健康建築排水系統相關措施方案

本研究透過國內外實驗設施參訪或資料收集、相關法令規範與基準之彙整比較，檢討相關設計理論之應用與演變，考量我國建築排水通氣系統之發展現況與需求，將對應規劃本所衛生管路實驗設施之營運策略，並擬議我國健康建築排水系統相關措施方案，嘗試提出排水通氣系統設計規範架構與草案；進而建立建築排水系統與衛生器具性能評估模式，檢討現行建築技術規則，推動新基準或規範之法制基礎，以切合國家建築性能實驗中心相關設備投資與技術樣成之目標，並能有效運用研究成果轉換成為政策基礎。

## 第二章 文獻回顧與排水設計理論探討

### 第一節 排水系統相關文獻彙整

給排水衛生系統之發展約可回溯至一個世紀前之英國，當時系統的雛形是以上水管道為基礎結構，而給水系統運用直結方式或接水槽方式；熱水供給系統則是採用多種熱源，排水系統採用水封機構。而人類的生活習慣發生變化，約是在鼠疫及十八世紀的產業革命之後，在屋內設置用水衛生器具的設計變革是促成近代給排水衛生系統形成的主要動力。在給水系統的發展過程中，供(熱)水系統的對象是以物體性質單一之清水，而輸送形態是壓力送水(滿流)方式，故於設計上能用一般的流體力學，因而在建築物給水利用之對策方面較為簡單；然而，在排水系統方面，搬送的對象是污雜物體不一之污水，輸送方式為非壓力送水(非滿流)；此外，還必須設置考慮防止管內污濁氣體外漏的機制，因此，要掌握管內的實際情況較為困難，故於設計上主要為憑藉經驗的累積。而為了防止管內的污染氣體與病媒蚊蟲侵入室內，人們採用了結構形式具有多種式樣之存水彎(trap)裝置，大致上可分為水封式和機械式，因機械式長期使用後易產生故障，因而未被廣範應用，而不含機械可動機置的水封式則被延用至今。[2][3][4][5]

在二十世紀初期，英國所建立的給排水技術體系，是以中低層建築為主。而在美國，為了防止給排水管路在寒冷的氣候下結凍，均要求排水系統的設計必須安裝在室內，而在超高層建築的建築規劃中，配管空間的問題成為重要之設計重點，因此美國開始嘗試建立新的設計理論，所以各國在設計的經驗與理論上略有不同。而在美國國家給排水配管規範中(National Plumbing Code, 1955)，排水橫管的管徑、斜率等為參數而求其排水量，再以排水立管的管徑、流速為參數而求其排水、通氣流量的計算方法等，經過長時間的研究發展與實驗後，其研究成果均被大量匯集與總結收錄。此外，關於存水彎的封水強度，是以非機械式、非隔壁構造的形式作為存水彎之標準模式，在封水強度方面規定 50mm 為最小的封水深度，而管內壓力相對於最小封水深 50mm 的存水彎，其壓力允許值為 245Pa (25mmAq)，根據通氣方式而規定排水橫管、排水立管的充水率。至於防止因自我虹吸作用而產生的破封的問題，則以設置通氣管應對。[2][3][4][5][7]

美國的先進技術大約從 1920 年開始被介紹到日本，而在二次世界大戰後期，

日本在參與駐日美軍的軍事設施建設的過程中，以及因應東京奧運會的來臨，集合住宅大量建設等影響，激發起吸收美國在該領域的先進技術之決心，亦加速日本技術標準制定工作的速度。因此，日本國內第一部建築給排水規範 HASS 206 於 1967 年被制定出來。而 HASS 206 是以美國的 NPC 為範本轉換而成，其間經過歷次修改，目前內容已逐漸充實並更適應日本國情。<sup>[2][3]</sup>

自 1960 年起，全球集合住宅的興建逐漸增多，而在排水系統上，伸頂通氣的排水系統方式雖可應用於低、中層建築物，但是對於高層建築物，其排水能力易出現問題。1960 年代末期，具有創新意義且能使排水能力大增的單一立管系統（SOVENT 管接頭）問世，1970 年代初期開始引進日本，同時間，多種類似系統之產品相繼開發成功，故此類產品於高層集合住宅、飯店建築上被廣泛採用，這類系統被稱為特殊管接頭排水系統。<sup>[3]</sup>其設計方法因要領而有所不同，當時美國並無使用此類特殊管接頭排水系統，因此較缺乏理論分析基礎，而日本在引進此系統之後，獨自研發設計方法。在此前提下，“排水通氣小委員會”、“集合住宅排水系統小委員會”所屬的日本空氣調和、衛生工學會的給排水衛生系統委員會，在都市基盤整備公團和各生產廠商的協助下，制訂出(HASS 218) 草案，內容明訂，集合住宅排水立管系統的排水能力試驗法。經規格委員會的“集合住宅排水系統的排水能力試驗法小委員會”的審查後，於 2000 年正式制定完成。同時納入 HASS 206 的修訂版本，確立了排水能力和設計法的關係。<sup>[5]</sup>

日本明治大學坂上恭助教授等曾針對建立存水彎性能實際評估方法進行研究，應用實驗數值利用轉換裝置將壓力再現，並釋放至測定存水彎樣本，以分析排水管內空氣壓力與水封振動模態，同時也開創評估自然振動頻率與逆流水流影響性的直角模型存水彎，配套提出存水彎水封自由振動實驗研究方法。實驗裝置係模擬 32 層高度的建築物排水立管，存水彎水封性能實驗儀器的再現性透過 108 公尺超高層排水實驗塔的定常流量排水實驗實測數據紀錄資料比對進行驗證，包括存水彎水封水位及空氣壓力變動。在坂上教授提出該成果之前，係以最小壓力值作為評估排水系統阻抗空氣壓力性能的指標。<sup>[16]</sup>

依據毛犖先生<sup>[1]</sup>研究成果指出，香港住宅社區發生 SARS 感染的可能因素包括：排水系統臭氣阻絕失效、給水污染、通風不良及蟲鼠侵擾等，台灣建築構造產生環境衛生問題應特別加以重視分別檢視。而香港淘大社區調查報告指出：「大部分住戶清潔浴室地面時，慣性以拖把抹地而不是用水沖洗，所以大部分連接地板排

水口的 U 形存水器（存水彎），很可能因乾涸而未能發揮隔氣作用」。

該研究並指出，國內目前習慣作法在馬桶、小便斗、洗臉盆、流理台及浴缸均依照規定設置存水彎，唯地板落水頭之排水管由於樓板厚度不足裝設存水彎，作法之一為將排水管設於樓板下方；或者將排水管理在樓板內，而不做存水彎。前者有排水噪音的困擾，後者產生不能阻隔臭氣的問題。結論亦針對淘大花園社區感染事件分析報告所提排水系統造成污染因素：存水彎失效及管線破損，在設計及使用管理上應加以注意。尤其必須針對存水彎失效的原因，如虹吸作用、迴壓作用、毛細管作用、蒸發作用等。<sup>[1]</sup>

國內曾於 1987 年嘗試引進日本給排水衛生設備規準・同解說 HASS 206 及美國 National Plumbing Code，規劃給排水衛生設備技術規範草案，內容涵蓋機器材料與施工、排水負荷設計計算及試驗檢查等，並參酌台灣本地實際需求，以對應自規劃設計開始至施工檢驗完成之各階段中，各專業技術人員的不同需求；惟未將本草案見諸法制化，以致大多數實際案例之建築排水通氣設備設計，仍依循建築技術規則相關規定而設計，部分則將前述國外各類規範的指針內容納入參考。<sup>[2]</sup>

## 一、相關研究文獻：

### （一）排水通氣系統相關研究

由於本研究牽涉到排水通氣系統的課題，因此必須瞭解有關於排水系統的過往發展，及國際間對於排水通氣的相關研究和發展方向等文獻之探討與回顧，而表 2.1 即為排水系統相關研究文獻的彙整，包含近年系統、實驗、調查、課題探討與研究成果等。

表 2.1 排水通氣系統研究文獻<sup>[4][7]</sup>

1.排水通氣系統的設計理論與系統分類相關研究和論文：	
a.	呂文弘，鄭政利，杜功仁，周衍均，2003，〈公寓式住宅建築排水配管系統現況調查及發展課題分析〉，建築學報，
b.	坂上恭助，2001，〈排水系統的現狀和課題〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。內容包括給排水系統形成、發展等歷史回顧與現狀課題探討、展望等。
c.	中華民國建築學會，1987，〈給排水衛生設備技術規範〉，中華民國建築學會編。內容包括給排水負荷設計計算、材料與施工及試驗並有排水系統分類的定義。
2.排水通氣設備性能實驗相關研究：	

a.	呂文弘，2005，〈二管式建築排水立管系統空氣壓力預測方法解析研究〉，台灣科技大學建築系博士論文。內容包括單管式系統與二管式排水立管通氣系統之實驗與空氣壓力預測理論解析。
b.	蕭江碧，鄭政利，杜功仁，呂文弘，2004，〈建築污水排水通氣系統性能實驗研究〉，內政部建築研究所成果報告。
c.	呂文弘，鄭政利，沈明德，2003，〈二管式排水通氣立管空氣壓力變動推估模式之研究〉，中華民國建築學會第十六屆建築研究成果發表會論文集。
d.	蕭江碧，鄭政利，杜功仁，陳文祈，2002，〈衛生管路與開放建築系統實驗設備規劃建置之研究〉，內政部建築研究所研究計畫成果報告。
e.	鄭政利，呂文弘，周衍均，2001，〈台灣第一座建築排水實驗裝置與基礎研究〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。
f.	須田宗夫，前田良隆，坂上恭助，2001，〈建築排水實驗的量測系統〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。內容包括排水實驗計測系統建置與實作。
g.	空氣調和・衛生工學會，1999，〈集合住宅排水立管系統的排水能力試驗法・同解說 HASS-218〉，空氣調和・衛生工學會編。內容包括排水試驗標準。
h.	鄭政利，1995，〈超高層住宅重力式排水系統管內壓力預測之研究〉，東京大學建築專攻工學博士論文。內容包括單管式系統排水實驗與通氣理論解析。
3.排水通氣系統調查相關研究與問題檢討：	
a.	鄭政利，杜功仁，2001，〈中高層住宅排水通氣系統調查與設計規範之研究〉，內政部建築研究所專題計畫研究成果報告。
b.	杜功仁，2001，〈台灣集合住宅浴廁給排水配管方式之比較研究〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。包括國內給排水配管的方式和做法等。
c.	江哲銘，1995，〈集合住宅管線系統調查與設置準則之研究〉，中華民國建築學會，內政部建築研究所委託。包括配管和設備設置、現況調查和問題探討。
4.排水通氣設備展望的相關研究：	
a.	呂文弘，2004，〈地板落水器具性能實驗研究〉，內政部建築研究所九十三年度自辦研究計畫成果發表會論文集。
b.	呂文弘，鄭政利，2004，〈建築排水器具性能實驗研究〉，第一屆台灣建築論壇-綠建築永續經營建築論壇論文集。
c.	坂上恭助，2001，〈排水系統的現狀和課題〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。包括排水系統的動向和國際間的展望。
d.	仲石正雄，河村憲彥，2001，〈特殊接管排水系統的技術特性與未來動向〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。包括單管式系統相關研究技術。
e.	上田筆利，2001，〈排水通氣閥的性能與適用性〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。本文包括通氣閥的構造、機能和通氣性能的實驗。

f.	清水康利，高良佳充，松下幸之助，後藤文彦，2001，〈廚餘絞碎機（鐵胃）用於建築排水系統的性能〉，亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。
g.	日本廁所協會，2000，〈第十六回全國廁所研討會資料集〉，日本廁所協會編。

## （二）排水橫管污物搬送性能相關研究

CIB-W62 自 1975 年創立起，針對橫管污物搬送性能於排水管內之搬移模式透過理論、操作實驗等方式進行驗證之研究。由表 2.2 可看出橫管污物搬送性能之研究仍有陸續重要課題。

表 2.2 CIB-W62 橫管污物搬送性能理論之研究

年代	發表人	研究主題
1970	N.sukashi& Y.Matsuo	馬桶器具污物搬移離之性能研究
1977	J A Swaffield	排水管內污物之分析
1981	J A Swaffield	橫管波動形式
1985	J A Swaffield	電腦輔助分析排水系統不穩定流速
1988	J A Swaffield	污物搬送影響在不穩定流速下之研究
1989	Y.yamamoto& Y.Matsuo	水平橫管流速數值預測理論
	Eskil Olsson	瑞典搬送性能要求之流速
1992	L.Galowin	污物搬送距離之排水管徑與低流速裝置之簡介
1993	L.Galowin	建築排水系統內污物研究
		低流速沖水馬桶對污物搬送之限制調查
1994	L.Galowin	低流速馬桶，污物測試與搬送
		沖水馬桶排放之量變曲線
1996	L.Galowin	檢測抽水馬桶之污物搬送性能表現要求
1997	L.Galowin	以果膠材質污物來看抽水馬桶污物搬送性能之標準需求
1998	L.Galowin	標準化模型檢測抽水馬桶污物搬送性能
1999	L.Galowin	排水設計污物搬送之合理基準設計
2004	J. Dirksen	排水管搬移實驗

## 第二節 排水系統設計理論及其演變

歐美給排水系統研究在設計規範方面，起步較日本早，而其排水通氣系統理論，則由國家給排水配管規範 NPC (National Plumbing Code) 收錄整合，成為世界上重要的參考資料。早期設計理論是依據 1928 年的胡佛規範 (Hoover Code) 為標準，此規範在 1940 年參考 Hunter 與 Wyly 的部分研究成果做為修訂依據，並於 1955 年頒佈後施行至今。<sup>[2][3][5][10][11]</sup>

早期排水系統設計方式是以限制排水管容許流量上限做設計，參照理論做計算的模擬與檢討。在美國是以排水器具單位 (Fixture Unit) 進行預測排水流量以決定排水管應設計多大管徑。排水管容許流量設計時檢討的管路包括水平橫管、垂直立管、通氣立管等。在水平橫管與垂直立管理論方面，最早為 Dawson-Kalinske(1939) 引用曼寧(Manning)的公式推導出計算模式，而後垂直立管計算理論再由 Wyly-Eaton(1952)推導出立管終端流速理論。<sup>[3][5]</sup>立管終端流速理論據便利性但缺乏對於排水管內之流體特性解析及對管內空氣壓力變動探討。

其後日本所提出的給排水設計規範 HASS-206 早期仍以排水器具單位法做管路設計規劃。爾後則針對排水管內之流體特性及管內空氣壓力變動研究，提出定常流量法再修訂設計規範。日本所給排水設計規範修正流體特性與同時使用率等問題使其與器具單位法有所區別。

建築物給排水系統由於是採行重力式排水，在排水立管內的變動是由空氣、水流、污物等交互作用，是混相的流體現象。由於受到重力的條件限制，在立管方面的研究多採用實體模型來做實驗。依據文獻指出，排水橫管與排水立管之組合型態會影響排水立管之排水性能，不當的設計容易引起排水立管內空氣壓力分布之不正常，更易造成建築物低樓層衛生器具存水彎產生跳水與破封現象，造成居住環境的衛生問題。而排水橫管之搬送污物能力亦為橫管之主要性能，搬送能力之強弱是橫管最主要的課題之一，故橫管須具備滿足良好之搬送污物能力，與不影響立管性能之兩項要點。而相關水平橫管性能研究文獻，有鎌田於 1986 提出的最小必要流速探討以及 L.Galwin 等在 1990 年後陸續發表於 CIB-W62 的論文，排水系統實驗性之研究及測試方法方面的研究發展歷程簡述如下，相關內容如表 2.3 所示。

### 1. 排水立管排水流速測定

Wyly 於 1961 年提出排水立管內環狀流的理論之後，1972 年日本學者後藤與

1973 年美國學者 B.J.Pink 兩者先後都以實驗或理論等方式來計算排水立管的流速，然其理論均無法確切的推算出論點<sup>[4][5]</sup>。之後，日本學者塚越等於 1981 年採用將鹽水注入排水立管，並在立管兩點間設置細微的電極感知器，以鹽水導電的原理嘗試求出計算立管流速的可能<sup>[5]</sup>；而在 1994 年日本學者坂上等利用排水立管充灌水來量測充水速率，並還原推估為排水立管內的流水速度。<sup>[5]</sup>

## 2.通氣流量測定

排水通氣研究中，單獨量測通氣流量較易於排水流體混相流速之量測。1973 年 Pink、1974 年 Schlag 等以熱線風速計量測排水通氣管內之空氣流速，其後日本方面亦沿用此方法量測通氣流量。1988 年齋藤、大塚等提出通氣流量與管內空氣壓力變動之關係，1996 年鄭政利、鎌田、倉淵等根據實驗，修正齋藤、大塚等提出的公式，並預測管內平均壓力分布與通氣流量。<sup>[2][10][11]</sup>

## 3.排水立管內空氣壓力變動測定

依據 Pink、Schlag 之理論及解析後，相關研究對於通氣流量計測便有了充分之掌控，故其後的齋藤、大塚等在 1988 年建立 30 公尺之實體模型，以及實際量測出排水立管管內空氣壓力分布實測圖形並進行解析<sup>[3][15]</sup>，此外，日本 1990 年於住宅都市公園實驗場建構 108 公尺高的排水實驗塔，進行超高層建築排水立管管內空氣壓力分布解析研究，鄭政利、鎌田、倉淵等於 1996 年提出排水立管內空氣壓力分布預測模式<sup>[14][15]</sup>；同時，英國學者 J.A.Swaffield 等則針對雙管式系統發表相關立管管內壓力預測理論模式與實驗解析結果<sup>[3][12]</sup>。

## 4.排水橫管般送污物能力

排水橫管與排水立管之組合型態會影響排水立管之排水性能，不當的設計容易引起排水立管內空氣壓力分布之不正常，更易造成建築物低樓層衛生器具存水彎產生跳水與破封現象，造成居住環境的衛生問題。而排水橫管之搬送污物能力為橫管之主要性能，搬送能力的強弱是橫管最主要的課題之一，故橫管必須滿足不能影響立管性能且需有良好的搬送污物能力等兩項要點。而相關水平橫管性能研究文獻，有鎌田於 1986 提出的最小必要流速探討以及 L.Galwin 等在 1990 年後陸續發表於 CIB-W62 的論文<sup>[7][13][17][18]</sup>。

## 5.建築污水排水立管性能實驗研究

國內建立實尺寸的排水實驗設施以來，逐年針對建築排水立管的性能、排水橫管的污物搬送性能等進行實驗研究；以單管排水立管系統為基礎，延伸探討台灣普

遍應用的排水通氣二立管系統性能，前階段之研究工作重點將是探討實體模型排水試驗方法，以及不同排水立管系統的垂直立管壓力分佈，並檢討可能造成衛生器具存水彎水封破壞的壓力規模與發生位置，確立未來設計查核的重要項目，規劃性能測試之標準作業程序；此外，並利用排水實驗量測記錄排水橫主管在不同管徑、不同洩水坡度與是否有水平彎管設計的水平橫管污物搬送能力，以比較分析配管管徑、洩水坡度等對於排水掃流能力的影響<sup>[2] [3] [4] [5][7]</sup>。建築給排水設備是建築物重要設備，也是綠建築省資源及提升環境品質的基礎發展課題，評估可行之排水系統性能試驗程序，將可擴大提升整體設計水準與使用機能。

表 2.3 建築排水系統性能理論研究之演變

研究主題	研究人員	主要研究內容
排水立管流速	後藤(1972) B.J.Pink (1973)	以實驗方法或理論嘗試推導排水立管排水流下速度。
	塚越(1981)	鹽水投入於立管兩點間之微小電極感知器測定排水流速。
	坂上(1994)	利用立管內充水率之測定推算排水流速。
通氣流量	Pink(1973) Schlag(1974)	以熱線風速計，量測排水通氣管內之空氣流速。
	齋藤、大塚(1988)	提出通氣流量與管內空氣壓力變動之關係。
	鄭政利、鎌田、倉淵等(1996)	根據實驗修正公式，預測管內平均壓力分布與通氣流量。
排水立管內空氣壓力變動	齋藤、大塚(1988)	建立 30 公尺左右之實體模型，量測出立管管內壓力分布實測圖形及解析與探討。 1990 年建造 108 公尺排水實驗塔，測試解析超高層建築排水立管之壓力分布。
	鄭政利、鎌田、倉淵等(1996)、 J.A.Swaffield(1996)	根據實驗解析結果，提出立管內空氣壓力分布預測模式。 立管內壓力預測理論模式與實驗解析結果。
	呂文弘、鄭政利、 沈明德(2005)	根據中高層排水通氣立管之組合實驗，以半經驗模式建立二管式排水立管內空氣壓力變動預測模式。
排水橫管搬送污物能力	鎌田(1986) L.Galwin (1990)	排水橫管最小必要流速之探討。

根據上述相關排水性能理論，當排水負荷層之高度大幅增加時，對於通氣管內之空氣壓力變化與相關樓層衛生器具存水彎之影響，以及包括振動噪音與反複作用應力對於整體排水通氣系統之影響等，都須透過調查與其他方式獲得進一步瞭解。

### 排水橫管污物搬送能力

本研究之實驗課題，係針對排水系統之橫主管之污物搬送能力進行實驗與分析，比較不同排水系統、負荷樓層及橫主管轉折與否，對於污物通過排水橫管距離的影響程度，並嘗試探求較為可行之設計對策。

## 第三節 排水系統流體現象與相關理論

### 一、建築排水立管內排水流體現象探討

器具排水流入至排水立管會形成一個隨時間變動且不穩定的流體現象，這種現象可引用作為相關研究的參考基礎。實際的排水立管中排水是一種包含有污物、排水及空氣的複雜混相流體現象；其中，排水立管內氣流發生變動，主要是管內排水流下時與空氣混流及與管壁之間的摩擦交互作用誘引所致。由於這樣的特性，在排水流入立管時，排水樓層以上各樓層產生正壓，而在以下各樓層則產生負壓的現象。

根據既往研究的結果顯示，通氣流量( $Q_a$ )已被認定是建築排水立管內空氣壓力變動預測模型解析的關鍵參數；再則，當通氣流量成為建築排水立管性能評估的關鍵項目時，後續的實驗操作解析過程中，可以被假設為類似送風機的氣流特性；因此，送風機的流體分析原理可被引用於建築排水立管內空氣流動現象的探討，藉由排水時各項參數的分析，如空氣密度、壓力、風速、重力加速度及阻抗係數等，以釐清其機械性能。實際上，送風機的操作動力來源為電力，而排水立管內產生空氣流動的能量來源為水的位能，從能量轉換的觀點來說，類似送風機理論在本研究中應可適用；換言之，建築排水立管內的流體現象，可利用類似送風機理論加以模擬。

圖 2.1 所示為排水立管內排水狀態與流動現象的概念，從圖中可以清楚瞭解空氣壓力變動解析的主要參數，包括空氣壓力、通氣流量、摩擦係數等，這些將是作為建築排水立管內空氣壓力分布預測模型的基本係數。

### 二、相關理論探討

美國給排水設計規範(National Plumbing Codes) 設計指針中部份被應用於設定排水系統容許流量之依據，以作為指引建築排水系統設計之規範。<sup>[3]</sup>參照日本於 1970 年代制定完成給排水衛生設備規準·同解說(HASS 203)所建立的理論基礎，定流量實驗方法已經被併用於執行法令規範之參考以及性能評估技術中。自 1990 年起日本根據超高層排水實驗塔(108 公尺高)及中高層排水實驗塔(30 公尺高)之實驗

結果與經驗，已經發展出排水立管內空氣壓力分布預測模型，同時建立了可行的操作程序。[5][6][12][14][15]

建築排水立管內空氣壓力預測模式，大致上將排水立管依排水流入位置分為四區，依其個別特性各有獨立的解析技術，各分區部位概念如圖 2.2 所示。此外，排水立管空氣壓力分布係以一定時間內定流量排水達到穩態情形所引起的空氣壓力變動平均值來呈現，並不包含排水流入時所產生的瞬間壓力變動。

#### (1) A 區

A 區(A Zone)代表排水樓層以上的伸頂通氣管部位，只有空氣流量變動，且空氣流量受管路內表面的摩擦力所影響。

#### (2) B 區

B 區代表排水樓層以下因排水由水平支管匯入立管時造成部分管徑閉塞，而誘引產生最大管內空氣負壓的部位。

#### (3) C 區

C 區代表在最大管內負壓後一直到產生正壓力的低樓層位置，立管內空氣壓力成等比例逐漸恢復平衡的部位。與類似送風機理論相同的原理，立管內部空氣壓力變動，是起因於水與空氣的位能與動能轉換，排水在立管內向下流動時，摩擦力與重力的交互作用下使排水落下加速度逐漸減緩，如圖 1 所示，進而使管內空氣壓力平穩地增加。

根據既往研究的經驗，作用於排水表面的摩擦力，推測與大部分管內排水與空氣的速度變動量平方值成比例關係。[5]

#### (4) D 區

D 區則代表接近低樓層位置，因由排水立管排水匯入橫主管之接續部位時會產生水跳現象(Hydraulic Jump)，而使立管內空氣呈現正壓的部位。D 區亦受空氣阻抗影響，可利用阻抗係數來計算 D 區的空氣壓力分布。

建築排水立管內空氣壓力預測模型中，立管通氣流量  $Q_a$  或管內風速  $V_a$  是一項關鍵因子的理論已被確認，可由  $Q_a$  或  $V_a$  導引推估排水立管各分區空氣壓力的公式，並可組合呈現完整的建築排水立管空氣壓力分布情形。本研究即有效運用依據此一理論所規劃的實驗設施，利用排水流量控制及評估立管內最大壓力變動產生位置的結果作為基礎，進行相關水封水位變動觀測實驗。

日本明治大學坂上恭助教授針對建立存水彎性能實際評估方法進行研究，將已知會影響水封損失共振現象，納入評估項目中，嘗試瞭解水封水位變動值，並解析

其影響因子及相關性。<sup>[16]</sup>

本研究依循單管排水立管的壓力變動分佈與預測模式理論，運用本所衛生管路實驗設施的單管式排水立管系統作為基礎，進行器具存水彎水封強度性能試驗的實驗解析作業，進一步探討其設計性能要件。

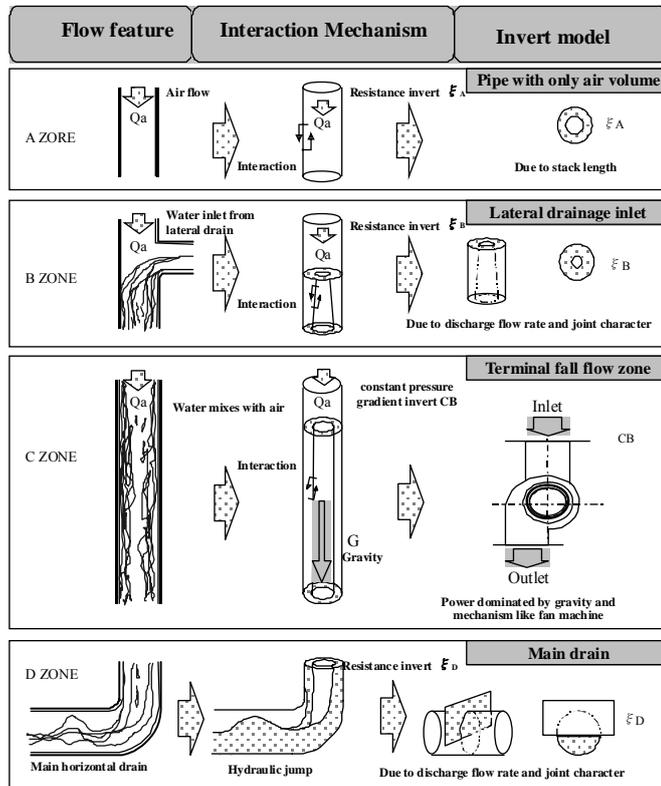


圖 2.1 建築排水立管內排水流體現象概念圖<sup>[10]</sup>

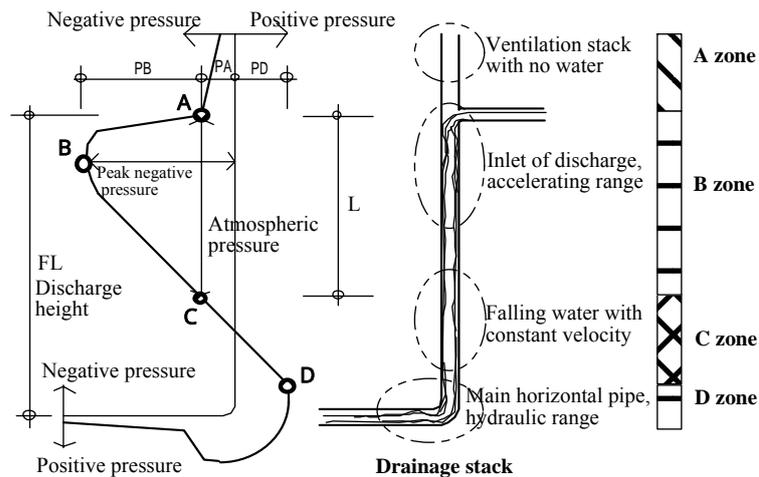


圖 2.2 垂直立管管內壓力預測模式分區概念圖<sup>[10]</sup>

## 第四節 小結

自 2000 年國內完成第一座中高層實尺寸排水實驗塔迄今，國外相關建築排水設計理論與規範文獻陸續被參考引進，本所建置之衛生管路實驗設施屬於低層實驗塔，相較之下，可以針對排水橫管或器具性能進行相關實驗研究。本研究計畫主持人自 2002 年開始陸續參與國相關國際研討會，期間並發表台灣在建築排水系統應用現況與實驗研究的初步成果，台灣在建築排水方面的研究成果亦逐漸在國際間進行交流，透過國際參與的機會，除引用相關設計理論與研究方法外，最新開發的衛生器具或設計技術，亦可逐步影響我國的建築排水發展。

目前國內應用的設計法令仍以 70 年代制訂的建築技術規則為主，參照國際間的規範與技術發展，我國的建築排水發展確有相當大的提升空間；除此，對部分排水系統或衛生器具所發生使用不便的問題，建築業界及使用者亦面臨無法解釋的窘境，因此，這些亟待更新的法律規範，以及設計或施工問題對策的基礎，必須仰賴研究資源與人力的投入，儘速完成分階段的技術提昇與研發能力養成。

## 第三章 建築排水實驗相關設施規範與國際技術交流

### 第一節 國內外既有建築排水器具性能測試相關設施

#### 一、內政部建築研究所衛生管路實驗設施

內政部建築研究所於台南性能實驗中心建置之實驗設施，設備館內平均挑高約為 17.6 公尺之室內實驗場，設施內容包含實驗平台與給排水集水槽及其配管、供電配線系統，另設置實驗控制室等。本項實驗裝置規劃三組排水立管系統，包括單管排水立管系統、雙管排水立管系統及特殊接頭排水立管系統，可模擬五層樓高住宅建築的建築污雜排水立管系統<sup>[10]</sup>；本研究之實驗對象，主要為排水橫主管路在不同樓層高度之負荷條件，以及不同器具沖洗方式下之搬送距離；而本實驗設施可概分為實驗設施與實驗儀器兩大部分；另外在實驗設施方面，可分為實驗平台與實驗塔兩部分，而實驗儀器亦可分為實驗平台、實驗塔與控制室等三大部分<sup>[10]</sup>。實驗設施包括配置於二層至五層之移動平台與整體衛浴、三組立管系統與橫管配管、給水系統及循環水供給系統等，如圖 3.1 至圖 3.4 所示。

整體衛浴組藉由移動平台的平移，可分別與三組不同立管連結，進行不同排水實驗之組合，整體衛浴系統包含之衛生器具有馬桶、面盆、浴缸、淋浴蓮蓬頭及其地板落水頭；同時，各層移動平台上排水型式亦區分為器具排水及定流量排水二種方式；器具排水係針對個別衛生器具的單次排流進行實驗觀測，而定流量排水則採取排水時，最嚴苛之定常流量排水進行系統性能實驗分析，可分別控制排水流量於 1.0 公升/秒至 4.0 公升/秒。

本實驗設施另於實驗控制室規劃儀器控制盤面、監視控制信號配管線、主要控制系統等，配合儀器自動監控介面之應用，有效提升實驗作業之效率。開放建築實驗構造系統設置於鋼構實驗平台 2 樓，其面積為長 12 公尺、寬 6 公尺，實驗平台規劃為四區，分別設置傳統衛浴系統、整體衛浴系統、牆前配管衛浴系統，以及新式衛浴系統等實驗區；其中並納入局部雙層樓板的樓板下配管設計，以探討水平配管空間對於住宅室內空間規劃的影響，以及與配管系統整合設計的可行性分析。<sup>[4][7]</sup>

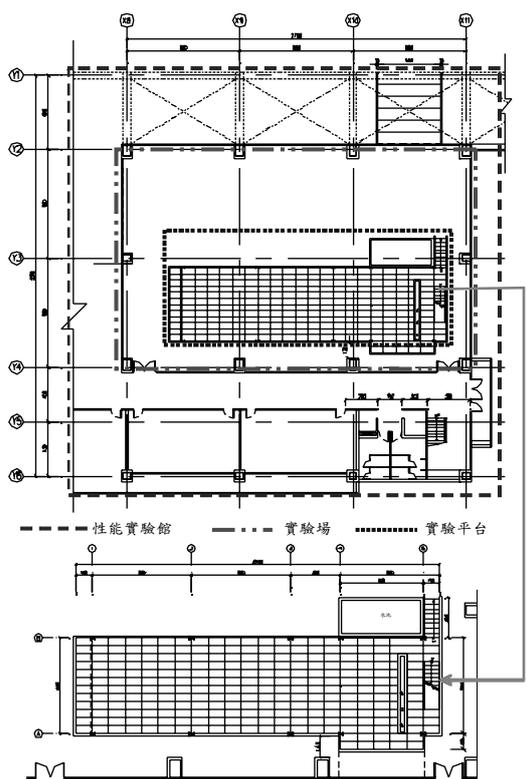


圖 3.1 實驗空間說明與實驗平台位置

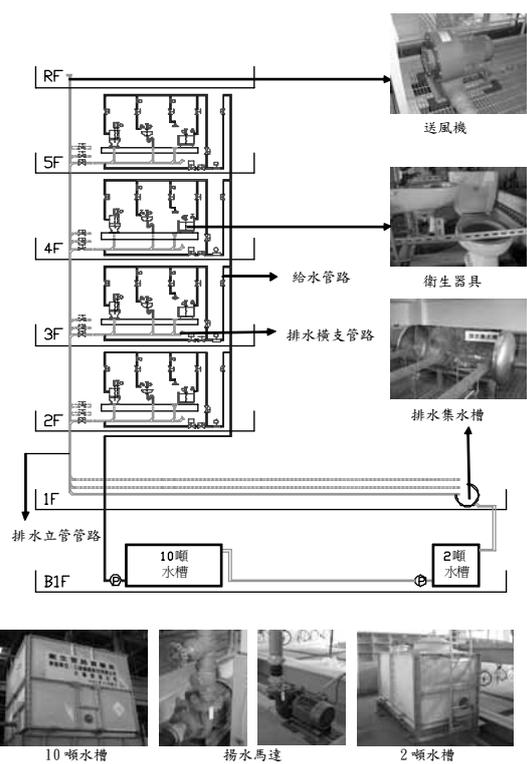


圖 3.2 實驗設施構成圖

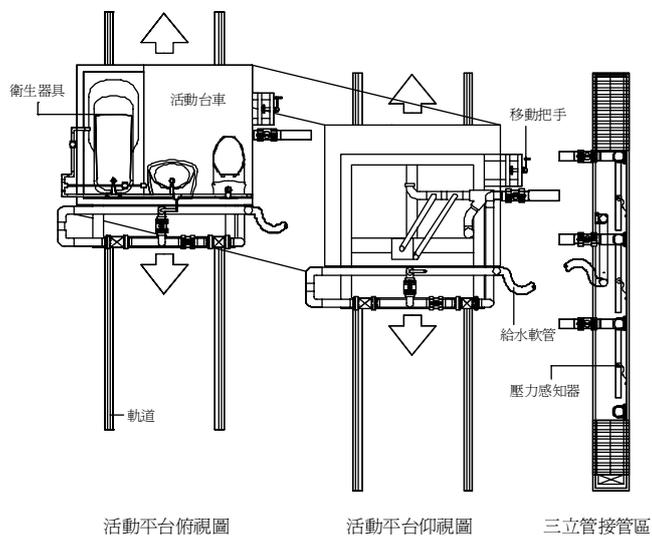


圖 3.3 實驗平台設施構造圖



圖 3.4 實驗平台設施照片

近年來，國內在公私部門之大力推廣宣導，以及全民環保意識抬頭之情形下，綠建築與水資源之使用效率等，均已獲得大幅提升，然而既有建築於換裝省水器具後，雖然可有效節省水資源之使用，但原有排水管路系統是針對非省水器具之排水量設計，若換裝省水器具，在排水量減少之情形下，將可能影響污物在衛生管路中之搬送能力；另一方面，當污物無法有效搬送至污水處理設備而停留在管路系統時，不但將阻礙後續污物排放，此時若衛生器具之存水彎因管內壓力作用而產生破封，對於整體排水管路以及居室內使用者之衛生與健康環境，將產生不良之影響。

建築排水橫管污物搬送性能實驗設施，分為兩大群：一、整體系統搬送性能實驗：包含現有整體實驗塔整體、排水橫支管、立管、橫主管路及既有給水、供電、監測系統等；二、局部系統搬送性能實驗：包含新增之橫支管路、小型馬達及循環供水系統等。

當既有衛生管路系統之衛生器具(1)換裝為馬桶器具時，因排水量之減少，對於整體排水系統之污物搬送能力可能產生影響，前期研究配合既有排水實驗塔，進行整體系統之污物搬送距離檢測實驗，主要實驗對象為排水橫主管路在不同樓層高度之負荷條件、不同器具沖洗方式下之搬送距離。一般光電廠房，或辦公類型等橫支管路距離較長之建築類型，當換裝省水器具時，對於污物搬送能力亦可能產生影響，除配合既有排水實驗塔外，本所亦新增局部實驗設施，進行局部系統之污物搬送距離檢測實驗，主要實驗對象為排水橫支管路在不同洩水坡度、不同器具沖洗方式、不同排水管徑等之負荷條件下之搬送距離。

局部實驗設施之建立部分，為配合不同洩水坡度、管徑、以及不同位置之管路彎折與角度進行模擬，本研究將利用現有實驗塔周圍空間，建置局部橫支管路

實驗設施，並設置於實驗塔底層及側面走道空間。

已增設完成之實驗設施構成如圖 3.5 至圖 3.8 所示，為配合實驗設計之高變動性，以及便於觀察量測，在實驗管材之選用方面，採用長度 2m 之透明壓克力管，並以快速接頭或止水帶進行接合，而在污物投入端之馬桶器具側，則是採用附滾輪之活動台架方式，以便未來管路轉折時，能有效提升實驗性能之機動性。

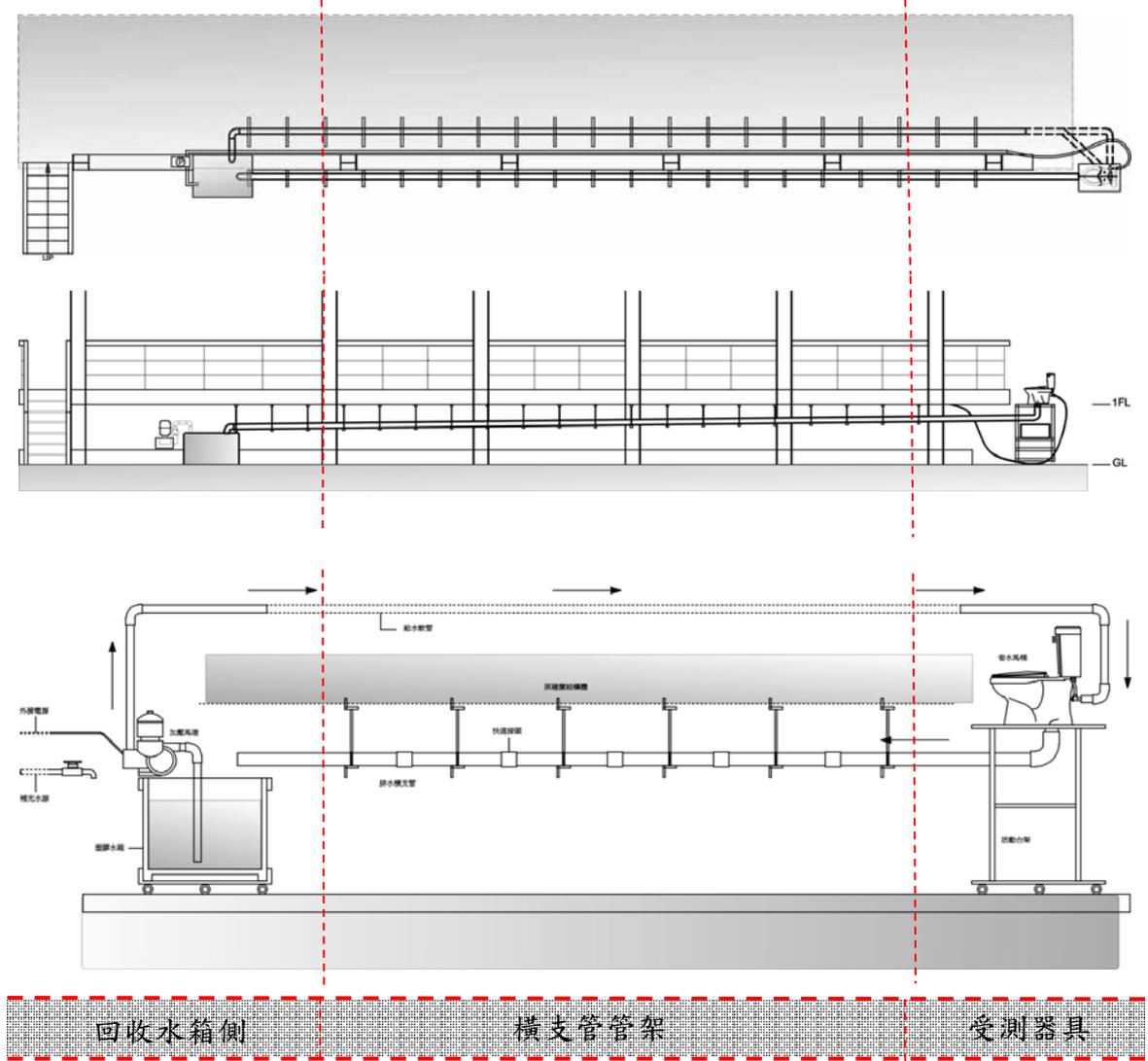


圖 3.5 局部實驗設施平面、立面與設施構成圖

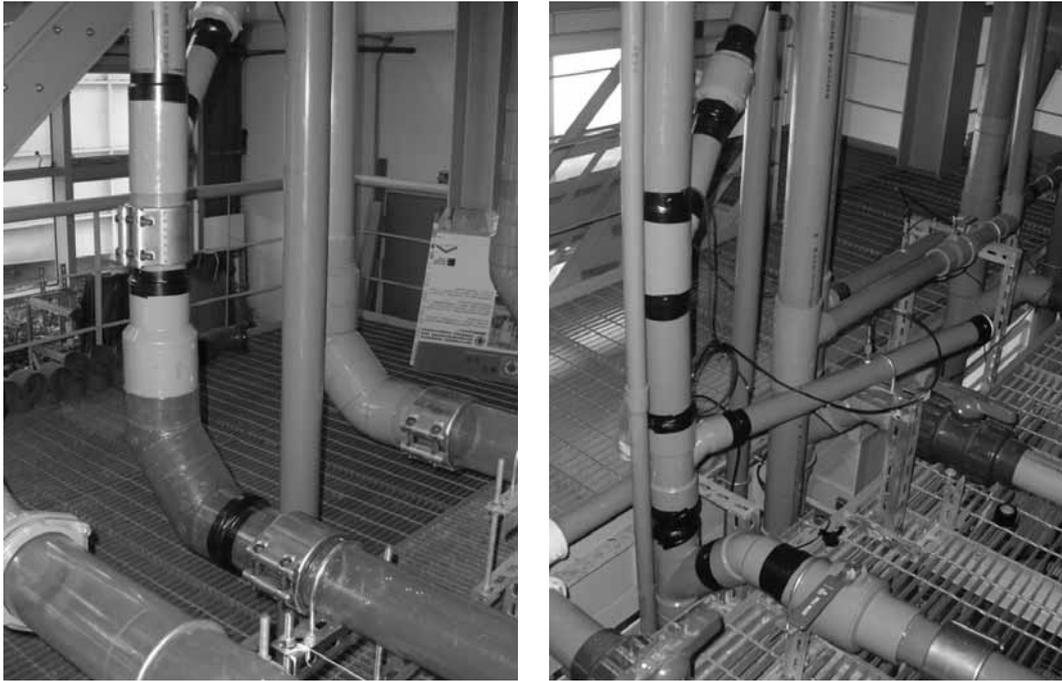


圖 3.6 觀測污物搬送能力實驗平台 1F 平面圖與立面圖<sup>[10]</sup>



圖 3.7 觀測污物搬送能力實驗平台 1F 平面圖與立面圖<sup>[10]</sup>



圖 3.8 排水橫管 45 度轉折修改狀況<sup>[12]</sup>

## 二、工研院節水實驗室

我國在建築用衛生器具之性能測定設施建置上，本研究初步蒐集數項可供本案參據之馬桶器具性能實驗設施，並藉由參訪瞭解其操作程序，對於後續檢討整體排水系統之污物搬送能力，有明確且寶貴之助益。目前包括：不同污物之清潔能力、髒污潔淨能力、橫管污物搬送能力、器具結構強度等。

國內器具廠商及國內研發檢測機關一般僅參照國際既有規範標準，針對器具產品本體性能進行測試，除工研院有開放對外接受檢測服務外，器具廠商則採內部檢測實驗室 (In-House Testing Laboratory.) 之性質營運。惟有關衛生器具本體水路構造之新設計個案並不普遍，且類型寥寥可數，其性能測試評定之委託業務量相對極少。故目前國內之衛生器具測試實驗設備，多以金屬類或閥類之耐久性 or 操作次數檢測為主，以及因應衛生器具爆裂所新增國家標準的結構強度測試項目等為主。目前國內相關機構所建置之衛生器具設備相關實驗設施，如圖 3.9 所示。

其它試驗項目，包括衛生紙 (短纖維) 清靜能力測試、ASME 標準尼龍球清靜能力測試、ASME 標準塑膠顆粒清靜能力測試、不同味增模擬污物清靜能力測試、衛生器具 (馬桶及小便斗) 內部髒污潔淨能力測試等。

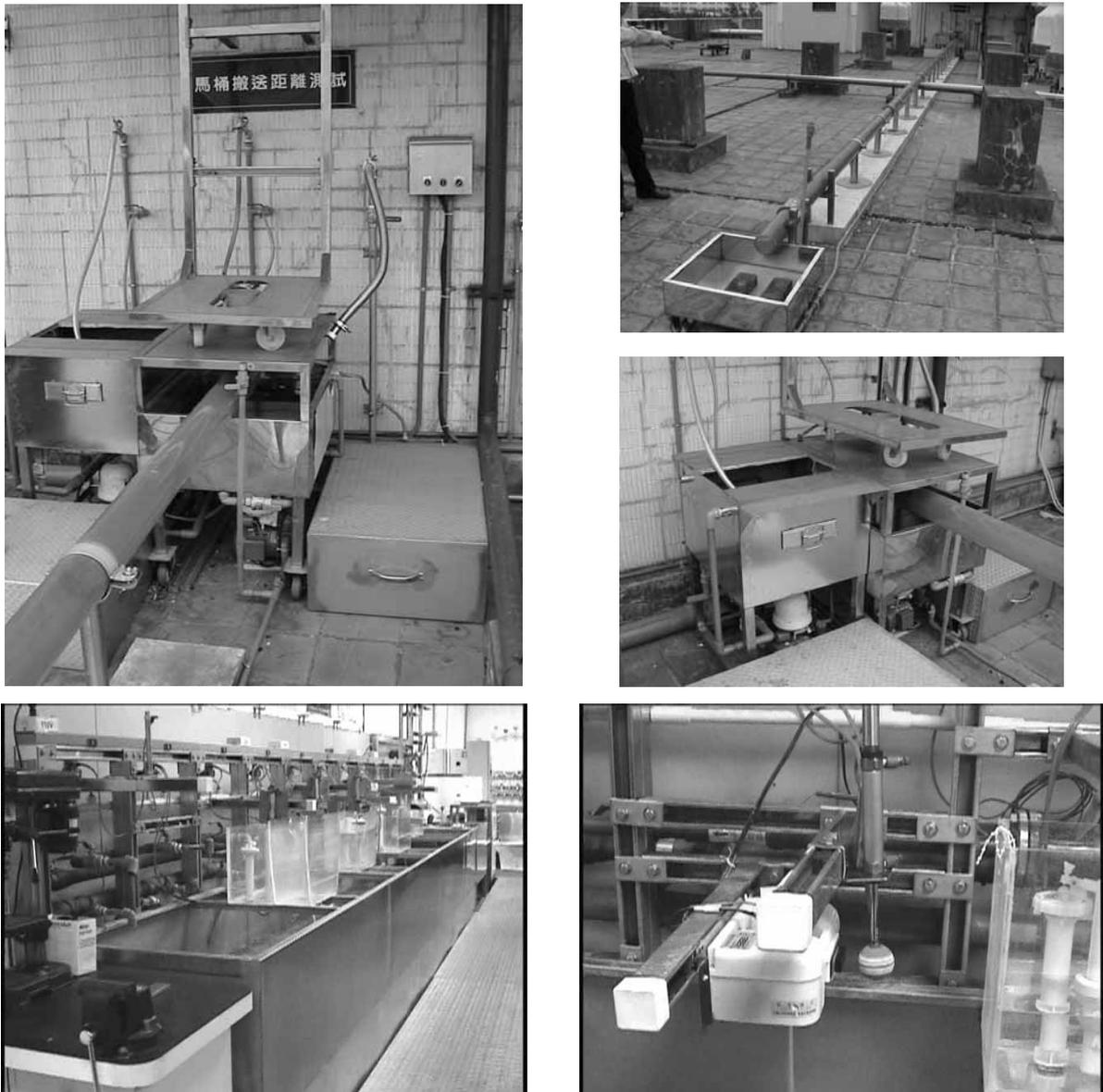


圖 3.9 器具排水實驗平台與橫管污物搬送性能實驗設施

### 三、和成興業（HCG）實驗室

和成興業（HCG）實驗室之實驗操作項目，包括器具耐衝擊測試、馬桶器具 ASME 標準塑膠顆粒清靜能力測試及器具洗淨性能等，其中馬桶器具清靜能力測試乙項取得 ANSI 美國國家標準實驗室之認證，為國內業界之技術先驅之一。試驗裝置如圖 3.10 及圖 3.11 所示。



圖 3.10 馬桶器具 ASME 標準尼龍球清靜能力測試程序圖



圖 3.11 馬桶器具 ASME 標準尼龍球清靜能力測試程序圖

#### 四、台灣東陶公司 (TOTO) 產品測試實驗室

台灣東陶公司 (TOTO) 產品測試實驗室之實驗操作項目，包括器具洗淨性能之不同測試、馬桶器具性能驗證與品管、衛生器具之設計與安裝介面實作等，如圖 3.12 至圖 3.16 所示；其中馬桶器具清靜能力測試乙項，多數引用日本 TOTO 總公司

之技術指引，係國內業界品研發與性能測試技術較為完整之廠商。



圖 3.12 馬桶器具衛生紙（短纖維）清靜能力測試程序



圖 3.13 馬桶器具標準尼龍球清靜能力測試程序圖



圖 3.14 馬桶器具 ASME 標準塑膠顆粒清靜能力測試程序圖



圖 3.15 馬桶器具味增模擬污物清淨能力測試圖



圖 3.16 衛生器具（馬桶及小便斗）內部髒污潔淨能力測試圖

### 五、日本 KUBOTA 公司排水實驗塔

計畫主持人赴日本大阪株式會社クボタ恩加島工場參訪，由株式會社クボタ產業機械營業部排水系統事業群產業推進部長 森 治夫及技術開發課排水系統課長 外山 敬之引導參訪，就排水實驗設施之運作及產品測試與研發作業進行意見交流。設施現況及參訪實錄如圖 3.17 至圖 3.24。



圖 3.17 外山 敬之先生、森 治夫先生及計畫主持人攝於株式會社クボタ排水實驗塔前（攝影：林孟昭）



圖 3.18 計畫主持人與外山 敬之先生於株式會社クボタ排水實驗塔討論屋頂排水器具研發（攝影：林孟昭）



圖 3.19 特殊接頭排水配管排水實驗現況  
(攝影：林孟昭)



圖 3.20 計畫主持人與森 治夫先生討論  
特殊排水接頭之設計與生產技術  
事宜 (攝影：林孟昭)



圖 3.21 計畫主持人於攝株式會社クボタ  
排水實驗塔之實驗用屋頂落水器  
具開發模型前 (攝影：林孟昭)



圖 3.22 實驗用地板落水器具模型之實驗  
連結配管 (攝影：林孟昭)



圖 3.23 森 治夫先生、計畫主持人及外山 敬之先生攝於株式會社クボタ排水實驗塔 15 層（攝影：林孟昭）



圖 3.24 株式會社クボタ 15 層排水實驗塔排水橫管 彎折配管排水實驗實況（攝影：林孟昭）

#### 六、日本都市基盤整備公團超高層排水實驗塔

位於日本八王子之都市基盤整備公團建置有 108m 高度之排水實驗塔，可模擬 35 層超高層集合住宅之排水系統，進行相關技術研究與產品性能驗證工作。除一般排水配管外，並加入特殊接頭排水系統之實驗研發項目，配合考量開放式住宅給排水配管系統之需求，亦將高架式彈性可變配管概念實作展示，實驗區內並有 KSI 住宅及排水接頭實驗展示品之實體樣品展覽，對於整體建築排水系統與器具研發課題相關領域均已完整涉略，可做為我國未來更進一步實驗研發與驗證設施之建置參考標的之一，如圖 3.25 至圖 3.28。

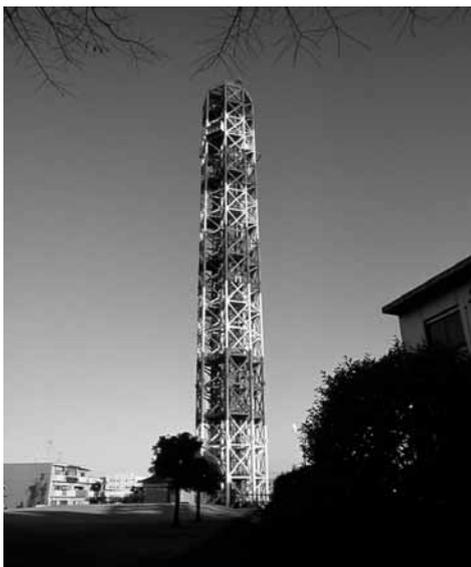


圖 3.25 日本東京八王子都市基盤整備公團 108m 排水實驗塔



圖 3.26 日本東京八王子都市基盤整備公團 KSI 住宅及排水接頭實驗展示品



圖 3.27 日本東京八王子都市基盤整備公團 108m 排水實驗塔中間層配管



圖 3.28 日本東京八王子都市基盤整備公團 108m 排水實驗塔實驗用廚具與配管

### 七、日本關東大學院大學排水實驗塔

本實驗設施隸屬於日本關東大學院大學大沢記念建築設備研究所，該排水實驗塔高度為 27m，由大塚 雅之教授研究室主導辦理建築排水系統與性能驗證相關研究工作，為目前日本國內最先進之建築排水實驗系統之一。現況如圖 3.29 及圖 3.30 所示。



圖 3.29 日本關東大學院大學 大沢記念  
建築設備研究所

圖 3.30 日本關東大學院大學 大沢記念  
建築設備研究所 27m 排水實驗  
塔

資料來源：日本關東大學院大學大塚雅之教授研究室 鈴木 孝彥提供

#### 八、日本小島製作所排水實驗設施

本項係位於日本名古屋之排水實驗設施，屬於器具生產業界自行研發與性能驗證之基礎設施，總高度為 27m，各層高度為 2.75m（如圖 3.31），共配置排水立管 4 組，橫管總長 10m，配置有器具排水（馬桶及洗衣機）及加壓給水之定流量排水系統（負荷流量從 0.5l/s 至 3.0l/s），可針對排水立管內空氣壓力變動、存水彎水封水位變動及排水管內空氣流量等項目進行實驗解析。

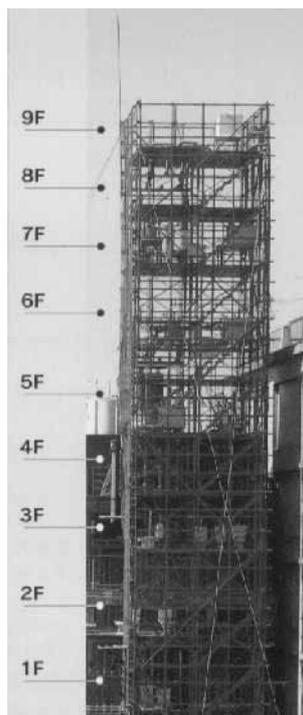


圖 3.31 日本小島製作所 27m 排水實驗塔  
資料來源：<http://www.kojima-core.co.jp/report.html>

### 九、香港理工大學（The Hong Kong Polytechnic University）排水實驗設施

在 2003 年 SARS 重創香港之後，類似陶大花園廣場之高層集合住宅中給排水通氣系統所可能發生的健康危害問題，已經受到世界各國與香港在地研究團隊的高度重視，香港政府部門亦投入大量預算支持相關研究，本次 CIB W062 2006 國際研討會中，香港理工大學已經展示出香港建築研究領域在該項議題之企圖與需求。

該項實驗設施為模擬 3 層高住宅之實驗塔，包括住宅用衛生器具與配管、可視化配管觀測系統、排水與通氣立管等相關配管、熱水給水系統及可彈性變動之樓板構造設施等，未來應可結合台港二地之設施功能，強化合作研發之可行性。（如圖 3.32）



圖 3.32 香港理工大學 (The Hong Kong Polytechnic University) 排水實驗設施  
資料來源：陳維田教授 CIB W062 2008 Proposal 簡報資料

## 第二節 國內外建築排水規範與試驗方法探討

### 一、我國建築技術規則建築設備編第二章建築排水通氣相關條文

我國建築排水設備系統之設計，主要是以建築技術規則建築設備編第二章第一節給水排水系統（條文第二十六條至第三十六條）為法令依據。建築技術規則對於建築給排水通氣系統相關規定管制內容包括：設計通則、施工試驗、配管材料（應符合國家標準）、排水管管徑及洩水坡度、管路配置之注意事項、排水負荷之器具單位負荷計算標準、排水管路清潔口、存水彎之設置位置、通氣管之型式與設計管徑之計算及排水中固體或污染物之截留或清除裝置等。然前述現行規定多年未修正更新，對應新技術、新設備的快速發展，實已無法滿足現況之需求，同時亦缺乏相關之設計規範或基準。

建築技術規則建築設備編第二章有關給水排水系統及衛生設備之規定區分為給水與排水系統及衛生設備等二節次，對應建築排水設備系統之技術發展與各國法令規定之研修方向，其中有關排水系統相關性能測試規定彙整如下：

建築技術規則建築設備編第二章第二十八條為管路試驗之規定：

給水管路全部或部份完成後，應加水壓試驗，試驗壓力不得小於十公斤／平方公分或該管路通水後所承受最高水壓之一倍半，並應保持六十分鐘而無滲漏現象為合格。排水及通氣管路完成後，應依左列規定加水壓試驗，並應保持六十分鐘而無滲

漏現象為合格，水壓試驗得分層、分段或全部進行：

- 一、合部試驗時，除最高開口外，應將所有開口密封，自最高開口灌水至滿溢為止。
- 二、分段試驗時，應將該段內除最高開口外之所有開口密封，並灌水使該段內管路最高接頭處有三·三公尺以上之水壓。
- 三、分層試驗時，應採用重疊試驗，使管路任一點均能受到三·三公尺以上之水壓。

我國建築技術規則建築給排水通氣系統相關規定管制內容包括：設計通則、施工試驗、配管材料（應符合國家標準）、排水管管徑及洩水坡度、管路配置之注意事項、排水負荷之器具單位負荷計算標準、排水管路清潔口、存水彎之設置位置、通氣管之型式與設計管徑之計算及排水中固體或污染物之截留或清除裝置等，對於排水立管與橫主管的排水通氣性能或評估試驗法，目前則尚無規範。然前述現行規定自民國 63.2.15 發布施行，迄今已逾三十年尚未有修正更新，對應新技術、新設備的快速發展，實已無法滿足現況之需求，同時亦缺乏相關必要之設計規範或基準。因此，國內相關專業技術人員除依既有建築管理法令及下水道法相關規定執行設計業務外，參考沿用美、日各國規範者亦屬眾多。各國應用普遍的排水通氣系統設計規範則有 National Plumbing Code、International Plumbing Code(1995.01)、給排水衛生設備規準·同解說 HASS-206 (2000)等。<sup>[2]</sup>

而在建築排水通氣設備相關之國家標準規範方面，除已普遍商品化之衛生器具其性能與試驗法標準較為周全外，性能評定標準部分則僅有住宅用設備組件之排水試驗法及耐濕與防水試驗法等，但是仍僅屬配管或器具構件部分之規範標準，且標準制定時間亦已久遠（如表 3.1），對於建築規劃與設備系統設計、施工及性能驗證需求，並無實質幫助。至於有關建築排水通氣系統性能標準或試驗方法，則尚無相關國家標準被提出或制定。現行國家標準有關衛生器具及配管與配件之標準項目極少。

表 3.1 住宅排水衛生設備相關國家標準彙整<sup>[2]</sup>

標準編號	標準名稱	制（修）訂時間
CNS 5957 A3106	住宅用設備組件之排水試驗法（Method of Test for Drainage of Equipment Units for Dwellings）	1980.08.13
CNS 5957 A3107	住宅用設備組件之振動試驗法（Method of Test for Oscillation of Equipment Units for Dwellings）	1980.08.13
CNS 5957 A3108	住宅用設備組件之強度及耐久性試驗法（Method of Test for Strength and Durability of Equipment Unit for Dwellings）	1980.08.13

CNS 5957 A3110	住宅用設備組件之保溫及隔熱試驗法 (Method of Test for Heat Insulation of Equipment Units for Dwellings)	1983.07.11
CNS 5957 A3112	住宅用衛生設備組件之耐濕及防水試驗法 (Method of Test for Moisture - proof and Water - proof of Sanitary Unit for Dwellings)	1980.08.21
CNS 4439 A1021	住宅用衛生設備組件模矩尺度 (Modular Co-ordinating Sizes of Sanitary Units for Dwellings)	1991.03.15

現階段由於綠建築審查之衛生設備各項產品皆以省水標章為審查依據(省水標章馬桶器具規範說明如表 3.2)，是故市面上的產品全面更新為省水器具，為瞭解省水器具對於排水系統搬送性能之影響，以提出建議。

表 3.2 省水標章馬桶器具規範說明

規範說明 產品規格	產品包含馬桶本體、水箱、水箱配件及沖水器
一段式馬桶器具	<ol style="list-style-type: none"> <li>一段式馬桶器具每次沖水量須在6公升以下(含)。</li> <li>馬桶尿液殘留測試之稀釋倍數須在100倍以上。</li> <li>產品須符合CNS3220及CNS3220-1國家標準之品質相關規定。</li> <li>產品須通過CNS3221洗淨、漏水、漏氣、排水路性能試驗；及依美國機械工程師協會ASME-A112.19.6-1995驗標準，平均每顆浮球移動距離達13公尺以上。</li> <li>產品型錄上應清楚標示該產品馬桶本體、水箱及水箱零件之型號、適用之建築條件與明確之施工說明。</li> <li>若產品僅外觀、顏色等差異而不影響省水功能及品質者，經提供產品差異分析，視為同一系列產品。</li> </ol>
兩段式馬桶器具	<ol style="list-style-type: none"> <li>兩段式馬桶器具每次沖水量大號須在6公升以下(含)，小號須在3公升以下(含)。</li> <li>大號時尿液殘留測試之稀釋倍數須在100倍以上，小號時尿液殘留測試之稀釋倍數須在20倍以上。</li> <li>產品須符合CNS3220及CNS3220-1國家標準品質相關規定。</li> <li>產品須通過CNS3221洗淨、漏水、漏氣、排水路性能試驗；及依美國機械工程師協會ASME-A112.19.6-1995試驗標準，平均每顆浮球移動距離達13公尺以上</li> <li>產品型錄上應清楚標示該產品馬桶本體、水箱及水箱零件之型號、適用之建築條件與明確之施工說明。</li> <li>若產品僅外觀、顏色等差異而不影響省水功能及品質者，經提供產品差異分析，可視為同一系列產品</li> </ol>

我國建築管理法令目前正朝向條文式與性能式法規併行的階段，首先是在建築防火性能法規上的發展，目前已完成相關防火安全設計及防排煙避難設計條文之增修作業，提供設計建築師更多彈性設計的選擇，本研究將參據各國規範之經驗，規劃研擬我國建築排水通氣系統規範架構及草案。

## 二、衛生器具相關國家標準（CNS）

國內標準試驗以國家標準為依據，CNS3220 中明定水洗馬桶適用範圍、坯體材質、種類、沖水量、形狀及尺度、外觀品質及性能、標示、檢驗各項目，其各項目列表如下：

表 3.3 CNS3220 各規範列表

規範項目	規範內容	
適用範圍	陶瓷製水洗馬桶	
坯體材質	以長石、矽石、黏土為主要成分，經高溫燒製而成	
種類	使用方式	1.坐式 2.蹲式
	水箱配置	1.單體式 2.雙件式
	水洗方式	1.沖水式 2.虹吸式 3.噴射式 4.漩渦虹吸式
沖水量	一般水洗馬桶	一般水洗馬桶之一次沖水量應在 9 L 以下。若具分段沖水裝置時，小段沖水量應在 4.5 L 以下。
	省水水洗馬桶	省水水洗馬桶之一次沖水量應在 6L 以下。若具分段沖水裝置時，小段沖水量應在 3L 以下。
形狀及尺度	馬桶排污口中心至牆距離 D=0,240,260,280,300,320,340,400(mm)	
外觀品質及性能	洗淨性	污染代用品完全排出，染料痕跡完全消失
	排水性	規定木質球能通過馬桶之排水路
	漏氣性	最少需能抵住 25mm 水柱之空氣壓力
	漏水性	水量消失不得大於自然蒸發率
標示	製造廠商名稱或其商標、種類名稱（或代號）、沖水量、製造年月	
檢驗	CNS3221（衛生陶瓷器檢驗法）	

目前國內以積極推動採用省水衛生器具，然而使用省水器具雖可以對環境減少相當衝擊，但對於排水系統是否能正常運作，並無法由相關文獻中得知；目前日本仍以 8L 為馬桶最低用水量，最主要的考量即為馬桶器具搬送性能對於排水系統是否會產生問題，採取保守的態度。

本研究檢討建築技術規則建築設備編部分條文，提出建議增修訂方向如下，修正條文對照表草案如附錄二。

- (一) 第二十六條通則規定，增列性能式條文規則與授權訂定性能設計規範之條文，如採納日本或 NPC 之設備系統設計規準或規範與解說之法令層級架構進行規劃。
- (二) 第二十七條材料規定，目前已有相關配管材料之國家標準，如無國家標準之項目，亦得依中央主管建築機關認可之其他材料製成，因此本項得予以簡化，減少因材料種類列舉遺漏造成適法上的疑慮。
- (三) 第二十八條管路試驗，本項應僅為原則性之授權條文規定即可，有關試驗方法與程序或判定基準則得另於試驗標準方法或規範中明定，除可增加設計彈性外，另可促進學術研究成果的應用成效。國際間已有相關試驗標準或方法，建議於後續實驗研究終將國內常用系統納入比較實驗項目之一，即早確立國內本土之排水管路試驗標準，俾能依循辦理系統性能驗證工作。
- (四) 第二十九條給水排水管路配置規定，有關建築給排水配管之配置建議增訂露明配管之強制規定，除可有效確保建築物結構體符合原結構設計強度外，同時可導入配管色彩管理之構想，並將有助於配管之檢修與汰舊換新工作。另給排水配管路之配置規定建議除原則性的管制條文以外，應可增列管道空間與色彩管理之具體執行規範，確保配管空間之安全性、操作性與維修性，同時可有效達到衛生安全管理的目標。其次，給水、污雜排水及雨水排水等配管之材料或性能要求差異相當大，建議本條文區分成三大類加以規範，提高設備資材之使用效益建材，節省地球資源。
- (五) 第三十條給水系統管徑規定，給水系統管徑之決定，除依設計壓力與衛生設備器具種類檢討外，可將依照使用頻率及其他給水壓力負荷之需求，納入後續設計規範草案中明定。
- (六) 第三十一條給水箱及加壓設備規定，給水蓄水槽或其他加壓設備係須同時兼顧自來水之水質與供水壓力需求，對於儲存設備應有的容量與設計原則，建議納入規範草案，增進設計之彈性與鼓勵新技術之研發。
- (七) 第三十二條排水管管徑及坡度規定，排水管之設計管徑及排水橫管之坡度，除依照表列條文規定之設備單位計算設計外，應得另依衛生器具設計數量及可能之同時排水負荷進行計算分析，以確定排水管設計可達到流暢排水之配管目的。
- (八) 第三十三條存水彎規定，存水彎構造為一簡單機械機制，此裝置可有效阻絕排水管內臭氣及害蟲侵入室內，確保居住環境的衛生健康。依此概念進行排水通氣管設計，衛生器具及排水器具或設備之排水口均應連結存水彎後始得與排水管連接。另存水彎之封水深度須介於五公分至十公分之間，以發揮其

產品設計功能。目前市面上販售許多型式的器具或地板排水用存水彎，以對應新建築物排水系統設計施工之需要或既有建築物維修更新之需要，惟部分存水彎新產品卻有誇大其排水性能的現象，因此對於存水彎之構造設計與性能驗證，應另研擬性能評估法與試驗法進行產品檢驗，提供並導正設計或使用者正確的產品性能概念，同時可要求比照一般商品之性能與規格標示制度，建立完整的產品標示機制，有效管制廠商對於銷售產品之品質控管及保護消費者之權益。

- (九) 第三十四條排水系統清潔口規定，清潔口之設計係針對排水管進行日常檢修清潔工作需要所設置，如同一般設備機械一般，排水通氣系統的功能需要定期保養維護始得確保，因此除了針對清潔口之設計管徑與裝設位置之規定事項外，對於定期清潔保養之作業週期與作業方式，應檢討於設計規範與使用手冊中分別規範之。
- (十) 第三十五條通氣管規定，通氣管之設計在於平衡排水管內因為排水流下時造成排水管內空氣壓力失衡的現象，排水通氣二管式系統為國內常用之設計型式，通氣裝置種類依排水管之位置大致分為個別通氣方式、回路（loop）通氣方式、伸頂通氣方式（立管通氣方式）、特殊通氣方式，其設計應依設計排水管型式併同檢討；為對應超高層建築之特殊性及配管道空間的限制，除了採用排水通氣配管分設之系統型式外，排水通氣系統合併設計的單管式系統亦有發展機會，因此排水通氣系統之相關條文規定應建立納入新開發之系統與工法之快速增修機制，避免僅以條文式規定限制新技術工法之應用與推廣。
- (十一) 第三十六條油脂截留器或分離器特殊場所之排水須加裝油脂截流器或沈澱分離器，以避免污雜排水中所含可能造成排水管阻塞的特殊物質流入或附著於管壁、或流入公共雨污水下水道中，影響整體排水系統之機能。惟不同型式之建築使用用途隨社會文化之發展與變遷不斷推陳出新，如沿用表列列舉用途的條文規定方式，新用途使用類別恐無法逐一對應適用，並將造成法令修訂緩不濟急或修法頻繁的困境。因此建議另訂增修訂作業程序簡化合宜的規範因應。
- (十二) 第三十七條衛生設備數量規定，衛生設備之設置數量雖依表列空間規模及收容人數進行估算，惟具有大規模集中使用且同時使用率相當高的建築物種類，依現況而言均無法滿足使用者的需求，建議進行使用強度調查分析研究，並參考國外設備設計基準，以研訂合理的設計基準提供設計人員依循；同時應可增加前類建築物中男女共用衛生器具空間的彈性設計規定，

以提高設備器具的使用效益，達到資源節約的永續設計目標。

(十三) 洗手槽設置數量規定，本條條文規定以寬度基準進行檢討似有不妥，洗手槽和面盆之設計數量建議比照衛生器具之設計，依使用強度或需求檢討修正之。

## 二、National Plumbing Code (NPC)及 International Plumbing Code (IPC)

IPC 2003 相關性能試驗規定如下：

- 312.1.1 試驗標準
- 312.2 排水通氣系統 水試驗
- 312.3 排水通氣系統 空氣試驗
- 312.4 排水通氣系統 最終試驗
- 312.5 給水系統試驗
- 312.6 重力式污水試驗
- 312.7 外力式污水試驗
- 312.8 暴雨排水系統試驗

## 三、歐盟 BS EN 12056 及 BS EN 12380

BS EN 12056-1 至 EN 12056-5 之之規範主題如下：

- EN 12056-1: 重力式室內排水系統—第一部：基本要求及執行要求
- EN 12056-2: 重力式室內排水系統—第二部：衛生管路、設置與計算
- EN 12056-3: 重力式室內排水系統—第三部：屋頂排水、設置及計算
- EN 12056-4: 重力式室內排水系統—第四部：廢水抽取、設置及計算
- EN 12056-5: 重力式室內排水系統—第五部：設置及測試排水系統，操作說明、維護及使用
- EN 12380: 排水系統用氣壓平衡吸氣閥—規定、測試法與符合性評估(Air admittance valve systems (AAVS))

EN 12056-2 之規範架構包括：1 目的、2 參照標準、3 定義、4 系統配置、5 設置規則、6 計算及附錄資料 (國家及各地區規章與實作、橫主管承載量、計算範例與相關參數、尺寸計算，以及各國之補充標準等)。規範章節目次如下：

- 1 目的
- 2 參照標準
- 3 定義
  - 3.1 總則

- 3.1.1 廢水
- 3.1.2 家用廢水
- 3.1.3 商用廢水
- 3.1.4 灰水 (雜排水)
- 3.1.5 黑水 (污水)
- 3.1.6 雨水
- 3.1.7 樓層平面
- 3.1.8 排水系統
- 3.1.9 混流系統
- 3.1.10 分流系統
- 3.2 排水管及接頭
  - 3.2.1 衛生排水管路
  - 3.2.2 宣示尺寸 (DN)
  - 3.2.3 內徑 ( $d_i$ )
  - 3.2.4 外徑 ( $d_a$ )
  - 3.2.5 最小內徑( $d_{i \min}$ )
  - 3.2.6 旁支管 (branch discharge pipe)
  - 3.2.7 平角接管 (square entry)
  - 3.2.8 尖角接管 (swept entry)
  - 3.2.9 接頭 (connection bend)
  - 3.2.10 排水立主管 (discharge stack)
  - 3.2.11 立主管位移管 (stack offset, 業界習稱為轉折處)
  - 3.2.12 橫主管 (drain)
  - 3.2.13 管內水深比 (filling degree)
- 3.3 通氣管路 (ventilating pipework)
  - 3.3.1 通氣管 (ventilating pipe)
  - 3.3.2 旁支管通氣管 (branch ventilating pipe)
  - 3.3.3 立主管通氣端 (stack vent)
  - 3.3.4 通氣立主管 (ventilating stack)
  - 3.3.5 氣壓平衡吸氣閥 (air admittance valve)
- 3.4 器具
  - 3.4.1 家用衛生器具 (domestic sanitary appliances)
  - 3.4.2 非家用衛生器具 (non-domestic sanitary appliances)

- 3.4.3 地板落水頭 (floor gully)
- 3.4.4 存水彎 (trap)
- 3.4.5 水封深度 (depth of water seal (H))

### 3.5 計算

- 3.5.1 排放單位 (DU)
- 3.5.2 使用頻率係數 (K)
- 3.5.3 廢水流量 ( $Q_{ww}$ )
- 3.5.4 連續流量 ( $Q_c$ )
- 3.5.5 排水泵流量 ( $Q_p$ )
- 3.5.6 總流量 ( $Q_{tot}$ )
- 3.5.7 流量承載量 ( $Q_{max}$ )
- 3.5.8 空氣流量 ( $Q_a$ )

## 4 系統配置

- 4.1 總則
- 4.2 系統分類
- 4.3 型式
  - 4.3.1 主管通氣系統型 (Primary ventilated system configurations)
  - 4.3.2 二管通氣系統型 (Secondary ventilated system configurations)
  - 4.3.3 無通氣旁支管型 (Unventilated discharge branch configurations)
  - 4.3.4 通氣旁支管型 (Ventilated discharge branch configurations)

## 5 設置規則

- 5.1 依照歐洲標準
- 5.2 防溢水保護
- 5.3 臭味
- 5.4 存水彎水封
- 5.5 製品尺寸
- 5.6 通氣
- 5.7 氣壓平衡吸氣閥

## 6 計算

- 6.1 總則
- 6.2 基礎數據
  - 6.2.1 管徑
  - 6.2.2 排放單位

6.2.3 由非家用排水器具排水

6.3 流率計算公式

6.3.1 廢水流量 ( $Q_{ww}$ )

6.3.2 使用頻率係數 ( $K$ )

6.3.3 總流量 ( $Q_{tot}$ )

6.3.4 計算規則

6.4 旁支管之設置

6.4.1 無通氣管法 (Unventilated discharge branches)

6.4.2 設通氣管法 (Ventilated discharge branches)

6.4.3 設置氣壓平衡吸氣閥法 (air admittance valve for branches)

6.5 排水立主管之設置

6.5.1 主管通氣法 (Primary ventilated discharge stacks)

6.5.2 次管通氣法 (Secondary ventilated discharge stacks)

6.5.3 設置氣壓平衡吸氣閥法 (air admittance valve for discharge stacks)

6.5.4 通氣管路 (Ventilating pipework)

6.6 橫主管之設置

6.6.1 總則

附錄 A(資料附錄)

A.1 國家及各地區規章與實作

附錄 B(資料附錄)

B.1 橫主管承載量

B.2 廢水流量表

附錄 C(資料附錄)

C.1 計算範例

C.2 資料與參數

C.3 排水速度總合

C.4 垂直管尺寸計算

C.5 橫主管尺寸計算

附錄 D(資料附錄)

D.1 一般器材之歐洲標準以及在廢水系統領域中之補充歐洲標準

**四、日本給排水衛生設備規準・同解說 (SHASE-S)**

(一) 設計技術規範架構彙整如下：

- 1.基本原則
- 2.用語定義
- 3.配管
- 4.排水通氣設備
- 5.衛生器具設備
- 6.排水再利用設備與雨水利用設備
- 7.特殊設備
- 8.性能評價

(二) 技術要項架構如下：

- 1.衛生器具設置數量的檢討與確定
- 2.給水管徑的決定
- 3.排水通氣管徑的決定
- 4.雨水排水管徑的決定
- 5.油脂截留器的決定

(三) 施工階段相關試驗要求事項如下：

#### 10.4.3 建築物內污水與雜排水通氣系統的試驗

- (1)滿水試驗
- (2)水壓試驗
- (3)氣壓試驗
- (4)煙試驗
- (5)通水試驗

#### 10.4.4 敷地排水系統的試驗

- (1)滿水試驗
- (2)通水試驗

#### 10.4.5 建築物內雨水系統的試驗

#### 10.4.6 設備單元類的試驗

- (1)工廠內試驗
- (2)設置後試驗

排水通氣系統設計手冊架構之研擬：參考日本給排水衛生設備規準・同解說 HASS 206(2000)之規範架構，並彙整我國前期研究所提出之設計規範草案內容，本研究擬將設計手冊之章節架構區分為規範解說與技術要項等二大篇，並檢討納入可行之規範事項，規劃完整之設計手冊雛形，配合後續設計技術要項之編撰，以及建築技術規則之檢討修訂條文，建立相關性能評估方

法或標準，即可建立完整之建築排水設計規範內容。

相關設計施工規範之參考引用：築排水通氣設備之發展日新月異，因此對於新研發且具有實際推動效益之設備或工法應積極推廣，並可於規劃之規範架構中納入得引用有關規格或規範之條文，作為本規範或手冊之一部分，可提高其適用範圍與增修之彈性。

本研究研議之建築排水通氣系統設計規範草案如附錄三。

## 五、集合住宅排水立管系統排水能力試驗法（HASS 218）

### （一）總則

- 1.1 適用範圍 此規範是關於集合住宅排水立管系統的清水負荷對排水能力和試驗方法的相關規定。
- 1.2 用語說明 主要用語，本規範採用的定義如下：
  - （1）排水立管系統 排水立管接續昇頂通氣管、排水橫支管、排水橫主管和彼此接續部分構成排水系統
  - （2）排水能力 排水立管系統符合 4.3 所示之實驗判定條件，流下之定流量排水的最大流量，單位是【l/s】
  - （3）排水橫支管 定流量負荷裝置臨時的排水和排水立管到達導入橫管
  - （4）排水橫主管 排水立管流下的排水和排水裝置的排水槽之間導入的橫管
  - （5）定流量排水 一定流量的清水排水
  - （6）管內壓力 排水立管系統的管內空氣壓力的總稱，單位是【Pa】
  - （7）系統最大值 排水立管系統全部測定點之中的最大值。管內壓力的位置、管內壓力的系統最大值、封水損失的位置、封水損失的系統最大值稱之。
  - （8）系統最小值 排水立管系統的全部測定點之中的最小值。管內壓力的位置、管內壓力的系統最小值稱之。
  - （9）排水能力曲線圖 排水負荷流量表示管內壓力的系統最大值、最小值的關係曲線。
  - （10）試驗用存水彎 腳斷面積比為 0.8~1.2 的存水彎。
  - （11）腳斷面積比 存水彎流入腳的平均斷面積除以流出腳的平均斷面積的比稱之。
  - （12）封水損失 試驗前後的試驗用存水彎封水的水位差，單位是【mm】。
  - （13）封水損失曲線圖 排水負荷流量與封水損失的系統最大值的關係表示曲線圖。

## (二) 試驗裝置

2.1 試驗裝置的構成 試驗裝置的構成需有圖示。試驗裝置、排水負荷裝置（水槽類、泵浦類、流量計），排水立管系統的測定裝置（壓力測定計、封水位測定器、紀錄裝置）構成。排水負荷裝置的給水是以幫浦壓送至高架水槽的方式。

## 2.2 試驗裝置的做法

## 2.2.1 排水立管系統的配管

- (1) 排水立管系統 各層排水橫支管的標準垂直距離為 2.6~3.2 m，最下方的排水橫支管與排水橫主管的垂直距離，以下列兩種形式設定：
- (2) A 類型：層標準垂直距離 (2.6~3.2 m) + (0.5~1.5 m)
- (3) B 類型：0.5~1.5 m
- (4) 器具排水管 器具排水管的管徑要比存水灣的管徑要大。
- (5) 排水橫支管 排水負荷用排水橫支管的管徑和洩水坡度的標準，如表 3.4 所示。

表 3.4 排水負荷排水橫支管的管徑和斜度的標準

管徑【mm】	斜度
75 以上	最小 1/50

- (6) 排水橫主管 管徑與斜度的標準表如 3.5 所示。排水橫主管比排水立管管徑大一級尺寸的條件下，而且排水橫主管長度 5m 內不可以有轉彎，且排水管末端不能淹沒於排水之中。

表 3.5 排水橫主管管徑與斜度的標準表

管徑【mm】	斜度
100	最小 1/100
125	最小 1/150
150	最小 1/200
200	最小 1/200
250	最小 1/200

- (7) 伸頂通氣管 與排水立管的管徑同口徑，接續於排水管最上層末端約延伸一層，頂部採 JIS B 8330-1981 的吸入式噴嘴構造。

## 2.2.2 排水負荷裝置

- (1) 排水橫支管 一支排水橫支管流出定流量排水的最大流量為 2.5l/s。

- (2) 定流量排水負荷裝置 定流量排水負荷裝置，原則上必須符合下列條件：
- 高架水槽等容量能充分提供試驗用定流量排水所需的量。
  - 排水流動的變動不可以太大，並且可以進行一定流量的微調。

2.2.3 其他 在 2.2.1 (1) ~2.2.2 (2) 之中沒有規定的事項

### (三) 測定方法

- 3.1 測定項目 原則上，進行排水負荷時，有關於排水立管系統的管內壓力試驗用存水灣的要進行封水損失的測定。但是在封水損失和和管內壓力的相關關係十分明確的情況下，可省略這部分的測定作業。
- 3.2 管內壓力之測定位置與測定方法 有關於管內壓力的測定。
- (1) 測定位置 原則上，管內壓力測定的位置，除了排水負荷層之外，所有排水橫支管測定的位置需距離排水立管中心線 500mm，一直到屋頂的高度。測定的位置不可少於如圖-2 所示，排水負荷層的下一層 (FL) 的直下層 (FL-1)、再下一層 (FL-2)，排水立管系統的最下層 (FmL)、以及在 (FL) 和 (FmL) 中間處取一層 (FC)，至少取這四層樓作為測定管內壓力和封水損失。
  - (2) 測定裝置 具有振幅精度 5Pa、反應頻率 20Hz 以上，具備輸出到紀錄裝置的輸出端子。
  - (3) 紀錄裝置 通過 3Hz LowPass 濾波器的數據進行處理的作業。
- 3.3 封水損失之測定位置與測定方法 有關於封水損失的測定。
- (1) 測定位置 有關於管內壓力的測定層，設置試驗用的存水灣，測定位置流入腳內的封水。
  - (2) 測定裝置 具有振幅精度 1mm、頻率 5Hz 以上，水位設定器具備輸出到紀錄裝置的輸出端子，但是使用刻度板時需使用目測。
  - (3) 紀錄裝置 水位測定器的接續紀錄裝置，反應頻率數在頻率 3Hz 以上

### (四) 試驗方法

- 4.1 試驗條件
- (1) 排水用水為常溫狀況的清水。
  - (2) 同一條件進行兩次試驗，測定結果取平均值。
- 4.2 試驗方法 試驗方法如下列順序：
- (1) 透過流量控制閥，慢慢的將排水流量增加至預定的排水流量。
  - (2) 達到排水流量穩定狀態時，持續觀測一分鐘。
  - (3) 在各種條件下進行兩次試驗，若兩次值的比率若超過標準的 10%，在確定原因之後再做試驗。差異比值是超過 10%、但是管內壓力在 50Pa 下、封水損失在 3mm 以下，可不用重做試驗。

- (4) 排水負荷，從最上一各層開始，若該樓層總流量超過 2.5 l/s，在排水負荷層下一樓層起，按照順序增加排水量，以 0.5l/s 為間隔。如表 3.6 所示。

表 3.6 排水負荷的一例

試驗裝置的規模	試驗裝置的規模總排水流量 負荷層排水流量 (l/s)	負荷層排水流量 (l/s)		
		10 層	9 層	8 層 (l/s)
10 層規模的排水立管系統	1.0	1.0	-	-
	2.0	2.0	-	-
	3.0	2.5	0.5	-
	5.0	2.5	2.5	-
	6.0	2.5	2.5	1.0

4.3 試驗結果判定條件 排水試驗的判定條件，原則上以下列 (1) 來進行判定，必要時以 (2) 來加以判定。

- (1) 管內壓力的範圍，必須在 $\pm 400\text{Pa}$  以內。
- (2) 試驗用存水彎，封水損失在 25mm 以內。

(五) 試驗結果紀錄 試驗結果的紀錄如以下所示：

5.1 一般事項 測定者姓名、測定日期時間、天候狀態等。

5.2 試驗關係

- (1) 氣象條件等.. 水溫，氣溫。此外，通氣管末端開口部周邊的外部風速超過 5m/s 的場合，必須特別加以紀錄。
- (2) 試驗的場所
- (3) 排水立管系統的名稱
- (4) 試驗裝置 排水立管系統定流量負荷裝置的系統圖 (必要時，附上平面圖)。
- (5) 測定儀器 測定用的儀器、紀錄裝置的形式和番號。
- (6) 測定結果
  - 1) 管內壓力的系統值最大值、最小值測定結果一覽表。
  - 2) 排水能力曲線圖
  - 3) 排水能力
  - 4) 封水損失的系統最大值測定結果一覽表
  - 5) 封水損失曲線圖

## 六、「洗落型便器-超節水型」的搬送性能試驗法 (WC-15)

日本都市整備公團所開發之污物搬送距離量測方法 (機材之品質判定基準，都

市基盤整備公團，試驗編號：WC-15「洗落型便器-超節水型」的搬送性能試驗），試驗裝置示意如圖 3.33 所示。污物搬送能力實驗，係選定以排水橫管污物之搬送距離為量測條件，同時以建置於移動平台整體衛浴系統之馬桶為受測物件，水箱容量設定為每次沖水 9 公升，係參照橫主管部分之模擬污物則是採用符合上述實驗方法所訂定試體之條狀海綿體（比重約為 1.05），每次二枚，並以隨機方式將模擬污物投入馬桶，而在馬桶排水後，檢視模擬污物之排流狀況，並逐一確認模擬污物隨排水流體通過橫主管之距離，以檢核排水橫管系統污物搬送能力，並比較排水流量、排水樓層高度、排水橫主管管徑及洩水坡度與搬送性能的相關性（如圖 2-b 所示），利用排水實驗量測記錄排水橫主管在不同管徑、不同洩水坡度與是否有水平彎管設計的水平橫管污物搬送能力，以比較分析配管管徑、洩水坡度等對於排水掃流能力的影響。

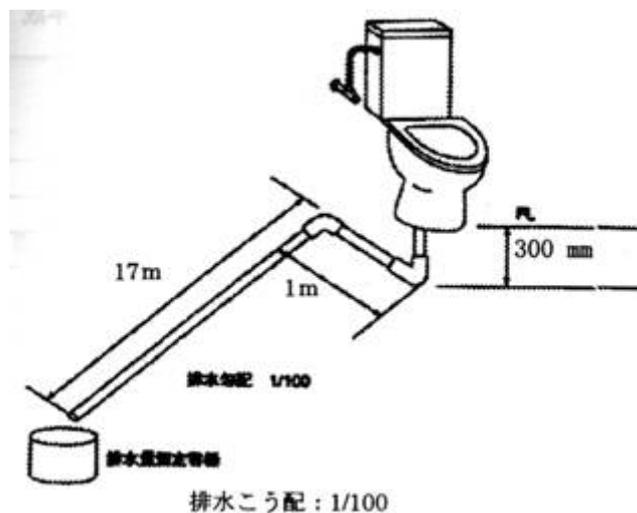


圖 3.33 馬桶器具污物搬送能力實驗裝置示意圖<sup>[12]</sup>

另針對馬桶單體的搬送距離試驗，除了以條狀海綿作為模擬污物外，並採用捲筒狀衛生紙投入馬桶之沖淨試驗。其操作程序如下：

1. 用內徑 40mm~50mm 的 PVC 管或壓克力管做為捲筒狀衛生紙投入馬桶的支撐固定裝置。
2. 長一公尺的捲筒衛生紙摺成八折，總數需六份，再將六份八折衛生紙一起捲成圓條狀，然後置入項次一之圓管中。
3. 將插入衛生紙捲之圓管垂直放入馬桶中，使圓管底部接觸至馬桶底面，保持靜止至少 15 秒，確保衛生紙捲能完全吸水。（圖 3.34）
4. 將衛生紙捲從圓管中壓出，使其完全浸泡在水中。

5. 立即進行沖洗進行搬送試驗。
6. 紀錄搬送距離並清除衛生紙殘留物。

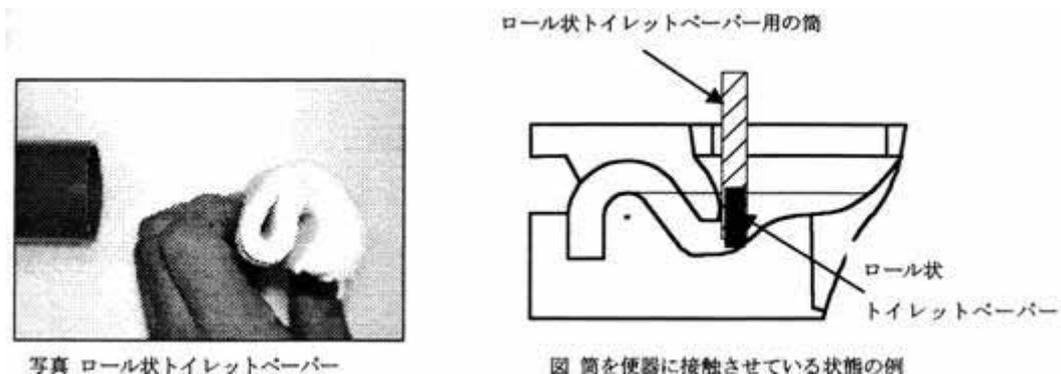


圖 3.34 馬桶器具衛生紙模擬污物搬送試驗操作示意圖<sup>[12]</sup>

第一階段針對單管、雙管與特殊接頭排水立管等系統之實驗操作，於洩水坡度 1/100 時，排水橫主管污物搬送性能之檢定；污物排水負荷樓層為第五層至第二層。第二階段則以單管系統為主體，修改排水橫主管，每次分別在 2 公尺、4 公尺及 8 公尺處增加 45 度轉折，比較轉折排水橫管污物搬送能力之變化情形，以推測橫主管轉折對污物移動及水流的影響。

各國建築排水通氣系統相關法令規範彙整比較如表 3.7 所示。

表 3.7 國內外建築排水通氣系統相關法令規範比較表

法令規範	訂頒主體	主要架構	備註
建築技術規則 建築設備編第二章	台灣	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計通則</li> <li>2. 施工試驗</li> <li>3. 配管材料</li> <li>4. 排水管管徑及洩水坡度</li> <li>5. 管路配置之注意事項</li> <li>6. 排水負荷之器具單位負荷計算標準</li> <li>7. 排水管路清潔口</li> <li>8. 存水彎之設置位置</li> <li>9. 通氣管之型式與設計管徑之計算</li> <li>10. 排水中固體或污染物之截留或清除裝置</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 對於排水立管與橫主管的排水通氣性能或評估試驗法，目前則尚無規範。</li> <li>2. 國內相關專業技術人員參考沿用美、日各國規範者亦屬眾多。</li> <li>3. 現行規定自民國 63.2.15 發布施行，迄今已逾三十年尚未有修正更新。</li> </ol>

法令規範	訂頒主體	主要架構	備註
National Plumbing Code (NPC)	美國	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.管理政策與程序</li> <li>2.定義</li> <li>3.一般準則</li> <li>4.器具、水控及集器具配件等</li> <li>5.熱水系統</li> <li>6.給水及配管</li> <li>7.排水系統</li> <li>8.間接及特殊污水排水</li> <li>9.通氣系統</li> <li>10.存水彎、阻集器及分離器</li> <li>11.雨水排水</li> <li>12.特殊配管與儲水系統</li> <li>13.參考標準</li> </ol>	National Plumbing Code Handbook (Second Edition), R. Dodge Woodson, 1995
National Plumbing Code (NPC)	美國	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.管理事項</li> <li>2.定義</li> <li>3.一般準則</li> <li>4.材料與配管</li> <li>5.給排水系統</li> <li>6.污水排水與通氣系統</li> <li>7.個別污水排水系統</li> <li>8.通氣系統</li> <li>9.存水彎、清潔口及阻集器</li> <li>10.衛生器具</li> <li>11.給水系統</li> <li>12.特殊配管與儲水系統</li> <li>13.參考標準等</li> </ol>	National Plumbing Code Handbook (Second Edition), R. Dodge Woodson, 1995
2003 International Plumbing Code (IPC)	美國	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.管理事項</li> <li>2.定義</li> <li>3.一般準則</li> <li>4.器具、水控及集器具配件等</li> <li>5.熱水系統</li> <li>6.給水及配管</li> <li>7.排水系統</li> <li>8.間接及特殊污水排水</li> <li>9.通氣系統</li> <li>10.存水彎、阻集器及分離器</li> <li>11.雨水排水</li> <li>12.特殊配管與儲水系統</li> <li>13.參考標準</li> </ol> <p>其中，有關排水系統性能試驗部分，明訂於以下章節：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>312.1.1 試驗標準</li> <li>312.2 排水通氣系統 水試驗</li> <li>312.3 排水通氣系統 空氣試驗</li> <li>312.4 排水通氣系統 最終試驗</li> <li>312.5 給水系統試驗</li> <li>312.6 重力式污水試驗</li> <li>312.7 外力式污水試驗</li> <li>312.8 暴雨排水系統試驗</li> </ol>	2003 International Plumbing Code, International Code Council.2003

法令規範	訂頒主體	主要架構	備註
Uniform Plumbing Code (UPC)	美國	Part 1. 管理事項 Part 2. 設施要求 1. 定義 2. 材料與替代品. 3. 一般準則 4. 給排水系統 5. 通氣系統 6. 間接及特殊污水排水 7. 存水彎及阻集器 8. 接頭與配管 9. 衛生器具 10. 給水配管系統 11. 建築污水排水系統 12. 瓦斯燃料配管系統 13. 給水加熱氣與通氣系統 Part 3. 附錄-參考標準	Uniform Plumbing Code (1991 Edition), 1991, International Association of Plumbing and Mechanical Officials.
EN 12056-1: 重力式室內排水系統	歐盟	基本要求及執行要求	British Standard BS EN 12056-1,2000.
EN 12056-2: 重力式室內排水系統	歐盟	衛生管路、設置與計算 規範架構： 1. 目的 2. 參照標準 3. 定義 4. 系統配置 5. 設置規則 6. 計算及附錄資料 (國家及各地區規章與實作、橫主管承載量、計算範例與相關參數、尺寸計算，以及各國之補充標準等)	British Standard BS EN 12056-1,2000.
EN 12056-3: 重力式室內排水系統	歐盟	屋頂排水、設置及計算	British Standard BS EN 12056-1,2000.
EN 12056-4: 重力式室內排水系統	歐盟	廢水抽取、設置及計算	British Standard BS EN 12056-1,2000.
EN 12056-5: 重力式室內排水系統	歐盟	設置及測試排水系統，操作說明、維護及使用	British Standard BS EN 12056-1,2000.
EN 12380: 排水系統用氣壓平衡吸氣閥	歐盟	排水系統用氣壓平衡吸氣閥—規定、測試法與符合性評估(AAVS)	British Standard BS EN 12056-1,2002.

法令規範	訂頒主體	主要架構	備註
給排水衛生設備規準・同解說(SHASE-S)	日本	(一) 設計技術規範架構： 1. 基本原則 2. 用語定義 3. 配管 4. 排水通氣設備 5. 衛生器具設備 6. 排水再利用設備與雨水利用設備 7. 特殊設備 8. 性能評價 (二) 技術要項架構： 1. 衛生器具設置數量的檢討與確定 2. 給水管徑的決定 3. 排水通氣管徑的決定 4. 雨水排水管徑的決定 5. 油脂截留器的決定 (三) 施工階段試驗要求事項： 10.4.3 建築物內污水與雜排水通氣系統的試驗 10.4.4 敷地排水系統的試驗 10.4.5 建築物內雨水系統的試驗 10.4.6 設備單元類的試驗	1. 本研究有關排水通氣系統設計手冊架構之研擬，係本規準之研訂經驗。 2. 本研究擬將設計規範草案設計手冊之章節架構區分為規範解說與技術要項等二大篇，並檢討納入可行之規範事項。 3. 配合後續設計技術要項之編撰，以及建築技術規則之檢討修訂條文，未來將逐步建立相關性能評估方法或標準，以配合推動建築排水設計性能驗證。 4. 未來因應新研發且具有實際推動效益之設備或工法之需求，將增列性能是規範條文等彈性規定，以提高其適用範圍與增修之彈性。
集合住宅排水立管系統排水能力試驗法(HASS 218)	日本	(一) 總則 1.1 適用範圍 1.2 用語定義 (二) 試驗裝置 2.1 試驗裝置的構成 2.2 試驗裝置的做法 (三) 測定方法 3.1 測定項目 3.2 管內壓力之測定位置與測定方法 3.3 封水損失之測定位置與測定方法 (四) 試驗方法 4.1 試驗條件 4.2 試驗方法 4.3 試驗結果判定條件 (五) 試驗結果紀錄 5.1 一般事項 5.2 試驗關係	1. 本項係日本空氣調和衛生工學會研訂之建築排水立管系統性能試驗方法，我國目前僅有台灣科技大學建築系及內政部建築研究所建置相關設施，後續將持續推動該項實驗設施與操作之 TAF 認證事宜。 2. 除實驗室內建築排水系統之性能驗證外，將配合檢測技術之發展，擴大推動排水系統竣工前現場性能測試之規範與服務。 3. 相關試驗技術將檢討納為設計規範之性能確認措施之一。

法令規範	訂頒主體	主要架構	備註
「洗落型便器-超節水型」搬送性能試驗法 (WC-15)	日本都市整備公團	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.橫主管部分之模擬污物搬送性能試驗，係採用符合本方法所定之條狀海綿體（比重約為 1.05）試體，每次二枚進行排水搬送測試。</li> <li>2.以隨機方式將模擬污物投入馬桶，馬桶排水後檢視模擬污物之排流狀況，確認模擬污物隨排水流體通過橫主管之距離，以檢核排水橫管系統污物搬送能力。</li> <li>3.除以條狀海綿作為模擬污物外，並採用捲筒狀衛生紙投入馬桶之沖淨試驗。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.污物搬送距離量測方法，係都市基盤整備公團所訂『機材之品質判定基準』中試驗編號：WC-15「洗落型便器-超節水型」的搬送性能試驗項目。</li> <li>2.我國目前已參照本方法及 ANSI A112.19.6 規範，建置完成本試驗所需之實驗設施，並針對國內省水馬桶器具進行實驗測試研究。</li> </ol>
CNS 5957 A3106	台灣	住宅用設備組件之排水試驗法 (1980.08.13)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.建築排水通氣設備相關之國家標準規範，以普遍商品化之衛生器具其性能與試驗法標準較為周全。</li> <li>2.性能評定標準部分僅有住宅用設備組件之排水試驗法及耐濕與防水試驗法等，僅屬配管或器具構件部分之規範標準，且標準制定時間亦已久遠。</li> </ol>
CNS 5957 A3107	台灣	住宅用設備組件之振動試驗法 (1980.08.13)	
CNS 5957 A3108	台灣	住宅用設備組件之強度及耐久性試驗法(1980.08.13)	
CNS 5957 A3110	台灣	住宅用設備組件之保溫及隔熱試驗法(1983.07.11)	
CNS 5957 A3112	台灣	住宅用衛生設備組件之耐濕及防水試驗法(1980.08.21)	
CNS 4439 A1021	台灣	住宅用衛生設備組件模矩尺度 (1991.03.15)	

### 第三節 建築排水性能試驗相關研究與成果

本研究利用彙整本所於 2003 年完成之衛生管路實驗設施，並參考國內外相關規範與基準或試驗方法，除延續建築排水立管性能的研究成果外，並規劃完成不同衛生器具之性能檢測實驗項目與設施，包括存水彎水封性能試驗、衛生器具排水流率試驗、橫管污物搬送性能試驗等。藉由實驗操作的過程，目前已逐步檢討並建立符合該設施及性能檢測需要之試驗程序，本階段除累積實驗成果外，亦將陸續確認國內可行之試驗方法，以對應國內相關性能檢核基準或設施缺乏的現況。

本實驗裝置部分設施係參照建築技術規則相關規定所規劃，並具有可調整機制，可配合實驗解析需要進行部分改修，例如橫管洩水坡度及橫管轉折之接管設計等。然本實驗裝置因受限於既有建築物之高度，在立管性能的檢證上略有不足，但於衛生器具、排水器具或設施之性能驗證功能上應能逐一對應；而目前本研究團隊

正擴大蒐集相關標準或規範，並參考國內外實驗機構有關排水性能檢測研發的經驗，規劃本設施未來可提供業界共同研發或檢測服務之項目與技術，包括參考 HASS-206 或是 ASME A116 等國外標準。

### 一、建築排水立管空氣壓力變動實驗

排水立管內空氣壓力量測試驗部分，本研究首先須針對整體實驗設施之系統性能進行驗證，主要是以三組立管系統之氣密性為主，以確認在微小空氣壓力變動情形下，仍可獲致高準確性的實驗數據，並依序針對各立管系統進行基本空氣壓力分佈排水實驗，包括定常流量條件下，不同排水負荷樓層及不同排水流量之立管管內空氣壓力量測。本設施之實驗範圍為排水負荷樓層 5 至三層，排水流量從每秒 1.0 公升至 4.0 公升之控制條件；另配合設施之設計，可交換立管系統進行實驗量測。

本實驗設施建置三組排水立管系統，包括單管排水立管系統、雙管排水立管系統及特殊接頭排水立管系統等，其中特殊接頭部分有二種不同廠牌的系統，依實驗程序逐次更換全套系統；透過實驗量測結果之比較與檢討，本研究將從各立管系統的基本空氣壓力分佈著手分析，同時配合中高層排水實驗系統的實驗解析結果進行比對，以探討影響排水立管管內空氣壓力分佈或變動的因子。

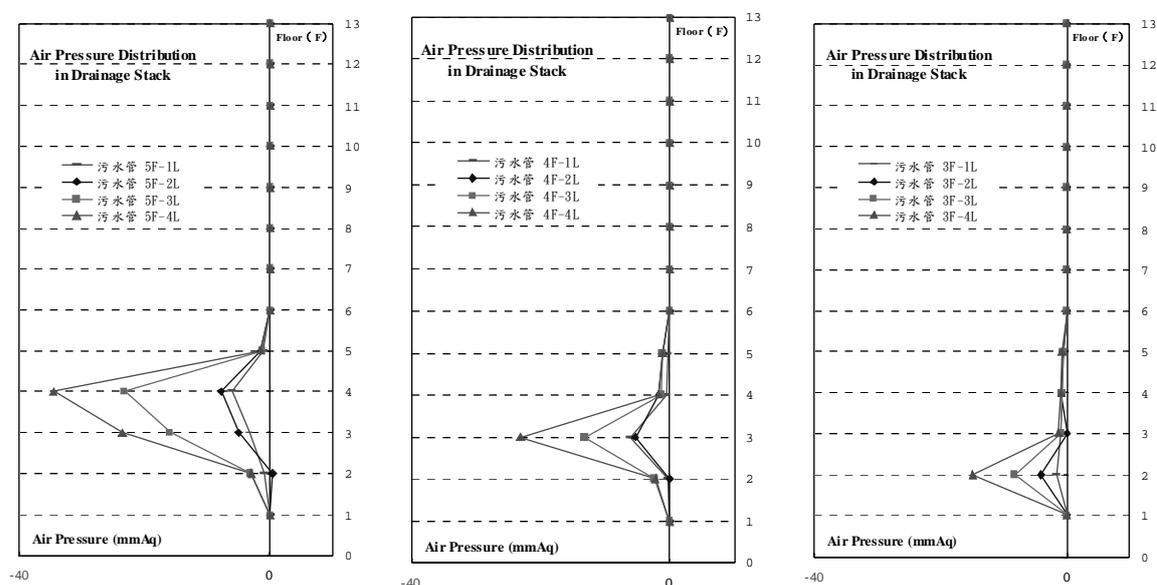
模擬住宅建築排水立管系統之壓力變動性能實驗，比較在定流量排水之條件下，立管管內空氣壓力分佈實驗結果。一般而言，管內壓力分佈隨排水負荷樓層的提高而增大，主因是排水仍在加速階段即已到達立管末端，尚未達到定速，故樓層高度形成立管內最大負壓之斜率關係。並根據 HASS 218 的性能試驗方法判定基準，其立管內空氣正負壓規模是否符合在基準  $-40\text{mmAq}$  以下<sup>[13]</sup>；整體而言，前階段研究所採用之立管系統，已能比較出國內常用排水通氣系統，以及國外發展之特殊接頭系統性能水準；由於雙管系統之通氣配管規格，略高於目前建築技術規則所規定之設計方式。未來將可根據實際配管系統現況，進行實驗室或現場立管空氣壓力變動性能測試評估；並進一步參考相關設計規範提出建議修改策略，納入整體性能評估與檢測服務作業的一環。<sup>[9]</sup>

排水立管內最大正負壓力與排水流量變動實驗部分，由設計落水器具模型的實驗解析結果發現，不論是在排水立管系統負壓側或正壓側，立管內空氣壓力值均與排水負荷流量呈現二次線性關係，在低層建築排水系統設計中，未來應可將此成果

納為設計評估之依據；下一階段並可整合中高層建築排水之管內壓力分佈及壓力峰值預測模式，作為建築排水系統與衛生排水器具的設計性能評估與檢核依據。[8][9]

相關設施完成基本性能驗證後，必須配合相關標準或規範進行局部增改，包括受測器具之置放平台、排水路徑之配管與材料選用、記錄儀器之架設及分析方法等，將配合各項方法之推演，逐步修整或提出設施增改之建議方案。

單管系統實驗結果，彙整各組立管管內空氣壓力實驗量測數據，完成各層不同排水負荷流量之立管空氣壓力分布，圖形如 3.35 所示。



單管式排水立管內空氣壓力分佈實測值

圖 3.35 單管系統空氣壓力分布圖組 (排水層:5F~3F,排水負荷 1.0~4.0 l/s)

圖 3.36 為模擬單管式系統之模式，將所有通氣管連通控制閥門關閉，限制所有通氣與壓力變動行為在排水立管內發生；另圖 3.37 則是開啟各層通氣迴路，產生新的空氣壓力平衡行為。從以上二組排水立管管內空氣壓力變動分佈之實驗結果比較發現，通氣迴路之設計對於平衡排水立管內壓力，具有極為顯著之效能。

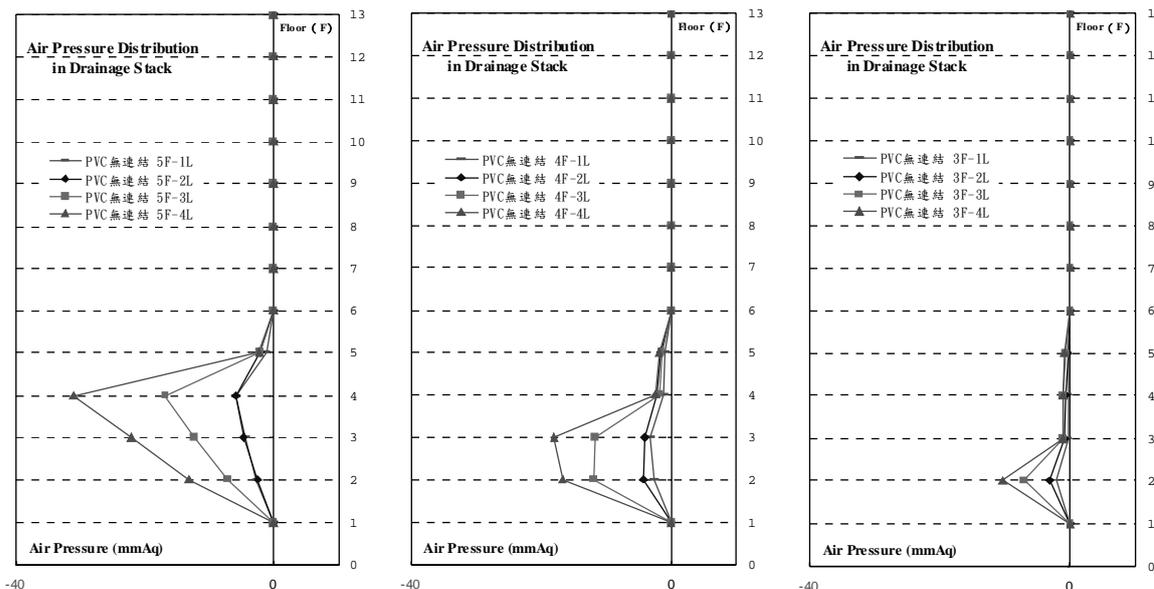


圖 3.36 雙管式排水通氣立管內空氣壓力分佈實測值（通氣管未連通）

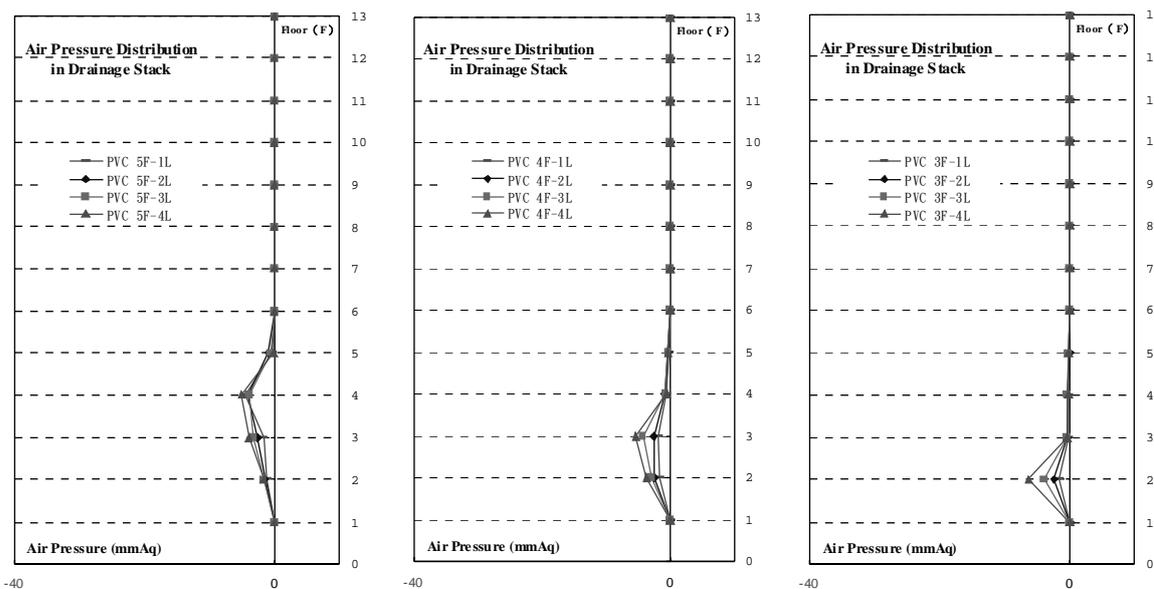


圖 3.37 雙管式排水通氣立管內空氣壓力分佈實測值（通氣管連通）

### 三、衛生器具排水流率性能實驗

衛生器具排水流率之實驗目的，在於檢討分析不同型式之衛浴設備的器具存水彎排水速率，馬桶排水速率，以作為評估建築排水立管的空氣壓力變動性能及其對器具水封之影響；解析一般器具排水時單位時間流入排水配管內的流量，比對排水立管系統內空氣壓力變動實驗與模擬數值，即可作為器具設計之排水負荷流量推估依據，並可評估對整體系統性能的影響，檢核排水系統設計之合理性。<sup>[9]</sup>

操作方式係在原本實驗平台旁增設容易操作的衛生器具固定平台，利用配管連接至設計水槽，應用超音波水位計進行排水流率量測，做為未來排水系統負荷設計的參考基礎，馬桶排水係參考國家標準省水馬桶之最低要求設定水箱水量為 9 公升。設施現況及實驗結果如圖 3.38 至圖 3.40 所示。

排水流率的實驗結果，未來可作為評估整體建築排水系統與衛生器具整合性能的基礎，設計人員可以參照有關衛生器具同時使用率的數據文獻，即可完成設計排水負荷量之估算。

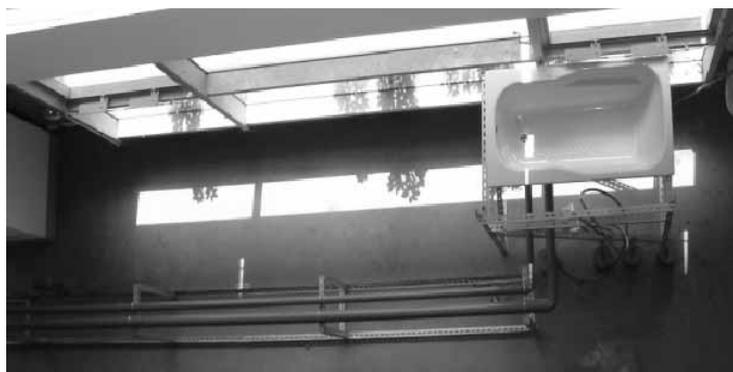


圖 3.38 衛生器具排水流率實驗設施圖



圖 3.39 衛生器具排水流率測定裝置

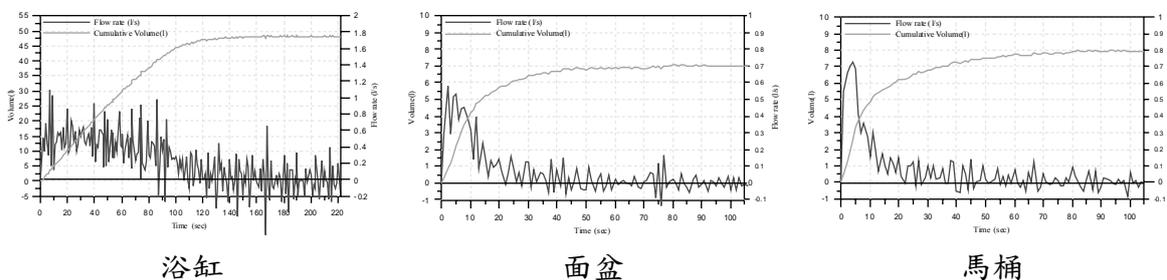


圖 3.40 排水流率實驗結果 (水量：50.0L、取樣時間：0.02 Sec)

#### 四、排水橫管污物搬送性能實驗

利用 2003 年完成之衛生管路實驗設施，並參考國內外相關規範與基準或試驗方法，除延續建築排水立管性能的研究成果外，並整合相關衛生器具性能檢測實驗研究之成果，藉由實驗操作的過程，逐步檢討建立符合該設施及性能檢測需要之橫管污物搬送性能試驗方法與程序。本研究將陸續確認國內可行之試驗方法，以對應國內相關性能檢核基準或設施缺乏的現況。進一步可深入探討不同排水橫管管徑、管材及洩水坡度等條件下，排水橫管的污物搬送性能變動理論，以確立排水系統內污水排流性能的影響因子，作為後續設計施工與研發的根基。<sup>[9]</sup>

本研究所建議衛生器具排水性能實驗，係選定以排水橫管之污物搬送距離為量測對象，同時以建置於移動平台整體衛浴系統，以及局部實驗設施之馬桶器具為受測物件，水箱容量設定為每次沖水 6 公升以下(省水型器具)。亦參照日本都市整備公團所開發之污物搬送距離量測方法。橫主管及橫支管路部分之模擬污物，是採用符合上述實驗方法所訂定試體之條狀海綿體（比重約為 1.05）每次二枚以隨機方式將模擬污物投入馬桶，並於馬桶排水後，檢視模擬污物之排流狀況與搬送距離，並逐一紀錄模擬污物隨排水流體通過橫主管與橫支管之距離，以檢核排水橫管系統之污物搬送能力，並比較排水方式、排水樓層高度、排水橫管管徑、轉折與否及洩水坡度與搬送性能之相關性。<sup>[4][10]</sup>

排水橫管之污物搬送性能實驗，先期研究係採用二枚條狀海綿體來進行，初步紀錄以污物隨機停留位置為準，並重複進行實驗 30 次，累積彙整實驗結果，分別以落點分佈圖形顯示其搬送距離之關係。根據實驗結果顯示，橫主管轉折因為會使排水水流蓄積，增加水位高度，使污物快速通過轉折處或增加移動距離。後續於橫管搬送能力試驗之部分，陸續增加實驗用塑膠球，並參考生活形態、人體健康衛生研究之成果，規劃相關適合的模擬污物試體，作為研發制訂標準試驗方法的基礎。

整體/局部排水系統污物搬送距離實驗流程，除整體設施具樓層高度變化，局部實驗為單一樓層外，大致相同，均將污物投入受測器具後進行排水量測（如圖 3.41 所示），而當污物分別排入排水橫主管路及橫支管路後，加以量測記錄試體搬送距離，此時整體實驗設施必須藉由定流量排水，而局部實驗設施則必須再次器具排水，才能將停滯於橫管內之污物排出，並於取出污物以及等待橫管內之細微水流停止後，再次將污物投入受測衛生器具，如此不斷循環重複，藉以取得較具參考價值與客觀之實驗數據。

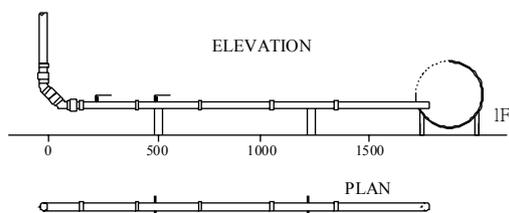


圖 3.41 排水性能實驗之試體與操作<sup>[4]</sup>

排水橫管搬送實驗結果之驗證部分，配合本所另案研究計畫之配套執行，利用本所建立之設施與試驗方法，包括排水力管與橫管系統、排水橫支管系統等，可明確解析衛生器具與建築排水系統整合後，系統中污物在排水橫管之搬送距離，模擬污物整體通過率的關係。初步並可確認排水樓層與排水量對於污物搬送距離有相關性，非省水馬桶（9L）之搬送能力較優於省水馬桶（6L）達兩倍之多。搬送性能會因樓層位能差，在立管內形成重力加速度，至轉折處因水跳現象能量減緩後，污物會先於排水掉落至橫主管前端，並由陸續的水波往前推而向前搬移，本案排水橫管污物搬送性能試驗方法獲得驗證（如圖 3.42 所示）。依據前揭實驗解析結果顯示，省水器具污物搬送因為排水量的減少，水位高度降低，使污物移動距離減短。當排水管徑相同時，搬送性能會因洩水坡度不同，省水馬桶皆會降低 2~3 公尺之污物搬送性能。而當洩水坡度固定時，排水管徑影響污物搬送性能不大，降低 1 公尺左右。

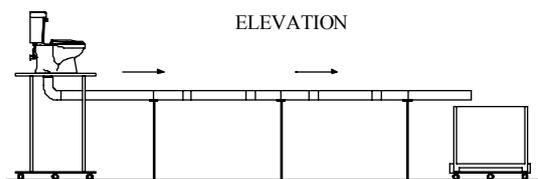
本研究參考國外排水橫管污物搬送試驗相關規範與設施建置情形，以及國內已發表之中高層住宅排水通氣系統實驗解析方法，並已逐步檢核試驗程序與模擬試材的應用範圍，未來如能擴充或開發適合之模擬試材，即可在下一階段研究建立國內排水系統性能試驗之標準方法，以別於目前國內相關機關執行之衛生器具基本性能測試工作內容。本研究廣泛蒐集國際間有關排水橫管污物搬送性能試驗方法或標

準，並進一步瞭解相關實驗裝置與操作程序，並分析該設施可提供測試服務項目，回饋比較我國既有排水實驗設施之建置情形，據以規劃建築排水系統橫關污物搬送性能試驗方法與程序建議方案。



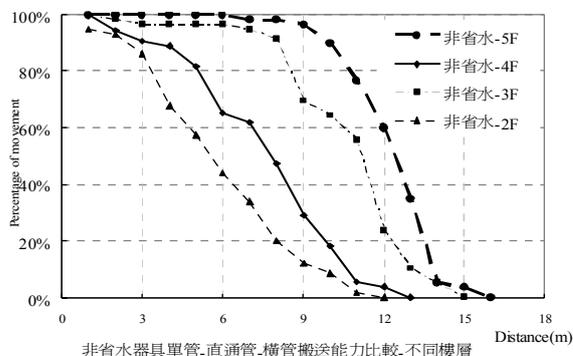
單管系統-橫主管直通

非省水器具污物搬送分佈圖-單位:cm



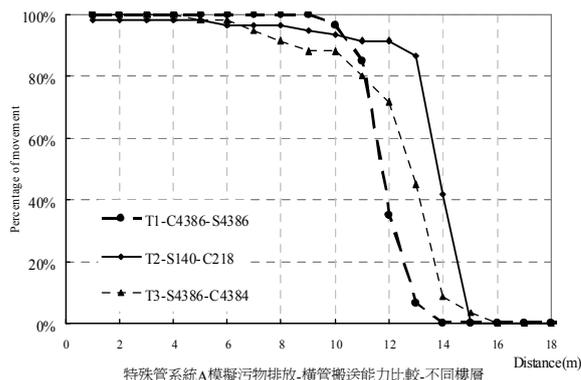
橫支管-管徑 100mm-1/100

污物搬送分佈圖-單位:cm



單管系統-橫主管直通

非省水器具污物通過橫管比例圖



橫支管-管徑 100mm-1/100

污物通過橫管比例圖

圖 3.42 單管排水系統與局部橫管污物搬送性能試驗結果比較<sup>[4][10]</sup>

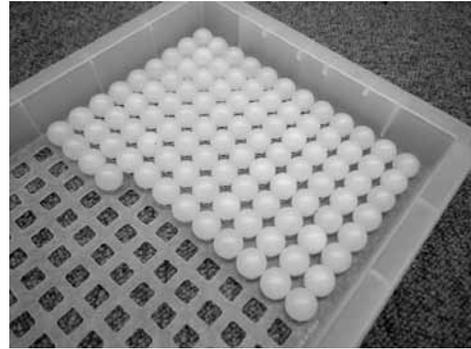
本項測試實驗用之模擬污物，參照前述相關國際規範或文獻之操作經驗，建議採用以下各類：(如圖 3.43)

- 1.衛生紙(短纖維)，採平折或紙捲狀
- 2.ASME 標準尼龍球：符合 ASME A112.19.2-2003 搬送性能試驗規範之尼龍球(質量：298±10g，100 顆粒之尼龍球，直徑：19±0.4mm，密度：827-849kg/m<sup>3</sup>)
- 3.ASME 標準尼龍球：(質量：15-16g，100 顆粒之尼龍球，直徑：6±0.25mm，密

- 度：1.15-1.19kg/m<sup>3</sup>)
4. ASME 標準塑膠顆粒，符合 ASME A112.19.2-2003 搬送性能試驗規範之塑膠顆粒(質量：65g, 2500 顆粒之 HDPE (high density polyethylene)，直徑：3.8±0.25mm，厚度：2.64±0.38mm，密度：940-950kg/m<sup>3</sup>)
5. 條狀海綿體 (比重約為 1.05)
6. 味增模擬污物
7. 味增模擬污物 (低比重)
8. 味增模擬污物 (低比重消化不佳)



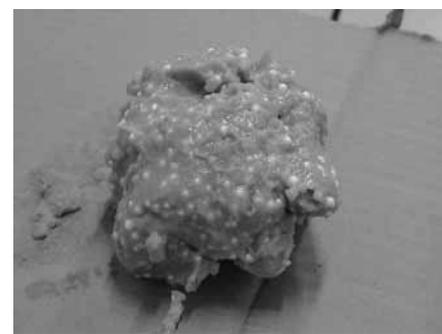
衛生紙捲



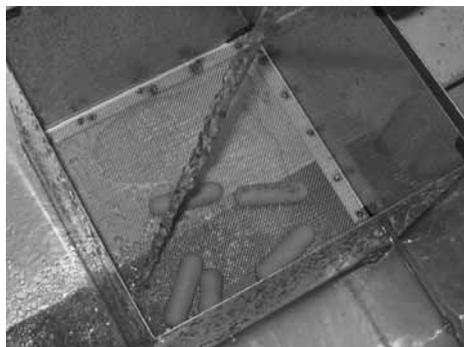
ASME 標準尼龍球



ASME 標準塑膠顆粒



味增試體



條狀海綿試體



圖 3.43 排水橫管污物搬送實驗之模擬污物

## 五、存水彎水封自然蒸發逸散速率實驗

器具最大有效水封自然蒸發至破封的時間，與各器具之蒸發面積與有效水封水量相關，時間分佈在 9 日至 23 日之間不等，但是編號 2 樣品因為設計存水彎不易保存水封，且有效水封水量相當少，可能因為操作量測不易，致實驗分析所得蒸發速率偏高，將不列為蒸發速率解析之樣本。有效水封深度之量測結果，受限於目前操作誤差影響，僅獲得二件資料，但水封深度設計現況明顯偏低，甚至不足 1 公分，後續實驗將針對水封強度進行實證解析。[8][9]

### 一、地板落水器具存水彎水封蒸發逸散速率觀測實驗

本研究廣泛選用市售地板落水器具作為測試件，並規劃器具置放平台，及實驗用模擬浴廁空間。實驗前，逐一檢查器具及其零配件，並按設計組裝完成，進行測試前器具本體淨重量測記錄，作為水封重量計算的基本設計數據。

在保持平台與器具置放之水平條件下，開始注水至地板落水器具，定時進行器具含水封之總重量量測記錄，並觀察水封蒸發逸散的情況，以決定實驗停止時間。重量觀測記錄建議採逐時或每隔 4 小時進行，同時應盡可能連續觀測不中斷，以檢核整體水封蒸發逸散特性之趨勢，實驗結果如圖 3.44 所示。[8][9]

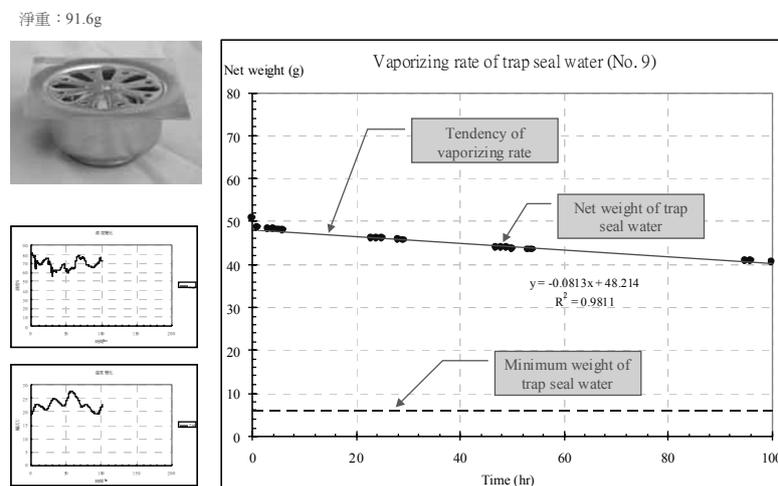


圖 3.44 No.9 地板落水器具自然蒸發速率趨勢圖

依據落水器具的自然蒸發實驗解析結果顯示（如圖 3.45），不同落水器具之上部供排水流入排水管的開口面積，與自然蒸發速率成正相關性，依此模式將可推估不同落水器具的自然蒸發速率（如公式 1），將器具在確保有效水封條件下的最大水

封水量納入，即可估算出該落水器具存水彎水封最大容許自然蒸發時間（如公式 2），可作為設計者及使用者評估維護週期或選購的參考，亦可做為未來研發新產品的技術基礎。

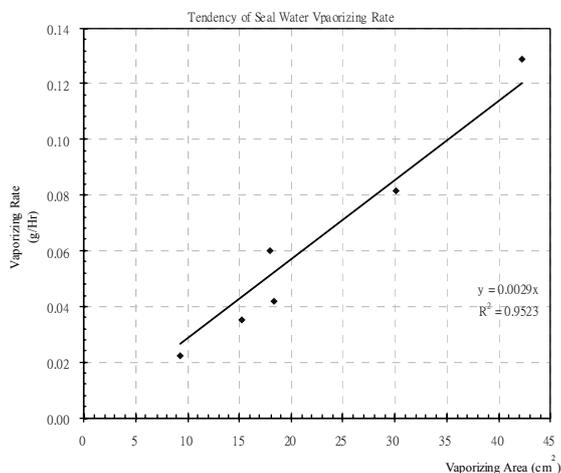


圖 3.45 落水器具蒸發面積與水封蒸發量關係圖

$$VpR = 0.0029 \times A \dots\dots\dots(1)$$

$$T(Vp) = Wi / VpR \dots\dots\dots(2)$$

依據落水器具的自然蒸發實驗解析結果顯示，不同落水器具之上部供排水流入排水管的開口面積，與自然蒸發速率成正相關性，依此模式將可推估不同落水器具的自然蒸發速率，將器具在確保有效水封條件下的最大水封水量納入，即可估算出該落水器具存水彎水封最大容許自然蒸發時間，可作為設計者及使用者評估維護週期或選購的參考，亦可做為未來研發新產品的技術基礎。

### 六、地板落水器具水封強度性能實驗

以本所性能實驗中心衛生管路實驗裝置，模擬不同立管系統在定流量排水負荷條件下之壓力分佈結果作為基礎，進行地板落水器具水封強度性能試驗，採逐步增加排水流量的方式進行，每次間隔以 0.1 公升的流量增加，待達到穩定流量時持續保持 30 秒的穩流時間，再繼續增加排水流量，持續至完全破封為止。<sup>[4][7][8][9]</sup>器具存水彎水封強度性能試驗的結果，從觀測紀錄與實驗結果比對發現，水封完全喪失點出現定流量排水負荷點與壓力分佈狀況，並檢討其破封現象的發生點，同時比對日本相關規範中所列基準，檢核存水彎水封是否達到 25mmAq 空氣壓力變動量之限制。<sup>[8][9]</sup>

器具存水彎水封強度性能試驗的結果如圖 3.46 所示，從觀測紀錄與實驗結果比對發現，T 樣品在接近排水負荷接近 2 公升處，其水封即已產生極大振動，接近 3 公升處完全破封，存水彎水封完全喪失，而在破封前的樣品側最大負壓約在 -14mmAq；H 樣品的水封完全喪失點亦出現在 3 公升定流量排水負荷之前，檢視壓力分佈圖發現，水封約在 2 公升左右即已發生破封現象，破封壓力在 -12.7mmAq；而編號 4 落水器具的破封點，則出現在定流量每秒 2.7 公升排水時所產生的最大負壓力 -13.3mmAq 當時，比對日本規範中所列基準，存水彎水封必須能夠達到 25mmAq 空氣壓力變動量，前列三件落水器具樣品均無法符合。 [8] [9]

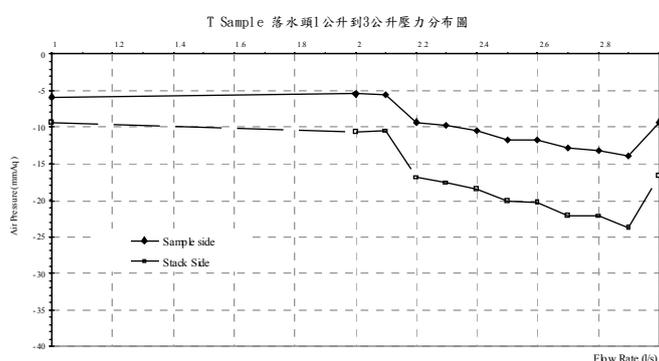


圖 3.46 T Sample 水封強度試驗結果

排水實驗記錄項目包括排水立管側管內空氣壓力、測試樣品側橫支管內空氣壓力、立管內通氣流量及器具水封變動影像紀錄等，藉由實驗觀測及數據擷取分析結果，判斷落水器具水封強度性能及其對應的立管內壓力變動情形，除可解析器具水封強度外，並可作為後續推估模式的檢核基礎，以及排水設計檢討的性能評估參考。

本所已從基本的設施建置理念著手，透過設施基本性能確認程序與方法的檢討與實作，培養國內建築排水實驗研究的專門技術人才，尤其本案除研究團隊的基本人力外，並將服勤於本所性能實驗中心的替代役同仁，一併納為研究團隊的一份子，有效提升實驗人力的規劃效能，並建立實驗研究的核心資源。

前期研究另參考國內地板落水器具之規格與相關文獻資料，設計八種不同水封深度或口徑的落水器具模型，如圖 3.47 所列。

設計模型外徑有 90mm 及 70 mm 二類，最大水封深度從 15mm 至 80mm 之間，而有效水封深度從 10mm 至 60mm 不等，同時搭配不同口徑的內管規格進行組合，嘗試從實驗控制條件中掌握落水器具水封性能，並積極探求可行的推估預測模式，以作為設計研發的基礎。

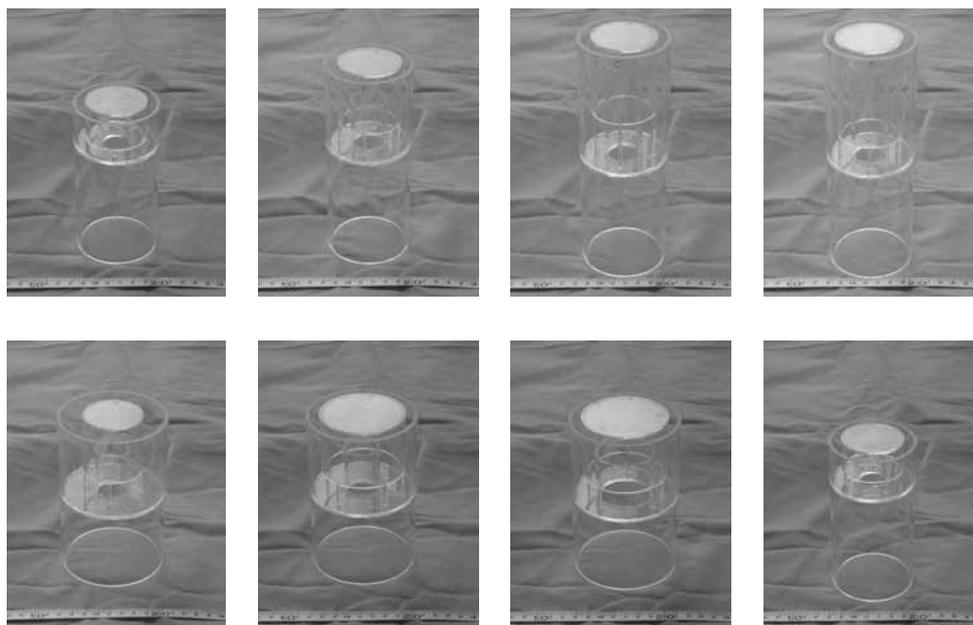


圖 3.47 設計地板落水器具模型 [8][9]

本階段器具存水彎水封性能實驗操作，係以連續區間變流量排水模式進行，依據現場實驗影像紀錄情形，並配合實驗數據觀測的即時資料，以判斷破封壓力點及排水負荷流量。同時，測試樣品分別置於排水立管最大負壓產生位置 4F，及可能產生最大正壓或振動幅度影響程度最高的 2F 進行水封強度性能試驗，

個別設計落水器具模型的水封性能實驗結果如圖 3.48 所示，水封深度 10mm 的破封負壓約在-9mmAq 左右，水封深度 20mm 的破封負壓約在-12mmAq 至 -13mmAq 左右，水封深度 40mm 的破封負壓約在-21mmAq 左右，水封深度 60mm 的破封負壓約在-36mmAq 左右；而正壓側的影響壓力變動平均只有-0.8mmAq 至 -3.5 mmAq，甚至最大水封樣品的破封壓力，雖然排水流量已經達到每秒 5.3 公升，平均也只有-9 mmAq，但是期間的水封水位變動相當大。[8][9]

而從實驗結果中也發現，在負壓區排水立管側所量測得到的管內空氣壓力變動，明顯大於測試樣品側的橫支管內空氣壓力變動，此部分有待後續研究深入探討。正壓區部分，因為總體的空氣壓力變動，在接近外氣壓力的規模震盪，並無明顯壓力區隔。

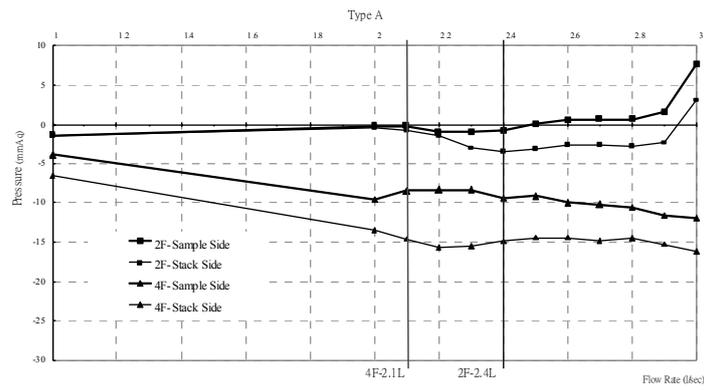


圖 3.48 Type A 透明地板落水水封強度試驗結果

設計落水器具模型的存水彎水封強度實驗結果顯示，水封破封前的樣品側管內平均負壓力，與水封深度有相明顯的線性關係存在（如圖 3.49 及圖 3.50）。

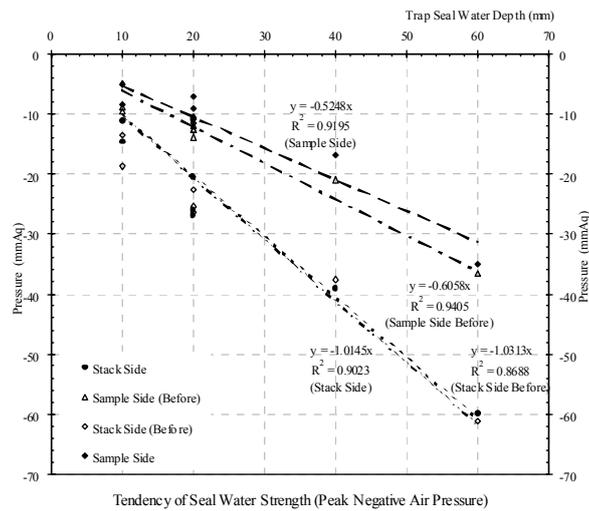


圖 3.49 有效水封深度與水封強度關係圖（負壓區） [8] [9]

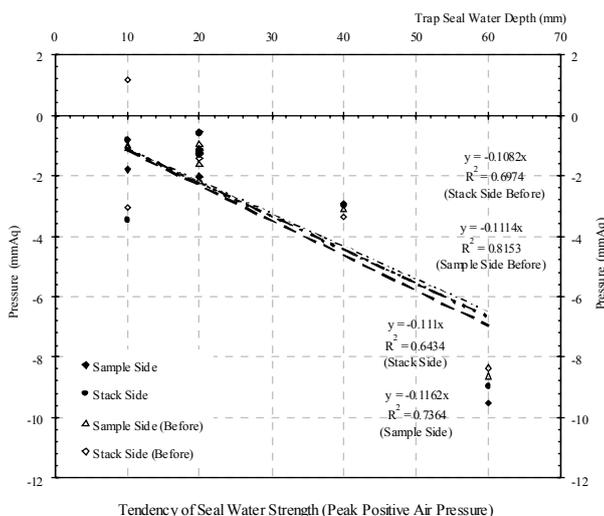


圖 3.50 有效水封深度與水封強度關係圖（正壓區） [8] [9]

關係如公式 3 及公式 4 所示

$$S_{sw} (N) = -0.6058 \times D_{sw} \dots\dots\dots (3)$$

$$S_{sw} (P) = -0.1114 \times D_{sw} \dots\dots\dots (4)$$

同時，由設計落水器具模型的實驗解析結果亦發現，不論是在排水立管系統負壓側或正壓側，立管內空氣壓力值均與排水負荷流量呈現二次線性關係（如圖 3.51），在低層建築排水系統設計中，未來應可將此成果納為設計評估之依據；下一階段並可整合中高層建築排水之管內壓力分佈及壓力峰值預測模式，作為建築排水系統與衛生排水器具的設計性能評估與檢核依據。 [8] [9]

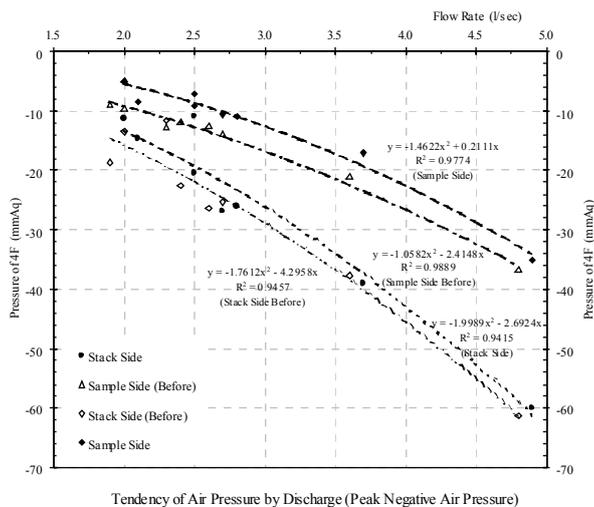


圖 3.51 排水負荷與管內最大負壓規模關係圖（負壓區）

本研究以衛生管路實驗設施為實驗基礎，針對不同衛生器具，進行規格比較與相關性能實驗，並建立地板落水器具實驗模型，逐一解析存水彎水封強度性能與水封深度的相關性。另進行落水器具水封自然蒸發逸散的性能進行實驗觀測計畫，獲致簡易水封水量自然蒸發逸散推估模式，以及衛浴設備之排水流率實驗計畫，解析出個別器具的排水流率，可據以評估整體建築排水系統與衛生器具整合性能，並提供作為檢討設計性能的重要工具。

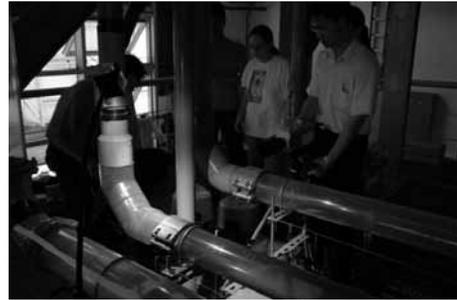
在實驗操作過程中也發現，國外相關機構或標準中，係從居住使用型態與人體的健康狀況分別著眼，規劃制訂不同的實驗系統，評估可行之試驗程序與或方法，以切合設施器具性能實驗檢核的積極需求；未來在衛生器具與排水系統性能試驗的部分，將參考生活形態、人體健康衛生研究的成果，開發建立研發制訂標準試驗的基礎。

從基本的設施建置理念著手，透過設施基本性能確認程序與方法的檢討與實作，培養國內建築排水實驗研究的專門技術人才，尤其本案除研究團隊的基本人力外，並將服勤於本所性能實驗中心的替代役同仁，一併納為研究團隊的一份子，有效提升實驗人力的規劃效能，並建立實驗研究的核心資源。

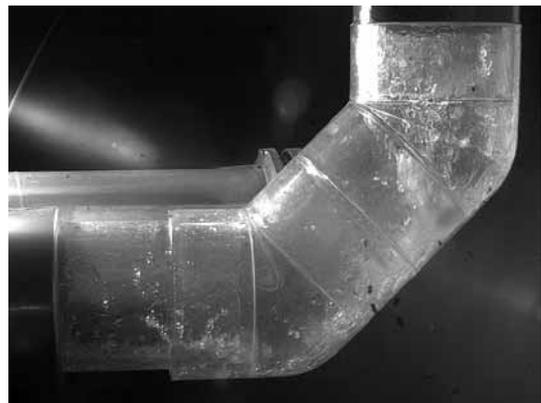
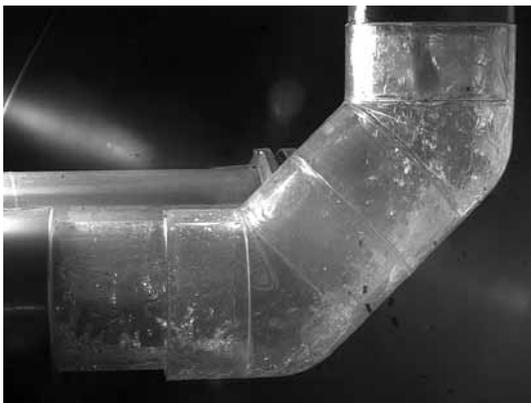
藉由實驗操作的過程，目前已逐步檢討並建立符合該設施及性能檢測需要之試驗程序，本階段除累積實驗成果外，亦將陸續確認國內可行之試驗方法，以對應國內相關性能檢核基準或設施缺乏的現況。

### 七、排水管內排水與模擬污物流速實驗解析

本項實驗解析技術，係採用超高速攝影機進行排水立管與橫主管內水流之可視化觀測並記錄，藉由不同排水流量與排放器具之變因控制，可逐項討論排水流速、模擬污物搬送速度、排水管內水跳現象以及管內流體的流速差之經驗理論，目前本實驗項目係由三朋儀器公司提供超高速攝影機示範應用，並由黃志弘副理及林漢民組長協助操作，未來將持續擴展於相關性能評定或創新技術之應用。（實驗操作現況及初步分析如圖 3.52 及圖 3.53 所示）



衛生管路排水系統流速觀測實作現況



排水立管底部與橫主管接頭部分模擬污物流速觀測比較

圖 3.52 排水立管與橫管排水與污物流速觀測實驗



排水立管底部模擬污物流速觀測比較

超高速攝影結果速度解析軟體

圖 3.53 排水立管與橫管排水與污物流速分析

(本項實驗感謝三朋儀器公司提供超高速攝影機示範應用，並由黃志洪副理及林漢民組長協助操作。)

財團法人工業技術研究院節水實驗室委託測試服務項包括：

- 1.馬桶測試
- 2.馬桶水箱零件測試
- 3.馬桶沖水凡而測試
- 4.冷熱混合水龍頭測試
- 5.一般水龍頭測試
- 6.感應式水龍頭測試
- 7.自閉式水龍頭測試
- 8.蓮蓬頭測試
- 9.洗衣機測試
- 10.省水配件測試
- 11.小便斗自動沖水器測試
- 12.淤泥阻塞指數測試

表 3.8 工研院節水實驗室歷年檢測服務與收支統計表

年 度	檢測作業成效	檢測收入 (新台幣：萬元)	備註
94	檢測服務 70 家次，216 件產品。	128.0	通過年度 CNLA 評鑑
93	檢測服務 72 家次，212 件產品。	152.2	通過 CNLA 展延評鑑
92	檢測服務 63 家次，131 件產品。	101.7	簽訂節水策略聯盟
91	檢測服務 86 家次，187 件產品。	165.1	增加 CNLA 認證至 21 項

90	檢測服務 46 家次，85 件產品。	87.5	通過 CNLA 認證 12 項
89	檢測服務 40 家次，50 件產品。	27.9	準備申請 CNLA 認證
88	檢測服務 33 家次，41 件產品。	16.3	建構檢測設備

(資料來源：工研院 95 年度先期研究計畫書)

本研究蒐集彙整國內外既有建築排水系統與器具性能測試設施之現況，比較其設施項目與規模、營運項目、收費基準、依循標準等，彙整如表 3.9 所示。

表 3.9 國內外既有建築排水系統與器具性能測試設施彙整比較表

實驗設施	建置地點	設施項目與規模	營運項目	收費基準	依循標準	備註
內政部建築研究所衛生管路實驗設施	台灣台南性能實驗中心	1. 16.5m 高排水實驗塔，4 組排水立管系統，可模擬五層樓高住宅建築的建築污雜排水立管系統。 2. 實驗器具設施包括配置於二層至五層之移動平台與整體衛浴、三組立管系統與橫管配管、給水系統及循環水供給系統等。	1. 定常流量排水進行系統性能實驗分析。 2. 器具排水係針對個別衛生器具的單次排流進行實驗觀測。 3. 建築排水橫管污物搬送性能實驗。	1. 整體系統排水性能檢測服務 12 萬 5,000 元。 2. 衛生器具排水性能 1,500 元。	無	
工研院節水實驗室	台灣新竹	1. 排水橫管搬送性能試驗設施。 2. 馬桶器具性能試驗設施。 3. 排水管路性能試驗設施。 4. 衛生器具與配件耐久性試驗設施。	1. 衛生器具設備性能現場監測。 2. ASME 標準尼龍球清靜能力測試 3. 馬桶及馬桶水箱零件、沖水凡而測試。 4. 給水水栓及省水配件測試(一般、感應式、自閉式及蓮蓬頭)。	500 元至 1 萬 2,000 元不等。	ANSI A112.19.6	
和成興業實驗室	台灣桃園	1. 排水橫管搬送性能試驗設施。 2. 馬桶器具性能試驗設施。 3. 衛生器具與配件耐久性試驗設施。 (馬桶器具清靜能力測試乙項取得 ANSI 美國國家標準實驗室之認證)	1. 排水橫管搬送性能試驗。 2. 馬桶器具性能試驗設施。 3. ASME 標準尼龍球清靜能力測試。 4. 給水水栓及省水配件測試。 5. 馬桶及馬桶水箱零件、沖水凡而測試。	無	ANSI A112.19.6	
台灣東陶產品測試實驗室	台灣苗栗	1. 馬桶器具性能試驗設施。 2. 衛生器具與配件耐	1. 馬桶器具性能試驗設施。 2. ASME 標準尼龍	無	無	

實驗設施	建置地點	設施項目與規模	營運項目	收費基準	依循標準	備註
		久性試驗設施。	球清靜能力測試。 3.馬桶及馬桶水箱零件、沖水凡而測試。 4.器具洗淨性能之不同測試、馬桶器具性能驗證與品管。 5.衛生器具之設計與安裝介面實作等。			
KUBOTA公司排水實驗塔	日本大阪	1.15層樓高之排水實驗塔及相關給水系統。 2.立管及透明轉折橫主管配管。	1.特殊排水接頭排水立管系統開發與性能驗證。 2.排水器具與衛生器具之性能試驗與影響研究。 3.新器具系統支開發研究。	無	SHAS E -S	
都市基盤整備公團超高層排水實驗塔	日本東京八王子	1.108m ((35層樓高)之排水實驗塔及相關給水系統。 2.立管及透明轉折橫主管配管。	1.一般排水配管與特殊接頭排水系統之實驗研發。 2.衛生器具與相關技術研究與產品性能驗證。 3.開放式住宅給排水配管系統之需求，亦將高架式彈性可變配管概念實作展示 4.KSI住宅及排水接頭實驗展示品之實體樣品展覽。	未公開	SHAS E-S	
關東大學院大學排水實驗塔	日本橫濱	1.27m高排水實驗塔。 2.相關給排水設施與配管。	1.辦理建築排水系統與性能驗證相關研究工作。 2.建築排水基礎研究與設施研發。	未公開	SHAS E-S	
小島製作所排水實驗設施	日本名古屋	1.排水實驗設施總高度為27m，各層高度為2.75m。	1.器具生產研發與性能驗證， 2.排水設施基礎性能研究。 3.排水系統教育資料研製。	未公開	SHAS E-S	
香港理工大學排水實驗設施	香港	1.模擬3層高住宅之實驗塔。 2.住宅用衛生器具與配管、可視化配管觀測系統、排水與通氣立管等相關配管。 3.熱水給水系統及可	1.排水系統基礎研究。 2.衛生器具性能驗證。	無	無	

實驗設施	建置地點	設施項目與規模	營運項目	收費基準	依循標準	備註
		彈性變動之樓板構造設施等。				

#### 第四節 國際建築給排水研究技術交流

##### 一、積極參與國際研討會 CIB W062 及相關技術合作

CIB 為 1953 年於法國巴黎成立相當具有地位的重要國際建築研究協會，會員廣泛地包括了七十幾個國家代表，其學術研討會也是被國科會列入全球性最重要等級之爭取主辦對象。(The International Council for Innovation and Research in Building and Construction, CIB)。建築給排水專業小組 W62 是 CIB 成立重要專業工作小組之一，研究領域廣泛地包括：建築給排水設備管理與維護、非破壞性的檢測評估技術、建築排水通氣系統、雨水與中水回收再利用、水質條件與健康層面、水資源系統之材料與耐久性、水資源之規範、標準化與認證等。

研討會匯集各國間專業產官學人士，參與國家含括如英、法、德、比、瑞、美、日、香港、台灣、巴西、羅馬尼亞、斯洛維尼亞、土耳其等超過十多個國家。

由於台灣給排水領域之研究成形，受到國際間學術重視，已開發國家視衛生管路為居住環境和健康之最主要，舉辦本次研討會將突顯出台灣對於給排水領域重視程度已與各國並駕齊驅。研究發表領域包括：1.永續性水資源管理、雨水回收再利用系統與評估、2.排水系統電腦應用與計算模型、排水系統與特殊設備、排水系統風險管理診斷系統、3.給水系統、4.熱水系統與材料、5.各國建築法令及技術規範等。

本次會議共有 10 個國家參與，共發表 36 篇論文。期中日本發表 12 篇最多，台灣 7 篇次之，英國與香港各 5 篇再次之，巴西 2 篇，其餘各國均發表 1 篇。

本次會議本部李部長逸洋親蒞開幕典禮，並致詞歡迎各國專家學者及國內外貴賓參與，同時仔細參觀配合展出之創新衛生器具設備，與業界專家詳細交換意見。(研討會內外實錄如圖 3.54 至圖 3.60 所示)

透過本次會議之主辦，已展現台灣給排水領域具備世界觀與國際化之學術研究水準，並瞭解國際間水資源發展趨勢與研究動向，修正台灣給排水操作議題；國際給排水學術研究成果交流，強化成果應用提升居住環境生活品質；同時，傑由政府與學術單位之合作，充分展現國內技術與學術整合之完整介面。



圖 3.54 本所何所長與台灣科技大學建築系鄭政利所長迎接本部李部長逸洋蒞臨大會



圖 3.55 本所何所長與台灣科技大學建築系鄭政利所長於大會會場前合影



圖 3.56 本部李部長逸洋歡迎 CIB 亞太區理事代表 Prof Baldwin 等蒞臨大會



圖 3.57 計畫主持人向本部李部長逸洋說明排水系統存水彎功能與吸氣閥產品



圖 3.58 英國排水系統產品開發公司 STUDOR 總裁 Sture Ericson 與台灣代理商團隊合影

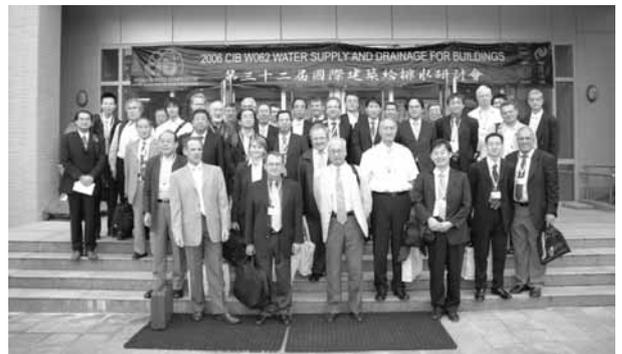


圖 3.59 CIB W062 2006 與會國際專家學者於會場前合影

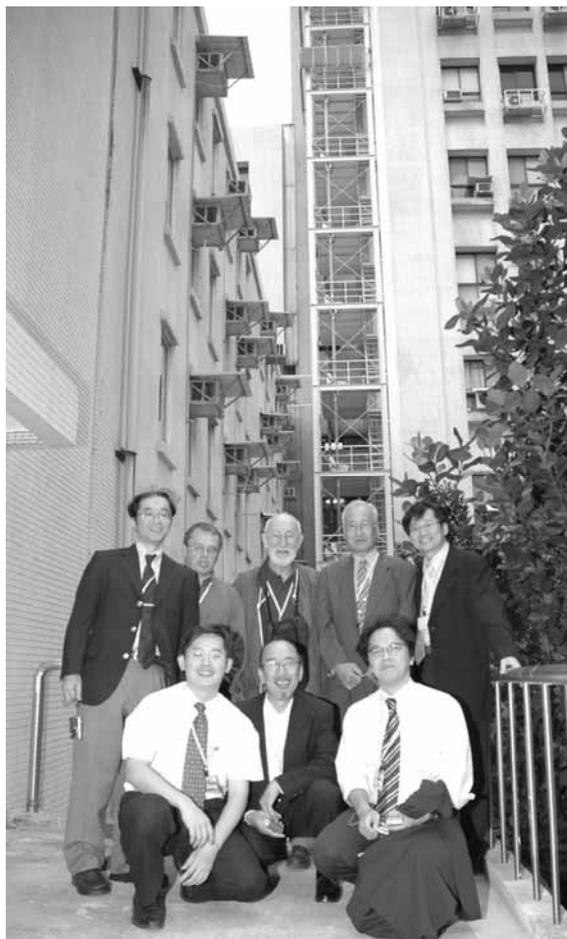


圖 3.60 CIB W062 2006 與會專家於台科大排水實驗塔前合影

(後排-關東學院大學 大塚 雅之教授、BBRI Mr. Cuyper、NIST Prof. Galowin、神奈川大學 紀谷 文樹教授、鄭政利教授，前排-計畫主持人、株式會社小島製作所 河村憲彥次長、東洋大學小賴博之教授)

## 二、參與日本空氣調和衛生工學會大會發表論文

在台灣科技大學建築系鄭政利教授之指導與推薦之下，計畫主持人有幸參加於日本長野信洲大學召開之空氣調和衛生工學會第 18 屆大會，並彙整歷年台灣在建築排水通氣系統方面的研究成果，於會中發表台灣建築排水系統性能與省水器具實驗研究之論文乙篇，該會會長鎌田元康教授先後提供許多寶貴研究上之建議，同時與日本學、研、業界等先進就教相關研究技術與交換心得；也透過本次會議之參與，與上海同濟大學在水資源方面研究的頂尖專家劉遂慶教授共同交流在水資源方面的技術與政策方針構想等，獲益匪淺。

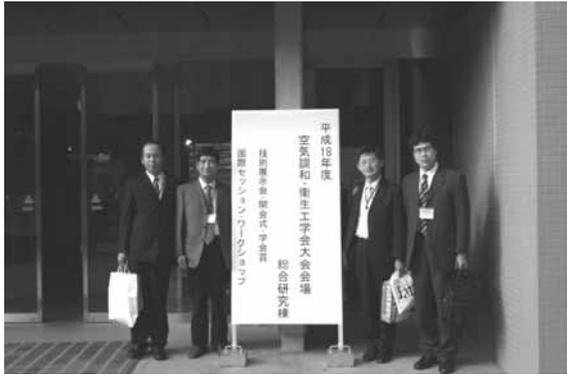


圖 3.61 計畫主持人與上海同濟大學環境科學與工程學院 劉遂慶教授、日本須賀工業王祥武博士等於日本空氣調和衛生工學會第 18 屆大會會場合影。



圖 3.62 計畫主持人與上海同濟大學環境科學與工程學院 劉遂慶教授等於日本空氣調和衛生工學會第 18 屆大會發表 Q&A 之回應現場紀錄。



圖 3.63 計畫主持人應邀參加 2006 年日本空氣調和衛生工學會第 18 屆大會懇親會



圖 3.64 2006 年日本空氣調和衛生工學會大會懇親會會後接受會長鎌田元康教授指導

### 第五節 小結

從基本的設施建置理念著手，透過設施基本性能確認程序與方法的檢討與實作，培養國內建築排水實驗研究的專門技術人才，尤其本案除研究團隊的基本人力外，並將服勤於本所性能實驗中心的替代役同仁，一併納為研究團隊的一份子，有效提升實驗人力的規劃效能，並建立實驗研究的核心資源。國內目前建置完成的整合衛生管路實驗設備，可針對目前亟待建立的排水設計計算基礎，進行各項實尺寸設施性能實驗，包括以下各項：

- 1.排水立管壓力變動的比較與因子分析。

- 2.排水立管壓力變動對於器具排水的影響。
- 3.衛生器具的設計排水流量及設計性能評估研究。
- 4.器具排水的排水速率與立管內空氣壓力變動之相關性分析。
- 5.排水立管與橫管內排水流體現象觀測與解析。
- 6.通氣配管對排水立管內空氣壓力變動的影響及理論探討。
- 7.浴廁空間地板落水器具排水速率與洩水坡度之相關研究。
- 8.洗衣機加壓排水對排水立管內空氣壓力變動及衛生器具水封之影響研究。
- 9.洗劑泡沫排水對於建築排水系統排水性能變動之研究。
- 10.建築物排水管路污物搬運能力之理論探討。
- 11.地板落水器具的設計與性能評估方法研究。

本實驗設施之建置與研發，除可積極提升本土建築排水系統設計水準外，並能強化設計整合與產品研發能力，擴大培育並累積專業研發人才，逐步建構優良的健康環境設計與評估體系。

本研究以本所衛生管路實驗設施為實驗基礎，針對不同實驗機構之設施營運進行比較，據以評估整體建築排水系統與衛生器具整合性能發展的課題與方針，提供作為檢討設施營運與政策方案擬訂的重要參考。在實驗設施彙整與參訪過程中也發現，國外相關機構或標準中，係從居住使用型態與人體的健康狀況分別著眼，規劃制訂不同的實驗系統，評估可行之試驗程序與或方法，以切合設施器具性能實驗檢核的積極需求；未來在衛生器具與排水系統性能試驗的部分，將參考生活形態、人體健康衛生研究的成果，開發建立研發制訂標準試驗的基礎。

## 第四章 衛生管路實驗設施營運策略檢討規劃

### 第一節 我國排水通氣系統研發之瓶頸分析 (SWOT)

本節就本所衛生管路實驗設施與我國建築排水通氣系統之研究與發展，分析主觀之內在條件，配合客觀性之外在環境條件，將優勢、劣勢、機會與威脅等分列說明如后，以期在執行策略上得以擴充本身之優勢、克服劣勢，並掌握有利機會，降低外在威脅，以確保實驗設施營運與我國排水通氣設計技術提升計畫之成功，達成國家建築性能實驗設施建置之總體目標。

#### 一、優勢 (Strength)

1. 國家建築實驗室性能實驗中心建置衛生管路實驗設施，為國內首屈一指且完整之研發實驗設備，如能與產業界緊密合作，提供產業界服務，是為本計畫研發之後盾。
2. 我國積極參與 CIB W062 之國際建築給排水研討會之組織，並發表研究成果，展現我國之研發能量與資源，台灣建築給排水科技之成果已獲國際之肯定，本年度主辦該會議亦獲得國際間的讚譽與肯定，也成為亞洲地區各國之學習標竿。
3. 我國政府部門投入重大國家建設計畫，並由內政部建築研究所帶頭推動建築給排水之基礎政策研發工作，將可引導相關業界與學術研究團隊參與，開創新興產業契機。

#### 二、劣勢 (Weakness)

1. 我國囿於現行建築法規、消費者保護法與商品管理法規等對於建築排水通氣系統之要求不合時宜，且有礙於新興技術或器具產品之應用與推廣，應積極突破法令之瓶頸，始能擴大提升我國之建築給排水系統性能與品質管理。
2. 我國在建築排水通氣系統基礎研究與衛生器具研發方面，國內公私部門欠缺整合之現況，本所在建置實驗設施後，歷年經費不足，不易於短期內擴大研發與整合能量，並發揮政策火車頭之主導性影響力；本所具備

相關能力與資源，未來如擴充經費，儘速完成實驗設施之業界整合模式，推動研發與性能驗證服務工作，預期可將動高品質健康建築給排水系統與相關產業之發展。

3. 建築排水通氣系統與衛生器具等研發成果之彰顯，首重現場實證，且需長時間累積始得以展現績效，內政部建築研究所既有之人力與資源皆極有限，需仰賴與其他學術研究機構合作，始能擴大推動長期性計畫之績效。
4. 國內營建業界及建築師方面，對整體建築排水系統性能與衛生器具研發方向及概念瞭解貧乏，造成推動相關設計技術、工法及器具產品等之瓶頸與阻力。

### 三、機會 (Opportunity)

1. 京都議定書實施之壓力，全世界溫室氣體排放減量之要求，推動對應 CO<sub>2</sub> 減量最直接有效之相關措施，包括節約用水、水資源有效管理、合理健康的給排水系統設計與施工維護，國內營建產業市場已引頸期盼創新水資源技術之研發與推廣應用，而相關產業陸續投入，將使我國健康建築排水系統發展的機會越趨活絡。
2. 全球歷經 2003 年的 SARS 重創後，各國已正視建築排水通氣系統攸關建築物健康性能與居住品質之重要性，紛紛投入研究人力與資源，包括美、日、比，法及香港等國，而我國在排水系統實驗與設計預測評估模式之研發成果已領先許多國家，未來可作為業界與民間建築推動性能評估之最佳工具，同時配合性能評定制度與消費者保護機制之執行，將有效引導自發性健康建築排水通氣系統技術之開發，提升本土規劃設計能力，並建立永續健康之建築政策。
3. 我國由政府部門主導建築排水系統之科技研發及與政策規劃執行之模式，已領先國際發展之趨勢；積極推動經驗交流，強化國際合作，以開創建築排水系統與衛生器具產業之新契機。

### 四、威脅 (Threat)

1. 我國營建產業發展數十年期間，所引用之建築技術規則或相關法令規範，均未反應新技術與新設備工法之發展成果，既有建築給排水系統普遍存在性能不佳的問題，又因法令規範之限制，無法汰換優質產品或引進創新技術，致使既有排水系統等問題持續存在，嚴重影響國人健康與居住性能。
2. 歐盟及美、日等國創新建築排水通氣系統產品，在現行法令未更新前，無法擴大引進國內應用，對我國整體建築性能提升有所阻礙，同時也抑制業界創新研發的動力與企圖；在國內既有相關法規尚未完成修訂前，國內對於境內外優良設備產品之性能驗證機制尚缺，同時提出審核認可之作業耗時繁複，缺乏競爭力，影響業界投入研發之意願。

#### 五、SWOT 交叉分析—相關政策與策略分析

本研究參考綠建築與永續環境科技計畫引用 Wehrich 於 1982 年提出之策略分析方法，將內部之優勢和劣勢與外部之機會及威脅等相互配對，利用最大之優勢和機會及最小之劣勢與威脅，研擬出適當的因應策略，配對後的策略型態分為以下四種：SO 策略，即依優勢最大化與機會最大化 (Max-Max) 之原則來強化優勢、利用機會；ST 策略，即依優勢最大化與威脅最小化 (Max-Min) 之原則來強化優勢、避免威脅；WO 策略，即依劣勢最小化與機會最大化 (Min-Max) 之原則來減少劣勢、利用機會；WT 策略，即依威脅最小化與劣勢最小化 (Min-Min) 之原則降低威脅、減少劣勢。

將本所衛生管路實驗設施營運與我國發展健康建築排水通氣系統策略方案之 SWOT 交叉分析列述於下：

##### (一) 衛生管路實驗設施營運與我國發展健康建築排水通氣系統策略方案的 SO 策略

1. 積極推動衛生管路實驗設施營運之實驗室認證作業，檢討可行之建築排水系統或器具性能基準，作為實驗設施營運之基礎，擴大執行成效。
2. 納入健康建築排水系統性能標準與認證體系等研究課題，研議建築技術規則排水通氣系統規範與相關國家標準草案，健全性能評定與商品管制制度推行之基礎。

3. 善加運用內政部建築研究所台南「性能實驗中心」之研究能量，積極進行各項創新建築水資源科技之研發。
  4. 強化建築及相關水資源管理相關法令，配合部會分工之策略與措施，以擴大優質建築排水系統產業與健康居住環境之預期成效。
- (二) 衛生管路實驗設施營運與我國發展健康建築排水通氣系統策略方案的 ST 策略
1. 持續參與國際間建築給排水領域之技術交流活動，爭取國際合作研發機會，交換與培訓研發人力，拓展技術與政策國際合作的空間。
  2. 建立國際合作窗口，爭取國家科技發展研究之長期支持，規劃穩定而長期的政策方案或計畫措施，以累積專業知能與技術成果。
- (三) 衛生管路實驗設施營運與我國發展健康建築排水通氣系統策略方案 WO 策略
1. 整合學研界之力量共同投入，推動跨部會整合工作，加強推廣落實基礎研究與產品研發成果，以發揮整體性之研發成效。
  2. 相關議題導入國家考試範疇，成立輔導諮詢中心與專家委員會，並整合大專院校與法人機構之研究資源，擴展研發團隊；辦理教育宣導，培訓專業技術人力。
  3. 規劃排水系統理論基礎、設計技術、性能實驗解析、性能基準與驗證機制、維護管理等教育宣導相關教材，辦理講習訓練與研討會活動，並與各級學校合作，擴大提升優質建築排水系統與水資源管理應用之成效。
  4. 積極爭取科技計畫預算，並建請整合相關部會所管理之基金預算，擴大國家科技研發資源之基礎。
- (四) 衛生管路實驗設施營運與我國發展健康建築排水通氣系統策略方案 WT 策略
1. 增修訂建築技術規則，制訂相關設計技術規範，建立健康建材排水通氣系統性能評定制度，鼓勵優質設備系統之審核認可。
  2. 建立技術人力群，成立設備資源中心，輔導改善既有建築排水系統不良情形，以鼓勵高性能排水系統與衛生器具之設計應用，抑制劣質設施或系統之使用與危害。

表 4.1 健康建築排水通氣系統策略方案的 SWOT 矩陣分析表

SWOT 矩陣		內部分析	
		優勢 (S)	劣勢 (W)
外 部 分 析	機 會 (O)	<b>SO策略</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>積極推動衛生管路實驗設施營運之實驗室認證作業，檢討建築排水系統或器具性能基準。</li> <li>納入健康建築排水系統性能標準與認證體系等研究課題，研議相關國家標準草案，健全性能評定與商品管制制度基礎。</li> <li>善加運用「性能實驗中心」研究能量，積極進行各項創新建築水資源科技之研發。</li> <li>強化建築及相關水資源管理相關法令，配合部會分工之策略與措施，擴大優質建築排水系統產業之成效。</li> </ol>	<b>WO策略</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>整合學研界與跨部會整合，加強基礎研究與產品研發，發揮整體發展成效。</li> <li>相關議題導入國家考試範疇，成立輔導諮詢中心與專家委員會，並整合院校與法人研究資源，擴展研發團隊。</li> <li>規劃排水系統教育宣導相關教材，辦理講習訓練與研討會活動，擴大提升優質建築排水系統與水資源管理應用之成效。</li> <li>積極爭取科技計畫預算，並建請整合相關部會所管理之基金預算，擴大國家科技研發資源之基礎。</li> </ol>
	威 脅 (T)	<b>ST策略</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>參與國際間建築給排水領域之技術交流活動，爭取國際合作研發機會，交換與培訓研發人力，拓展技術與政策國際合作的空間。</li> <li>建立國際合作窗口，爭取國家科技發展研究支持，規劃政策方案或計畫措施，累積專業知能與技術成果。</li> </ol>	<b>WT策略</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>增修訂建築技術規則，制訂相關設計技術規範，建立健康建材排水通氣系統性能評定制，鼓勵優質設備系統之審核認可。</li> <li>建立技術人力群，成立設備資源中心，輔導改善既有建築排水系統不良情形，以鼓勵高性能排水系統與衛生器具之設計應用，抑制劣質設施或系統之使用與危害。</li> </ol>

## 第二節 衛生管路實驗設施營運策略之規劃

### 一、建立排水通氣系統設計規範

參考日本空氣調和衛生工學會制訂之給排水衛生設備規準・同解說及我國 76 年所完成之規範草案，本研究擬提排水通氣系統設計規範草案之架構與部分如下：（如圖 4.1 所示）

#### 1. 基本原則

各項章節規範事項包括：基地與建築排水設計之一般原則事項（含污雜排水、雨水排水、特殊排水及汙水下水道排水接管規劃等），排水種類、排水方式（包括合流排放、獨立排水、重力式排水、機械式排水與間接排水等）與排水系統（依建築物所在位置是否已完成污水下水道或設置建築物污水處理設施區分）之檢討。

#### 2. 用語定義

包括：(1).主管，(2).支管，(3).排水立管，(4).排水橫管，(5).排水管，(6).基地排水管，(7) 器具排水管，(8) 雨水管，(9) 折曲管或 Z 形管，(10) 地下埋設管，(11) 通氣管，(12) 緩和通氣管，(13) 迴路（環狀）通氣管，(14) 反向(reverse)通氣管，(15) 個別通氣管，(16) 器具通氣管，(17)共用通氣管，(18) 結合通氣管，(19)濕通氣管，(20)伸頂（伸延）通氣管，(21)補助通氣管等。

#### 3. 配管

包括：(1)配管方法，(2)排水橫管之坡度，(3)終端管之設置，(4)排水配管管徑，(5)地板排水口及清潔口，(6)排水槽、泵及逆流防止閥，(7)其他配管設計注意事項等。

#### 4. 排水通氣設備

包括：(1)排水管配管容量計算，(2)排水槽及排水泵，(3)通氣方式，(4)通氣立管，(5)通氣管之開放部，(6)通氣管之配管方法，(7)回路通氣，(8)個別通氣，(9)伸頂通氣、結合通氣及通氣主管，(10)排水立管反曲部之通氣，(11)排氣槽等之通氣，(12)通氣管配管管徑計算等。

#### 5. 衛生器具設備

包括(1)馬桶，(2)洗面盆，(3)浴缸，(4)沖水閥（水龍頭），(5)器具存水彎，(6)蓮蓬頭，(7)設備數量計算，(8)設備排水負荷單位計算，(9)維護管理等。

#### 6. 排水再利用設備與雨水利用設備

(1)排水再利用設備，(2)雨水利用設備，(3)配管計算，(4)維護管理等。

#### 7.特殊設備

(1)洗衣機，(2)廚房設備，(3)垃圾處理設備之排水，(4)游泳池排水，(5)水景設施排水等。

#### 8.性能評價

(1)排水通氣系統設計性能要求事項，(2)施工檢查事項，(3)竣工試驗事項，(4)使用階段計測與監控，(5)設備性能評估與劣化診斷等。

另有關技術要項內容與大綱規劃如下：

#### 1.衛生器具設置數量的檢討與確定

(1)建築物類別與使用形態，(2)使用人員數與男女使用比率，(3)衛生器具服務等級設定，(4)設計器具數計算。

#### 2.給水管徑的決定

(1)給水管徑之計算檢討，(2)瞬間最大給水量估算，(3)給水管容許壓力損失計算，(4)給水流速限制，(5)給水管徑檢討確定。

#### 3.排水通氣管徑的決定

(1)器具排水負荷估算，(2)排水管徑檢討確定，(3)通氣管徑檢討確定。

#### 4.雨水排水管徑的決定

(1)雨水管徑檢討確定。

#### 5.油脂截留器的決定

(1)工業生產型油脂截流器之選擇，(2)場鑄型油脂截流器之容量及構造檢討確定。

[資料來源：給排水衛生設備規準·同解說 SHASE-S，2000]

## 排水通氣系統設計規範架構

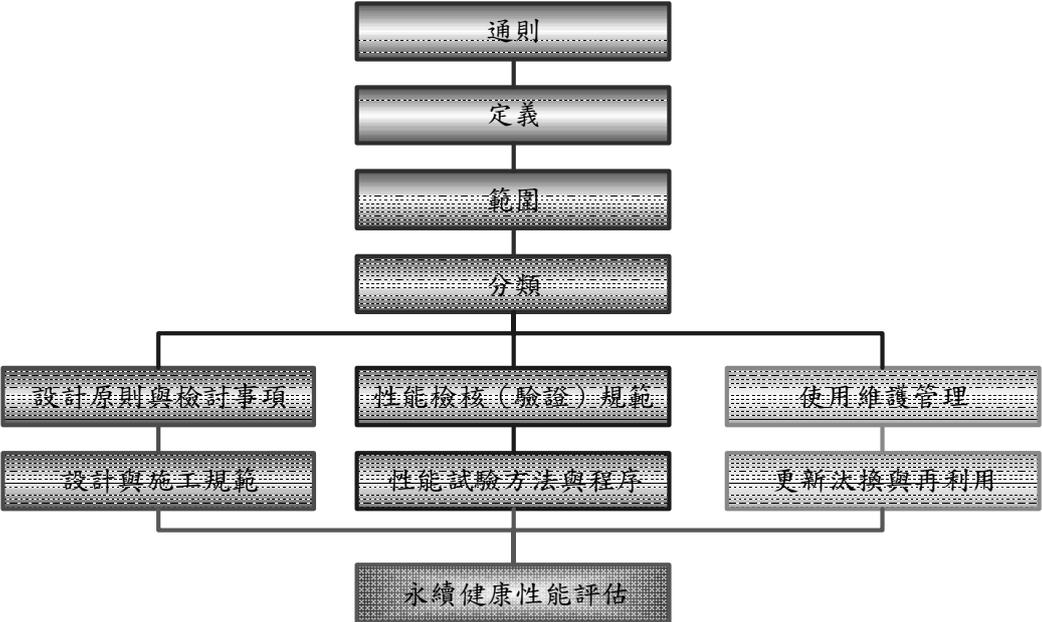


圖 4.1 排水通氣系統設計規範架構圖

### 二、建立性能試驗評定與技術諮詢機構

整合國內相關實驗中心與機構之設施能量，包括內政部建築研究所、台灣科技大學、和成興業(HCG)、台灣東陶(TOTO)、工研院節水實驗室等，亦參考國外設施與經驗，逐步推動實驗系統與設備驗證，建立我國排水通氣系統與衛生設備器具性能基準，透過實驗室量測、現場量測與設備系統性能評估諮詢程序，輔導優質系統與器具研發成果取得主管機關認可；同時透過組織與人員之評定審定程序，以擴大專業技術服務與諮詢機構的數目與範疇，作為技術推廣應用之基石。

在技術能力養成部分，從技術研發之基礎成果著手轉換，包括：1.排水立管與橫管污物搬送性能測試方法、2.馬桶器具污物排放性能與負荷流量測試方法、3.地板落水器具性能試驗方法、4.排水系統整合衛生器具性能評估現場量測法、5.排水系統整合性能測試實驗室評估法等，作為技術移轉或應用之依據；此外，同時應參考評估各國建築法令與設計技術規範，納為我國技術規範與性能基準起草之參考依據，包括：1.美國 NPC 及 IPC、2.歐盟 BS EN 12056 及 BS EN 1205612380、3.日本給排水衛生設備規準・同解說 (SHASE-S)、4.集合住宅排水立管系統排水能力試驗法 (HASS 218) 等。

### 三、操作人力培訓

我國目前在建築給排水與衛生器具之設計技術，多源自於歐美日等各國，本土技術研發近幾年才在台灣科技大學與本所之積極努力下逐漸擴展，並將陸續整合業界之研發能量，以擴大創新技術與產品之發展。惟有關技術研發人力、設計人力、施工技術人力與性能驗證與評定人力等，一直未有長期且完整的培訓計畫，本研究透過檢討國內外各實驗室之營運與國內實驗設施之經營模式後，建議應針對不同業別的專業領域人力資源進行培訓，區分設計階段之建築師、電機技師、環工技師，施工查核階段之水電配管技術人員、工程管理與品質管理人員，以及性能驗證及使用管理階段之專業評定技術人員、物業管理人員等。

未來應成立技術委員會，並可考量成立技術訓練中心或機構，同時將建築排水通氣系統等內容納入國家考試的議題範圍，推動建築師、電機技師、環工技師、物業管理技術人員、水電配管技術士等之基礎教育與執業期間再教育，將排水通氣系統現場評鑑、衛生設備系統施工查核、量測設備與評鑑及創新器具或系統之研發要點納入實作訓練項目之一，並逐步擴展至設備廠商、施工技術人員、施工監造人員、性能評鑑測試人員，將可使整體建築排水系統與衛生器具產業之基礎深入扎根。

## 第三節 健康建築排水系統方案擬議

### 一、法令制度面的推動策略規劃

未來擴大推動優質與健康建築排水系統之方向，本研究建議應從技術基礎研發、性能基準與驗證規範、研發組織與檢測機構等基礎架構著手，再逐年擴大至法規體系與政策方案之規劃與執行，詳細架構如圖 4.2 所示。透過方案之規劃與相關法制配套措施之擬訂，將有效促成本所衛生管路實驗設施之營運，以及提升我國建築排水系統與衛生器具性能之創新發展。

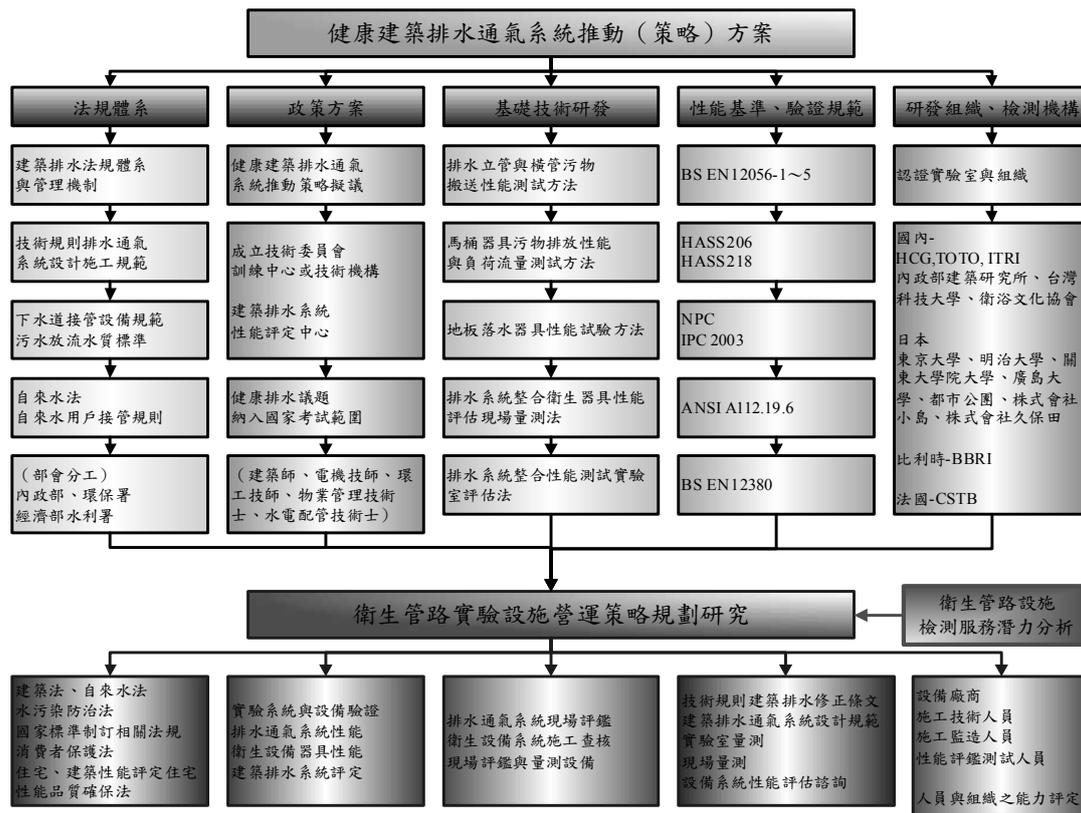


圖 4.2 健康建築排水通氣系統推動 (策略) 方案架構

## 二、建築排水系統法規體系與管理機制

本研究透過歷年研發成果之累積，並評估相關法規之關連性，包括建築技術規則排水通氣系統相關條文、下水道接管設備規範、水污染防治法及污水放流水質標準等，將區分系統類別逐步完成技術規範與性能基準、試驗方法之草案，已將實驗室評鑑與專業人力技術等級認可項目納入策略方案中規劃，以對應未來技術發展與移轉應用、認證評定與管理機制之執行需求。

未來本所衛生管路實驗設施營運策略配套項目，則規劃如下：

1. 建築給排水系統性能評估諮詢服務團隊（委員會）。
2. 給排水衛生器具設備（健康與使用）性能升級作業方案。
3. 成立評估作業、推動機制、技術研發小組等。

未來擴大推動優質與健康建築排水系統之方向，本研究建議應從技術基礎研發、性能基準與驗證規範、研發組織與檢測機構等基礎架構著手，再逐年擴大至法規體系與政策方案之規劃與執行，詳細架構如圖 4.3 所示。透過方案之規劃與相關法制配套措施之擬訂，將有效促成本所衛生管路實驗設施之營運，以及提升我國建

築排水系統與衛生器具性能之創新發展。



圖 4.3 創新建築排水系統與衛生器具研發與政策發展流程

### 三、健康建築排水通氣系統推動策略擬議

健康建築排水通氣系統推動策略之架構，包括性能驗證領域策略分工、管理機制與技術研發策略分工、法令與政策面分工以及整體行政部門之分工等，如圖 4.4。部會分工部分則含括行政院衛生署、環保署、內政部營建署、經濟部水利署、內政部建築研究所等，主要分工事項為法令政策研議與增修訂；學術機構或民間試驗設施，則有國立台灣科技大學、工研院節水實驗室、財團法人衛浴文化協會、台灣東陶公司及和成興業公司等，配合推展技術研發事項，協助規劃管理策略，整合建立檢測驗證機制，創造實驗設施營運之有利基礎。

各領域未來應以各項配合事項之推動為要：

- (一) 性能驗證領域：1. 個別器具性能驗證項目、2. 整合建築給排水系統性能驗證項目。
- (二) 管理機制與技術研發領域：1. 給排水用水設施之設計規範與審查機制研議、2. 給排水用水設施之施工查核機制、3. 給排水系統使用前性能評估範疇與執行機。
- (三) 政策法令面：1. 建築技術規則建築設計編與建築設備編、2. 下水道用戶排水設備標準、3. 檢討臺北市污水下水道用戶排水設備承裝商作業審驗要點、4. 強化建管單位與衛工處之審核作業事項。



護管理等教育宣導相關教材，辦理講習訓練與研討會活動，並與各級學校合作，擴大提升優質建築排水系統與水資源管理應用之成效。相關議題導入國家考試範疇，成立輔導諮詢中心與專家委員會，並整合大專院校與法人機構之研究資源，擴展研發團隊；辦理教育宣導，培訓專業技術人力。

建立技術人力群，成立設備資源中心，輔導改善既有建築排水系統不良情形，以鼓勵高性能排水系統與衛生器具之設計應用，抑制劣質設施或系統之使用與危害。

以健康建築排水通氣系統推動策略架構為主軸，推動優質建築排水系統之性能驗證、管理機制與技術研發、法令與政策以及整體行政部門分工等，整合部會資源與能量，配合推展技術研發事項，協助規劃管理策略，整合建立檢測驗證機制，創造實驗設施營運之有利基礎。整體衛生管路實驗設施營運策略評估分析，建議優先推動以下事項：1.實驗室排水系統研發與驗證、2.排水通氣系統現場性能量測評估、3.建築排水系統業界合作研發機制、4.衛生管路器具創新技術研發與專利發展、5.衛生器具性能驗證與查核機制。



## 第五章 結論及建議

### 第一節 結論

本研究以本所衛生管路實驗設施為實驗基礎，針對不同實驗機構之設施營運進行比較，據以評估整體建築排水系統與衛生器具整合性能發展的課題與方針，提供作為檢討設施營運與政策方案擬訂的重要參考。在實驗設施彙整與參訪過程中也發現，國外相關機構或標準中，係從居住使用型態與人體的健康狀況分別著眼，規劃制訂不同的實驗系統，評估可行之試驗程序與或方法，以切合設施器具性能實驗檢核的積極需求；未來在衛生器具與排水系統性能試驗的部分，將參考生活形態、人體健康衛生研究的成果，開發建立研發制訂標準試驗的基礎。

本研究收集彙整衛生管路實驗設施歷年研究成果與研發技術，並參考國內外相關實驗設施與機構之營運經驗，規劃提出營運策略與發展願景，並建議將健康建築排水系統性能標準與認證體系等研究課題納入國家重點科技發展計畫中，同時配套研議排水通氣系統相關規範草案，始能健全性能評定與商品管制制度推行之基礎。

依據本所衛生管路實驗設施與我國建築排水通氣系統之研究與發展方向，本研究分析主觀之內在條件，配合客觀性之外在環境條件，將優勢、劣勢、機會與威脅等分列說明如后，以期在執行策略上得以擴充本身之優勢、克服劣勢，並掌握有利機會，降低外在威脅，以確保實驗設施營運與我國排水通氣設計技術提升計畫之成功，達成國家建築性能實驗設施建置之總體目標。

以健康建築排水通氣系統推動策略架構為主軸，推動優質建築排水系統之性能驗證、管理機制與技術研發、法令與政策以及整體行政部門分工等，整合部會資源與能量，配合推展技術研發事項，協助規劃管理策略，整合建立檢測驗證機制，創造實驗設施營運之有利基礎。

整體衛生管路實驗設施營運策略，建議優先推動以下事項：1.實驗室排水系統研發與驗證、2.排水通氣系統現場性能量測評估、3.建築排水系統業界合作研發機制、4.衛生管路器具創新技術研發與專利發展、5.衛生器具性能驗證與查核機制。

未來與業界合作進行研發或產品驗證的項目，參酌國外相關規範，初擬推動項目建議如下：

- 1.辦理有意申請審核認可之排水通氣器具對整體排水立管內空氣壓力變動的緩和

效能實驗分析。(參考 EN 12380 規範)

2.辦理衛生器具排水橫管污物搬送性能試驗(參考 ANSI A112.19.6 規範)。

3.辦理建築排水立管內空氣壓力變動分佈試驗(參考 HASS 218 規範)。

## 第二節 建議

整體衛生管路實驗設施之營運，必須強化實驗室認證與品質管理，同時配套研議排水通氣系統相關規範草案，始能健全性能評定與商品管制制度推行之基礎；未來仍須持續推動相關措施或研究，整體建築排水系統與衛生管路、器具研發方能突破，並能擴大創新技術與專利產業之蓬勃發展。

- (一) 增修訂建築技術規則，制訂相關設計技術規範，建立健康建材排水通氣系統性能評定制度，鼓勵優質設備系統之審核認可。
- (二) 持續參與國際間建築給排水領域之技術交流活動，爭取國際合作研發機會，交換與培訓研發人力，拓展技術與政策國際合作的空間。建立國際合作窗口，爭取國家科技發展研究之長期支持，規劃穩定而長期的政策方案或計畫措施，以累積專業知能與技術成果。
- (三) 以健康建築排水通氣系統推動策略架構為主軸，推動優質建築排水系統之性能驗證、管理機制與技術研發、法令與政策以及整體行政部門分工等，整合部會資源與能量，配合推展技術研發事項，協助規劃管理策略，整合建立檢測驗證機制，創造實驗設施營運之有利基礎。
- (四) 相關議題導入國家考試範疇，成立輔導諮詢中心與專家委員會，並整合大專院校與法人機構之研究資源，擴展研發團隊；辦理教育宣導，培訓專業技術人力。
- (五) 本所下年度將以本所實驗設施申請認證之前置作業規劃為方向，並整合排水通氣系統設計規範之準則與解說草案規劃，以擴大推動設施運用之成效。



## 參考文獻

1. 呂文弘，鄭政利，杜功仁，周衍均（2003）。公寓式住宅建築排水配管系統現況調查及發展課題分析。建築學報，第 43 期，P. 69-85。
2. 鄭政利，杜功仁（2001）。中高層住宅排水通氣系統調查與設計規範之研究。內政部建築研究所專題計畫研究成果報告。
3. 鄭政利，呂文弘，周衍均，2001，台灣第一座建築排水實驗裝置與基礎研究，亞洲地區建築給排水國際研討會，台北，台灣，pp 93-116
4. Lu Wen-Hung, CHENG Cheng-li, Chou Yen-Chun, 2002, Investigation and Development Analysis of Building Drainage System for Apartment House, CIB-W62 International Symposium, Iasi, Romania.
5. L.B. Jack, J.A. Swaffield, 1999, Developments in the simulation of the air pressure transient regime within single stack building drainage system, CIB-W62 International Symposium, Edinburgh, UK.
6. Masayuki Ohtsuka, Heizo Saito, 1988 Basic Study on Performance Test and Theoretical Calculation System of Drainage Pipe Network Part 1, SHASE, No.36.
7. 丁育群，鄭政利，翁佳樑，呂文弘（2005），省水器具排水性能實驗及相關法規探討之研究，內政部建築研究所成果報告。
8. 都市基盤整備公團（2002），機材の品質判定基準-機械編。
9. 溫子文、張憶琳，環保標章簡訊。
17. 蕭江碧，鄭政利，杜功仁，呂文弘（2004）。建築污水排水通氣系統性能實驗研究成果報告，內政部建築研究所。
18. 呂文弘（2004）。地板落水器具性能實驗研究，內政部建築研究所九十三年度自辦研究計畫成果發表會論文集，台北，台灣，pp 273-285。
19. 呂文弘，鄭政利（2004）。建築排水器具性能實驗研究。第一屆台灣建築論壇-綠建築永續經營建築論壇集，台北，台灣，pp 109-114。
10. 蕭江碧、系統實驗規劃建置之研究。內政部建築研究所研究計畫成果報告。利、杜功仁、陳文祈(2002)。衛生管路與開放建築
11. 毛犖，從 SARS 事件探討防範病毒在建築單元之間傳播之措施（2003），內政部建築研究所。
12. 呂文弘，鄭政利，杜功仁，周衍均（2003）。公寓式住宅建築排水配管系統現況調查及發展課題分析。建築學報，第 43 期，pp 69-85。
13. 呂文弘，鄭政利，沈明德（2003）。二管式排水通氣立管空氣壓力變動推估模式之研究。中華民國建築學會第十六屆建築研究成果發表會，台北，台灣，pp 167-172。
14. 蕭江碧，鄭政利，杜功仁，陳文祈（2002）。衛生管路與開放建築系統實驗設備規劃建置之研究。內政部建築研究所研究計畫成果報告。

- 15.鄭政利，杜功仁（2001）。中高層住宅排水通氣系統調查與設計規範之研究。內政部建築研究所專題計畫研究成果報告。
- 16.鄭政利，呂文弘，周衍均，2001，台灣第一座建築排水實驗裝置與基礎研究，亞洲地區建築給排水國際研討會，台北，台灣，pp 93-116
- 20.Lu Wen-Hung, CHENG Cheng-li, Shen Min-der, 2003, Prediction Method of Air Pressure Distribution on Vertical Drainage Stack , CIB-W62 International Symposium, Ankara, Turkey.
- 21.Lu Wen-Hung, CHENG Cheng-li, Chou Yen-Chun, 2002, Investigation and Development Analysis of Building Drainage System for Apartment House, CIB-W62 International Symposium, Iasi, Romania.
- 22.L.B. Jack, J.A. Swaffield, 1999, Developments in the simulation of the air pressure transient regime within single stack building drainage system, CIB-W62 International Symposium, Edinburgh, UK.
- 23.B.J.Pink, 1973, A Study of Water Flow in Vertical Drainage Stacks by Means of a Probe,CIB-W62 Seminar.
- 24.Masayuki Ohtsuka, Heizo Saito, 1988 Basic Study on Performance Test and Theoretical Calculation System of Drainage Pipe Network Part 1, SHASE, No.36.
- 25.Cheng-Li CHENG, Motoyasu KAMATA, Takasi KURABUCHI, Kyouzuke SAKAUE and Toru TANAKA, 1996, Study on pressure distribution of drainage stack systems in high-rise apartment houses, CIB-W62 Symposium , Switzerland.
- 26.K. Sakaue et al.(2001) Study on Dynamic Characteristics of Trap Seal, pp. E4-1~E4-15, Proceedings of CIB W62 Seminar, CIB W62.
- 27.都市基盤整備公團（2002.09），機材の品質判定基準-機械編。
- 28.空氣調和・衛生工學會（1999），集合住宅の排水立て管のシステムの排水能力試験法（HASS 218）。
- 29.鄭政利、呂文弘（2004），建築污水排水通氣系統性能實驗研究，內政部建築研究所。
- 30.J. Dirksen (1), J. Bryant (2), G. White (3) , Real World Testing of Drain Line Carry , CIB-W62 , 2004 。
- 32.J.A. Swaffield , An Analysis of The Transport of Waste Solids in Internal Drainage Systems , CIB-W62 , 1977 。
- 33.L. Galowin , Testing in standards water closet hydraulic performance requirements , CIB-W62 , 1996 。
- 34.中華民國建築學會（1987），給排水衛生設備技術規範（草案），內政部營建署委託研究成果。

## 附錄一 審查會議紀錄與回應

## 期中審查會議紀錄及處理情形

審查意見	辦理情形
1.建請儘速訂定相關測試規範。	有關研議相關檢測標準草案之建議，限於研究人力資源與能量，將於後續本所相關研究課題規劃時納入評估。
2.本計畫部分內容應與前案研究方向整合或區分為宜。	本案係以實驗設施之營運策略為研究重點，與前案實驗研究已有區分。
3.本案所列國內相關實驗設施之比較部分，建議後續研究能納入各實驗室的研究內容與成果，並簡要說明之。	已將國內外相關實驗設施納入比較。
4.本研究課題的預期成果目標十分務實，對於國內給排水衛生管路之專業技術能力養成，應有正面貢獻。	感謝委員之支持與指教。
5.關於檢測服務需求之分析，建議增設設備宜與國內既有檢測機構之功能適當區隔，並加強國內在此專業領域不足之處。	國內目前僅有工研院節水實驗室相關實驗設施提供檢測服務，未來本所將加強在排水系統之研發與應用。
6.本案相當重要，本所性能實驗中心中相關實驗設備大都有營運收入，但本項設施仍未開始執行營運業務，有必要儘速爭取檢測服務市場。	本研究已廣泛收集國內外建築排水實驗設施資料，並比較其營運模式，相關設施多以衛生器具產品研發或學術基礎研究為主，以法規或政策措施引導作為營運策略之方向，已納為未來發展考量重點之一。
7.本案題目建議酌予調整，以切合本案預期研究成果與執行目標之規劃。	本案已參照委員建議修正研究題目與執行方向，計畫名稱修正為「衛生管路實驗設施營運策略規劃研究」。
8.建議將技術規則與國家標準之配套建議事項納入研議。	本案已將建築技術規則納入檢討，同時規劃排水通氣系統規範草案架構。

期末審查會議紀錄及處理情形

審查意見	辦理情形
1.本案成果所列之建築技術規則相關規範草案研訂部分，將有助於我國建築排水法規之更新。	感謝委員肯定與支持。
2.有關排水管路與污水下水道銜接部分，是否涉及排水通氣系統之設計技術評估，建議納為研訂規範草案之檢討考量。	將於後續研究檢討相關法規時，併同考量之。
3.建議採用表格化分析方式比較國內外實驗設施之優缺點，以評估本項實驗設施之優勢，或檢討尚待提升之設施或技術。	已檢討並納為本研究內容之一部份。
4.台灣建築設備產業目前正處於轉型與升級階段，各部會間在相關法規之研修作業配合協調均屬順暢；惟針對業界的技術升級或合作研發需求，仍有待政府部門積極投入資源並擴大整合。	1.後續研究將推動與業界合作進行研發或產品驗證等項目。
5.國內尚有部分衛生器具廠商未在本研究訪視或調查之列，且係以外銷市場為主力，據悉其合作研發意願極高，建議執行單位加強聯繫，將可整合國內之技術發展並協助技術升級，俾能拓展國內市場之商機。	1.有關國內其他業界之研發需求，感謝委員之建議。 2.已與睦霖興業取得聯繫，並將於後續研究持續進行接洽。
6.建議本案考量將實際案例之實證項目納入研究分析，以提高本項實驗設施應用與課題整合之可行性。	1.辦理有意申請審核認可之排水通氣器具對整體排水立管內空氣壓力變動的緩和效能實驗分析。(參考 EN 12380 規範) 2.辦理衛生器具排水橫管污物搬送性能試驗(參考 ANSI A112.19.6 規範)。 3.辦理建築排水立管內空氣壓力變動分佈試驗(參考 HASS 218 規範)。 4.未來並將擴大建立建築排水系統性能現場測試之相關技術，以及推動檢測服務作業。

<p>7.本案應以充分利用衛生管路實驗設施並達成自主營運之策略評估分析為積極目標，並應針對既有設備與推動措施詳予檢討，提出具體可行之建議方案。</p>	<p>本所下年度將以本所實驗設施申請認證之前置作業規劃為方向，並整合排水通氣系統設計規範之準則與解說草案規劃，以擴大推動設施運用之成效。</p>
<p>8.國內外實驗設施之調查彙整部分，應考量將相關檢測營運機制及收費標準納為比較分析之重點。</p>	<p>已檢討並納為本研究內容之一部份。</p>
<p>9.有關法規檢討部分，應儘速參考國外相關規範，針對我國技術規則有迫切改修需求的部分，著手進行相關草案研訂作業，或研擬短中長程法令研修訂計畫，作為未來研究課題之推動依據。</p>	<p>後續將持續辦理排水通氣系統設計規範草案與政策措施之擬議作業。</p>
<p>10.本年度中如有尚待完成之事項，可納入建議或發現事項，俾能據以推動後續研究與政策措施研議等相關作業。</p>	<p>已檢討並納為本研究內容之一部份。</p>



