

內政部建築研究所



研究計劃成果報告

## 中高層住宅排水通氣系統調查 與設計規範之研究

計畫主持人：鄭政利  
共同主持人：杜功仁

研究單位：財團法人中華建築中心  
計畫編號：MOIS901025  
執行期程：九十年三月至九十年十二月

中華民國九十年十二月

GPN : 1009005578

書脊

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

90

中高層住宅排水通氣系統調查與設計規範之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

出版年月：中華民國九十年十二月

版(刷)次：第一版

工本費：新台幣 150 元整

GPN：1009005578

**內政部建築研究所研究計畫成果報告**

# 中高層住宅排水通氣系統調查 與設計規範之研究

計畫主持人：鄭政利

共同主持人：杜功仁

計劃編號：MOIS901025

執行期程：九十年三月至九十年十二月

執行單位：財團法人中華建築中心

中華民國九十年十二月

# 摘 要

**關鍵詞：建築排水、排水通氣立管、住宅建築**

建築物排水通氣系統之規劃目的在於確保良好的建築排水系統性能，以維持室內環境之公共衛生與健康性。台灣在建築物排水通氣系統方面的研究極少，且設計規範與法令依據亦僅以建築技術規則建築設備編部分內容為主，惟其中涉及排水通氣系統的設計或施工規定內容久未更新修訂；對應國際間建築排水通氣系統解析理論及器具與配管接頭技術的新發展，台灣在此領域的研究與技術成長，應有相當大的發展空間。本研究針對中高層住宅建築排水通氣系統現況，擬以台灣地區集合住宅中高層建築案例進行調查研究，彙整建築排水通氣系統發展的趨勢，並參考國外既有排水系統性能評估理論與設計方法，比較分析台灣地區既有住宅建築排水通氣系統的問題。台灣地區中高層住宅建築案例的初步調查結果顯示，台灣中高層住宅建築排水系統採用排水管與通氣管併設之雙管系統設計型式者佔相當大比例，同時極少有日本已使用頗為普遍之排水通氣共管之單管系統個案；排水立管之設計型式，係以個案之建築污水、生活雜排水、廚房排水、洗衣機排水及冷氣機排水是否採分流並獨立配管區分之，台灣地區住宅以建築污水與各項生活雜排水採二獨立排水立管型式，以及前述各項排水皆設獨立立管的多立管系統配置型式為主；另雨水排水立管之設計，因現行法令規定已有須獨立設置排水立管之規定，調查案例初步顯示，大致上以符合現行法令規定來設置；本研究著重於國內建築過去從未加以重視的排水通氣系統之研究，乃以初步之基礎調查與相關技術規範檢討為主，並建構排水通氣性能測試方法以及可行性探討。本研究也期待新的本土化設計技術規範的研議，未來能在相關基礎調查及可行新技術新工法獲得確認後，逐漸建構完成。

# Investigation and Design Guideline of Plumbing System in Mid-to-High Rise Housing

## ABSTRACT

**Keywords:** building drainage, drainage and vent, housing

The major function of the design of building drainage system is to ensure proper drainage system and to keep a clean and health interior space of human's life. In Taiwan, the design guidelines of the part of building drainage system in Building Regulation hadn't been updated in the late 27 years, and there was lack of the investigations or researches about building drainage system. The sanitary problems of domestic building drainage system are usually occurred in daily life. In order to solve these problems, first of all, we need to know what kinds of domestic building drainage system are widely designed. From the reviews of previous researches, this study tried to investigate the types of building drainage system in Taiwan and to conclude the problems and their reasons. There are 51 housing cases investigated and 6 groups of professional designers visited. With the initial analysis of these housing cases, it shows that 2 pipes type (vertical stack and vent system are separated) is designed to the drainage system in almost all the cases, and multiple pipes type is also designed to vertical drainage stack system. The vertical vent stack system is designed by 3 types include loop vent, appliance vent and stack vent, the cases of stack vent type are much more than the other 2 types. In order to verify the performance of building drainage system widely designed in Taiwan, a full-scale model experiment device must be built. Our term will try to simulate the theory model by the model, and offer a suggestion of the solutions about building drainage system problems. It will improve the current building drainage and offer a better basement for the building design work.

---

# 目 錄

中文摘要

英文摘要

## 第一章 緒論

- 第一節 研究背景與動機-----1
- 第二節 研究目的與範圍-----3
- 第三節 研究方法與步驟-----5
- 第四節 排水配管之相關用語-----8

## 第二章 相關規範整理及現況調查

- 第一節 文獻回顧與規範發展沿革-----12
- 第二節 排水通氣系統分類及相關規範探討-----16
- 第三節 中高層住宅建築排水通氣系統現況調查分析-----21
- 第四節 關於施工和設計的注意事項-----28

## 第三章 排水通氣設備系統性能實驗規劃

- 第一節 相關理論探討-----41
- 第二節 建築排水通氣設備性能試驗裝置-----46
- 第三節 建築排水通氣設備性能試驗-----56
- 第四節 國外建築排水實驗之量測系統-----64

## 第四章 開放建築設計理念之配管系統比較

- 第一節 現有浴廁給排水管線配管方式-----75
- 第二節 局部雙層樓版配管方式-----78
- 第三節 不同配管方式之成本效益分析-----81



第五章	建築排水系統的現況與展望	
第一節	排水系統的研究狀況-----	86
第二節	特殊管接頭排水系統的角色位置-----	87
第三節	特殊管接頭排水系統中的排水水流控制結構-----	88
第四節	特殊管接頭排水系統的使用和種類-----	90
第五節	排水通氣閥的性能與適用性-----	99
第六章	結論與建議-----	107
	參考文獻-----	109
附件一	會議記錄及處理情形-----	112
附件二	住宅排水衛生設備相關國家標準彙整-----	116
附件三	訪談問卷格式-----	119
附件四	實務項目與現況調查紀錄-----	123

# 圖 目 錄

圖 1.1	排水系統之流體基本現象-----	03
圖 1.2	研究架構流程與工作要點組織圖-----	07
圖 1.3	排水立管-----	08
圖 1.4	基地排水管-----	08
圖 1.5	緩和通氣管-----	09
圖 1.6	迴路通氣管-----	09
圖 1.7	反向通氣管-----	09
圖 1.8	個別通氣管-----	10
圖 1.9	濕通氣管-----	10
圖 1.10	伸頂通氣管-----	10
圖 1.11	輔助通氣管-----	10
圖 1.12	通氣種類-----	11
圖 2.1	建築排水通氣系統分類-----	17
圖 2.2	建築排水型式分類-----	18
圖 2.3	排水通氣型式分類-----	18
圖 2.4	工地訪談方式進行資訊蒐集-----	21
圖 2.5	台灣地區建築排水通氣系統型式設計現況-----	25
圖 3.1	垂直立管管內壓力預測模式分區概念圖-----	44
圖 3.2	台灣科大排水實驗塔建置現況照片-----	47
圖 3.3	實驗平台標準層平面圖-----	48
圖 3.4	實驗平台第二層平面圖-----	48
圖 3.5	實驗塔長向立面圖-----	48
圖 3.6	實驗塔短向立面圖-----	48
圖 3.7	排水實驗塔之給水及排水系統構成圖-----	49

圖 3.8	排水實驗塔之給水及排水系統各部現況照片-----	50
圖 3.9	實驗儀器照片-----	51
圖 3.10	排水實驗塔之測定儀器系統配置圖-----	52
圖 3.11	排水立管伸頂通氣管及一樓實驗平台立管與排水橫主管 構造圖-----	53
圖 3.12	排水接頭及立管與橫支管之構造圖-----	54
圖 3.13	排水實驗測定儀器系統構成圖-----	55
圖 3.14	立管氣密試驗結果-----	56
圖 3.15	進行器密性實驗的過程照片-----	57
圖 3.16	進行排水試驗的儀器操作過程-----	59
圖 3.17	排水立管內部壓力變動情形 ( 排水負荷層：10F，負荷 流量：2l/s ) -----	60
圖 3.18	排水立管內部壓力變動情形 ( 排水負荷層：12F，負荷 流量：2l/s ) -----	61
圖 3.19	負荷流量與排水管內壓力分布-----	62
圖 3.20	垂直立管管內壓力預測模式分區概念圖-----	62
圖 3.21	9F 負荷流量與排水管內壓力分布-----	63
圖 3.22	排水立管系統的實驗裝置的系統圖-----	65
圖 3.23	伸頂通氣管部的詳細圖-----	66
圖 3.24	量測系統構成圖-----	66
圖 3.25	管內壓力測定流程圖-----	67
圖 3.26	管內壓力的計測實例-----	72
圖 3.27	$P_{max}$ 和 $P_{min}$ 的壓力分佈實例之一-----	73
圖 4.1	傳統牆內配管方式：平面及透視示意圖-----	76
圖 4.2	牆前配管方式：平面及透視示意圖-----	76
圖 4.3	整體衛浴方式：平面及透視示意圖-----	76

圖 4.4	局部雙層樓版：平面及透視示意圖-----	76
圖 4.5	浴廁採用牆前配管方式之必備特殊構件-----	77
圖 4.6	浴廁採用整體衛浴方式之必備特殊構件-----	77
圖 4.7	整體單元衛浴之平、立、剖面示意圖-----	78
圖 4.8	局部雙層樓板中水平管道空間之平面圖（灰階區域） 與剖面圖-----	79
圖 4.9	採用局部雙層樓板可增加室內格局之彈性：四種可能的 平面格局圖-----	79
圖 4.10	局部雙層樓版施工程序模擬-----	80
圖 4.11	局部雙層樓版 更新維修管線之程序模擬-----	80
圖 5.1	日本住宅都市公團 108 公尺實驗塔-----	86
圖 5.2	排水立管系統-----	87
圖 5.3	特殊管接頭排水系統中管內壓力變動的抑制方式-----	88
圖 5.4	高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略-----	91
圖 5.5	高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略-----	92
圖 5.6	超高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略-----	93
圖 5.7	超高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略-----	94
圖 5.8	集合管 SL 的特徵-----	95
圖 5.9	排水用特殊接頭的施工例-----	97
圖 5.10	特殊管接頭排水系統在集合住宅中的利用例-----	98
圖 5.11	通氣閥的末端-----	99
圖 5.12	低位通氣閥的設置例-----	100
圖 5.13	通氣閥的構造-----	101
圖 5.14	通氣閥的機能-----	101
圖 5.15	低位通氣閥的機能-----	102
圖 5.16	低位通氣閥實驗的系統概要-----	103

圖 5.17	低位通氣閥實驗的系統概要-----	104
圖 5.18	3F 排水時的管內壓力-----	104
圖 5.19	2F 排水時的管內壓力-----	105
圖 5.20	3F 洗面器存水灣的封水損失量-----	105
圖 5.21	2F 地面排水存水灣的封水損失量-----	106

## 表 目 錄

表 1.1	預定研究進度表	08
表 2.1	National Plumbing Code 設計理論架構演變	13
表 2.2	建築排水系統性能理論研究之演變	15
表 2.3	住宅排水衛生設備相關國家標準彙整	20
表 2.4	案例調查之地點分布及分布數量	22
表 2.5	案例調查之樓層規模分布及分布數量	23
表 2.6	案例調查之設計時間分布及分布數量	23
表 2.7	案例排水立管型式分類統計	24
表 2.8	通氣立管型式分類統計	26
表 3.1	計算參數符號表	63
表 3.2	壓力感測器的技術規範	67
表 3.3	直流擴大器的技術規範	67
表 3.4	低頻過濾器的技術規格	68
表 3.5	容量式水位計的技術規範	70
表 3.6	超音波式水位計的技術規範	71
表 4.1	四種給排水配管方式（應用於浴廁面積尺寸 1.6m x 2.0m 的初期費用成本比較表）	81
表 4.2	四種給排水配管方式之效益比較表	84

# 第一章 緒論

## 第一節 研究背景與動機

近年來，隨著國內經濟及國民生活水準的大幅提升，建築物規劃設計各方面之品質均有長足的進步，而一般民眾對於生活上相關設施之要求也日益提高，過去比較容易被忽視的建築設備也逐漸成為建築品質的指標之一。建築設備的內容包羅萬象也涉及各方面之專業領域知識，其中建築給排水設備特別是排水通氣系統方面，國內一直缺乏有體系之基礎研究與問題探討，主要是因為國內在排水系統設計上大多將其隱藏於看不見的地方，其重要性往往為一般建築師或研究者所忽視。根據筆者曾做過的建築設備管線生命週期調查成果顯示，國內多數公寓式住宅在完工後兩三年開始，便有因給排水設備管路問題而進行拆除整修之更新工程之案例，在 10 年到 15 年間，因給排水設備管路問題而進行拆除整修之更新工程案例達到尖峰，此現象所造成的能源資源浪費與環境品質低落實在不容小覷。小規模或低層建築物在排水通氣系統問題上比較容易解決，同時也不易凸顯問題的嚴重性，但是當建築密集化與高層化之後，若不能在設計階段正確規劃與適切評估，其所造成的問題與損害浪費將是相當困難彌補。國外相關之研究文獻由來已久，目前國內相關專業工程師一向缺乏適當規範依據來進行設計，台灣在此全面建築品質提升的要求趨勢下，建築排水系統的基礎研究與本土問題的解決體系建立，將是刻不容緩的工作。

建築給排水設備是國人日常生活不可或缺之重要設備之一，設備性能品質的好壞關係到國人健康與安全衛生之課題。落實建築衛生設備之設計規劃概念，正本清源，必須先解決隱藏且容易被忽視之排水通氣系統的性能問題。未來建築產業的發展，在全球化與重視地球環境課題下，政府致力於推動綠建築政策，除了強調省能源、省資源外，全面提升建築品質更是建築產業努力的目標。本研究也希望在此時機配合國家建築產業之發展趨勢，提供建築排水通氣系統之性能評估與相關研究之參考。建築排水目前大都採用重力式自然排水型式設計，主要功能是利用重力作用將排水衛生器具所排放之建築污水、雜排水及污物順暢排流至建築物污水處理設施或都市污水下水道系統，集中處理後排放至自然水

體。目的在於避免排水管內部臭氣逸散至室內，防止有害人體健康的蚊蟲、老鼠、蟑螂及病菌等侵入，確保居住環境衛生。台灣地區一般中高層建築物的低樓層部分大都存在著衛生排水器具存水彎破封之居室衛生問題，長期以來由於存水彎破封現象不易發覺，包括一般人乃至於連建築師或專業人員也少有完全理解者，這樣的問題一直無法得到重視與合理的解決，即使目前標榜高品質建築產品也多有存在此問題。

建築給排水設備系統因為設計上大都隱藏遮蔽，其重要性往往為一般使用者、甚至建築師及相關學術研究工作者所忽略，造成建築使用上之嚴重困擾，並且無法有效解決之問題。本研究擬針對台灣地區中高層住宅建築排水通氣系統設備之現況進行初步調查，並探討設計作業與施工、使用過程中所產生的各類問題所在，嘗試分析改善對策，並提升建築排水通氣系統的衛生舒適性能。



## 第二節 研究目的與範圍

建築物的排水設備系統，最重要的功能在於使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。目前全世界在建築設計上，絕大多數是以重力式自然流下之排水系統做為建築物之排水設計。重力式排水系統在建築設計上，由於並非完全之密閉回路系統，最令人擔憂的就是衛生方面之問題。排水系統如何讓排水順利地排出，又不使排水管內污穢的空氣溢散到建築物室內，同時又要避免蟑螂、老鼠、蚊蟲、病菌等有害衛生之生物滋生繁殖並侵入室內，則是關係到每一個人日常生活健康之重大議題。重力式排水系統中，擔負此衛生上阻絕介面之機制功能者，主要就是依賴裝置於各個用水器具排水口附近之存水彎 (Trap)，而存水彎也是大多數衛生設備器具必備之重要設施之一。

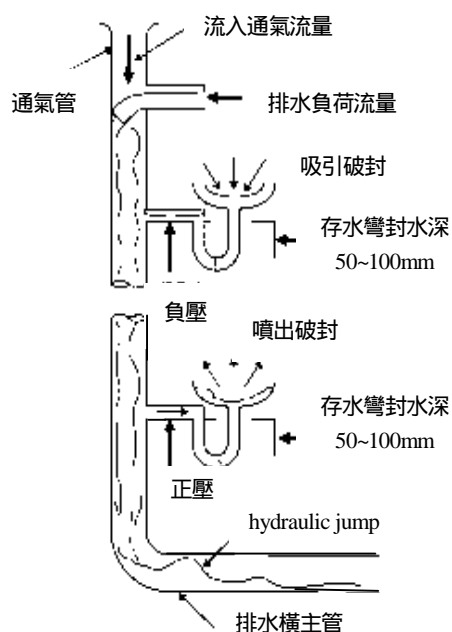


圖 1. 排水系統之流體基本現象

存水彎原理的發明與應用在衛生器具上，早在 18 世紀便已開始，衛生設備器具上的應用雖然經過將近兩個世紀的改良與進步，基本上並沒有太大之改變。國內一般中高層建築物大都存在著存水彎破封之居室衛生問題。長期以來由於存水彎破封現象不易發覺，一般人又少有此方面

之瞭解，連建築師或專業人員也少有完全理解者，而使問題一直無法得到重視與合理的解決，即使國內目前相當高價位之高品質建築也多有存在此問題。國外相關問題的研究已行之有年，筆者也曾經在日本參與部分超高層建築排水實驗研究之工作，國內在此領域之研究乃為起步階段，相較於歐美、日本等先進國家落後甚多，設計方法上之應用及相關法規也大抵參考美國、日本之規範，目前尚未見本土之研究者有系統的投入研究發展。

本研究在乃屬建築給排水設備之基礎調查研究，針對中高層住宅建築物排水通氣立管系統進行現況調查，從建築整體排水系統的設計及性能評估角度，整理並研擬國內本土適用之建築排水通氣系統設計與性能評估方法，並提供相關設計規範之擬定參考。本研究擬從設計理論與國內現況調查著手，並建立較小規模之排水實驗塔設施，模擬國內典型中高層集合住宅排水通氣立管系統局部設施進行實驗，具體之目的茲簡要敘述如下：

1. 檢討國內既有中高層集合住宅及一般建築物，在排水通氣設備系統上之現況問題癥結，並提出可行解決對策方案，提升國內建築室內環境品質。
2. 研擬建築排水通氣設備系統之相關設計規範建議，並配合對應開放建築之概念手法，充實國內建築給排水設備教育及提供建築師實務作業之參考。
3. 建立本土化建築排水通氣系統性能評估與試驗方法，提供國內建築給排水設備系統檢測驗證制度建立之參考，促進國內建築設備之進步與提升國人生活環境品質。

### 第三節 研究方法與步驟

對於國內建築物排水通氣系統現況問題的釐清與整理，將有助於本研究之課題重點掌握與研究成果之呈現。因此，本研究首先將著手現況問題的瞭解，藉由問卷調查或訪談記錄方式，整理國內目前既有建築物排水通氣系統的設計情況與實際問題點。同時探討可以改進的方向，以及落實為設計規範之可行性。茲將研究計畫之工作重點內容說明如下：

#### (1) 文獻回顧與資料整理

在歐美、日本等先進國家排水系統之相關研究，已經有相當長久之歷史，研究文獻及成果也有相當之累積。因此，本研究第一階段之工作重點，首先從既有建築給排水設備系統研究文獻的回顧中，掌握國內外建築排水系統相關問題與研究之發展情況，以及現有之排水系統設計方法與計算理論。排水系統理論體系之課題主要包括通氣管部之通氣流量計算、水平橫支管與接頭部之流體現象、垂直立管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。在建立計算理論體系之同時，也將初步探討整理國內現況設計方法與國外測試研究之問題點。

#### (2) 現況調查與分析

國內中高層（約 7-12 層樓高）住宅建築相當普遍，此規模之建築在排水通氣系統規劃上發生問題的機會相當高，特別是在排水立管的設計上，因為管內空氣壓力的變動擴大造成存水彎破封之現象應該相當普遍，故針對國內中高層住宅建築之排水通氣系統設計與性能評估方法的探討，將是本研究之主要內容。住宅建築之排水通氣設備性能問題，可能包括設備管線材料的耐久性、耐候性、施工不良、使用不當或系統設計錯誤等課題。本階段之調查工作重點主要有兩項，其一是調查整理國內一般既有建築物所採用之排水通氣設備種類項目及數量分佈情形。其次，將針對國內中高層住宅建築的排水通氣設備問題，透過專家問卷對國內建築師或水電技師進行訪談及基礎資料收集整理，以瞭解並掌握國內既有建築中實際採用之排水設備及設施系統，並彙整建築師或水電技師專業設計工作上所遭遇的問題點。

### (3) 建構實體模型進行本土化性能試驗方法檢討

建築設備性能試驗以及檢測驗證制度的建立，是提升建築設備品質重要之一環，也是政府政策未來將持續推動的重要政策。以國外先進國家之經驗，未來可進行建築設備性能試驗之項目相當多，在有限的經費及時程上僅能針對重要且具迫切性之課題項目，進行方法及系統之探討與建立。實體模型之排水實驗研究在國外已行之有年，而排水系統計算理論體系中，以垂直立管之流體現象最為複雜，因而受到國外研究學者普遍之重視。因此，第三階段的研究工作重點將針對垂直立管壓力分佈之計算理論，進行實體模型排水試驗驗證與性能試驗方法之檢討。根據國外之相關研究經驗，排水系統之實體模型試驗往往在實驗裝置上耗費龐大，雖然國家實驗室有規劃相當規模之實驗設備，但在使用時程及相關實驗設備上，目前尚無法考慮配合使用。本研究之排水實驗地點預定於台灣科大綜合研究大樓，利用既有九層樓高建築物樓梯間之結構體，搭建小型簡易之排水實驗塔與試驗裝置，充分運用有限之經費預算達成性能試驗方法檢討之目標。目前已經完成可以提供實驗配合之設施及實驗裝置，如下照片所示。同時，本研究在實驗儀器設備上之經費不足部分，將另外申請國科會及學校研究經費之配合補助，盡量達成完整實驗之目標。透過實驗經驗的累積與基礎測試資料的解析與建立，也將檢討國內本土排水系統性能試驗方法之可行性，作為國內未來給排水設備性能實驗研究之參考。

### (4) 排水系統對應開放式建築之課題探討

開放建築系統的兩階段供給概念，將會是未來建築省能源、省資源及建築品質提升之重要對策發展方向之一。開放建築強調建築空間的使用彈性，以及對應建築物隔間牆體單元的更新換裝、施工維護容易程度，目前已有實際案例及部分研究成果可供參考。其中，由於一般建築物之排水問題是利用自然重力原理，建築設計及空間規劃必須有洩水坡度之考慮，將是開放建築系統中最難解決的課題之一。本計畫將針對開放建築概念，整合不同領域之專家意見及知識，加入排水通氣設備系統問題之檢討，研擬可行配合方案與建議新設備系統之開發。

根據本研究之目的及預期目標，最後階段將綜合整理中高層建築排水通氣系統之設計與性能評估方法。最後將根據計算理論體系的建立，實

茲將本研究之整體研究架構流程以及各階段之重點內容，簡要組織關係圖示如圖 1.2 所示。

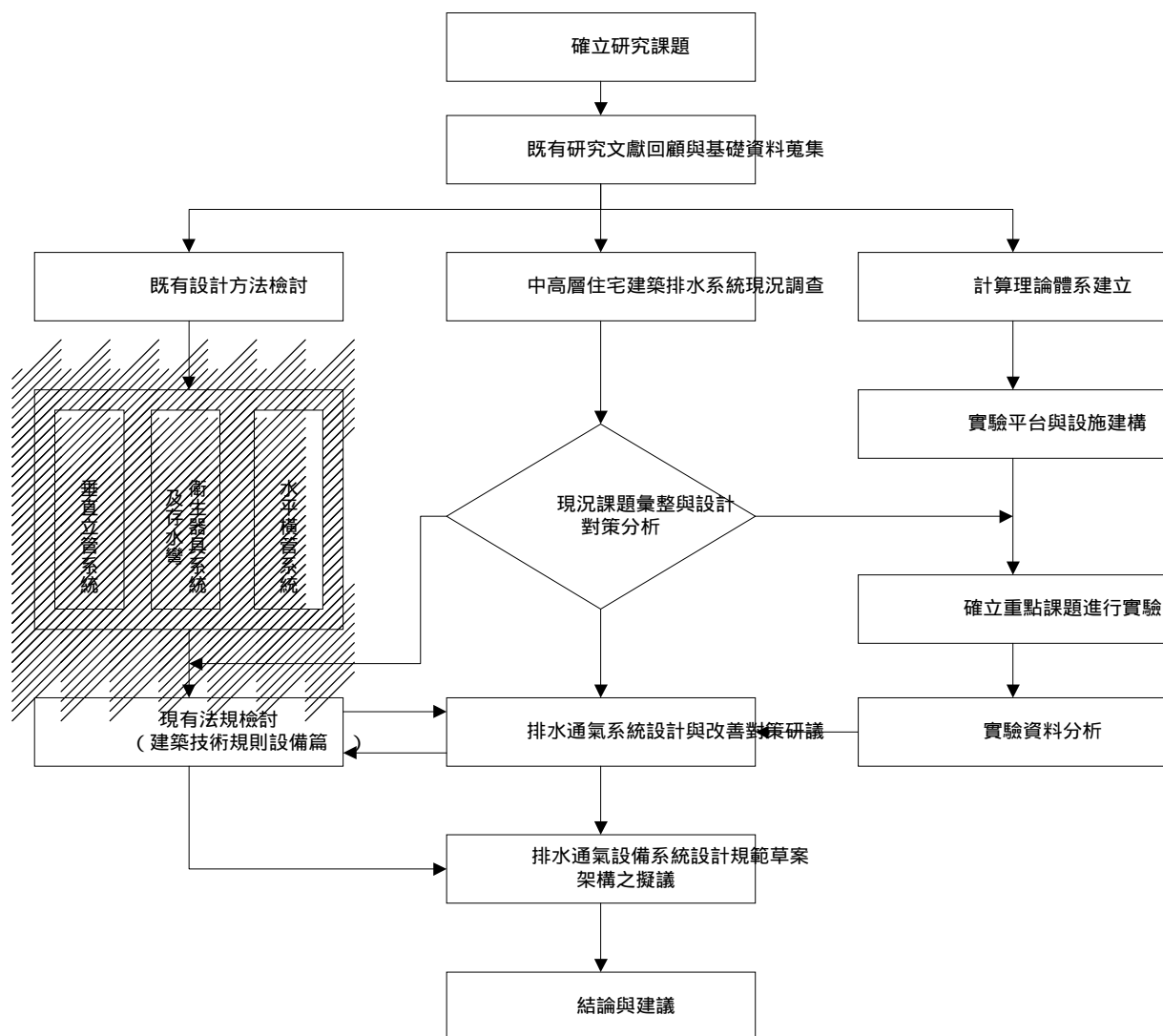


圖 1.2 研究架構流程與工作要點組織

## 第四節 排水配管之相關用語

本節的用語定義，整理自相關的文獻<sup>[A-2][A-5][A-7][A-14]</sup>。

(1).主管

在配管系統中，用以接續支管且作為該系統主要幹線之部分稱之。

(2).支管

器具給水管、器具熱水管、器具排水管或器具通氣管等與其主管間的管稱之。

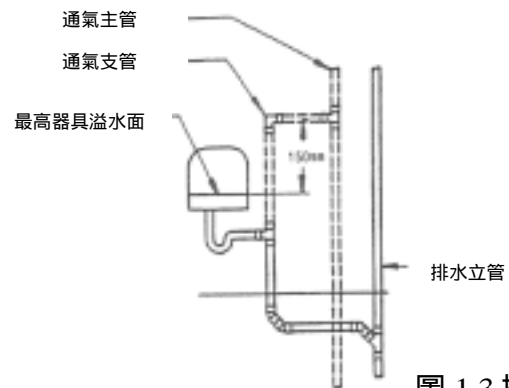


圖 1.3 排水立管

(3).排水立管

在垂直線或與垂直線之夾角在  $45^\circ$  以內所設置之管稱之。

(4).排水橫管

在水平線上或與水平線之夾角在  $45^\circ$  以內所設置之管稱之。

(5).排水管

用以單獨或合流排除污水、雜排水、雨水等之管稱之。

(6).基地排水管

埋設於基地內之排水管，由建築物壁面開始至與公共下水道下水路等接續點，或者是至地下浸透處理等接續點止之配管部份稱之。

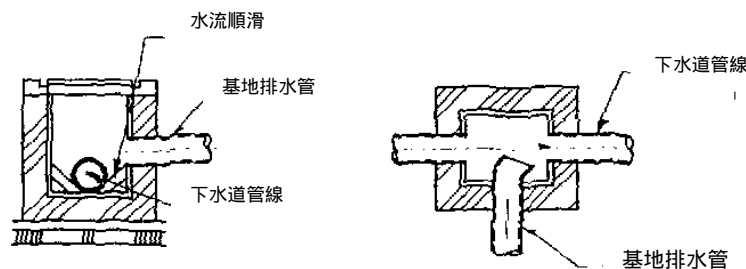


圖 1.4 基地排水管

(13).器具排水管

與衛生器具所附屬或內藏之存水彎相接續之排水管，由存水彎處起至其他排水管間之管稱之。

(14).雨水管

排水系統中用於排除雨水之管稱之。

(15).折曲管或 Z 形管

為使配管經路能平行移位之目的，由肘管(elbow)或彎曲(bend)接頭所構成能移位的部份稱之。

(16).地下埋設管

全部或部份設於地下之管。

(17).通氣管

為使排水系統排水通暢或設置於水槽設施作為通氣目的而設置的管路稱之。

(18).緩和通氣管

為使排水、通氣兩系統間之空氣能順暢流通而設置之通氣管稱之。

平房頂及最上層以外之樓層、期排水橫支管供大便器及此類似器具八個以上使用時，依規定設置環狀通氣管外，其最底下器具排水管與盤水橫支管接續點之職下游側，應設置緩和通氣管。

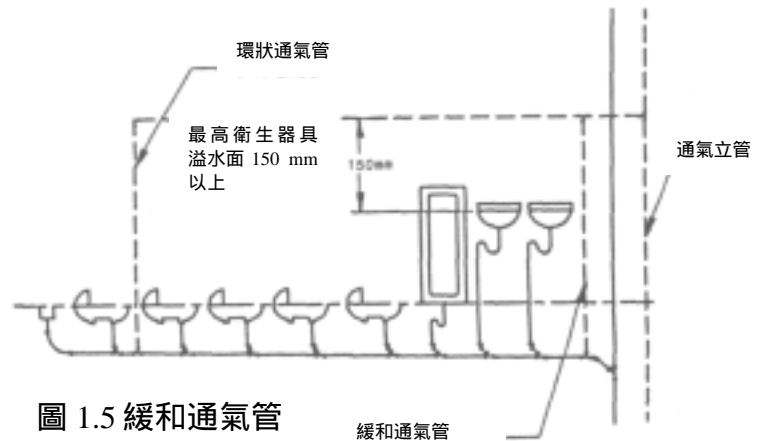


圖 1.5 緩和通氣管

(19).迴路（環狀）通氣管

為保護兩個以上存水彎，從最上流器具排水管與排水橫支管接續點之直下流處(指最後一個器具的前端)起，向上接至通氣立管或伸頂通氣管之通氣管稱之。

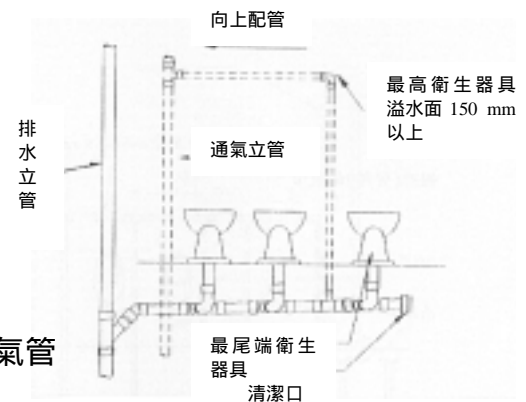


圖 1.6 迴路通氣管

(20).反向(reverse)通氣管

將器具之通氣管，在比此器具溢流邊緣高之位置向上升起一次，並由此向下折回，再接續於此器具排水管與其他排水管接合處直前之橫走部，或者是沿著樓板橫走與通氣立管接續者稱之。



(21).個別通氣管

為使某一個存水彎達成

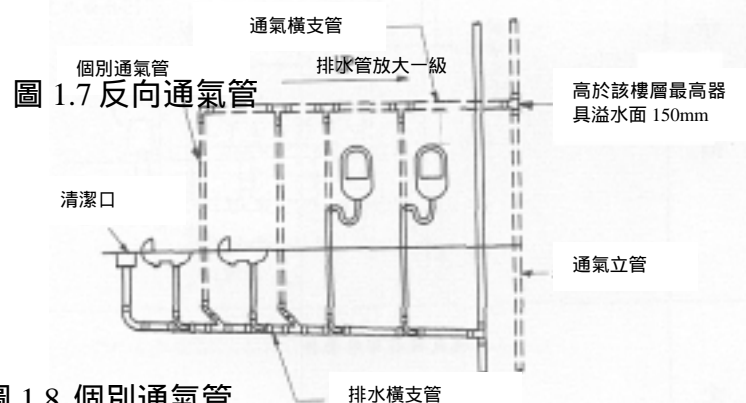


圖 1.8 個別通氣管

通氣效果，由存水彎之下流處接出通氣管，並在較器具為高之位置上與通氣系統接續，或直接向大氣開放之通氣管稱之。

(22). 器具通氣管

在器具排水管處，以與垂直線成 45 以內之角度分歧，向上接續之通氣管，由此分歧處開始至其他通氣管之間之管稱之。

(23). 共用通氣管

背對背或並列設置之衛生器具，為保護此兩器具存水彎之封水，在器具排水管之交點處向上接續之通氣管稱之。

(24). 結合通氣管

為防止或緩和排水立管內的壓力變化，由排水立管處分歧，並向上與通氣立管接續之緩和通氣管稱之。

(25). 濕通氣管

保護兩個上的存水彎，且兼作器具排水管與通氣管之部份稱之。

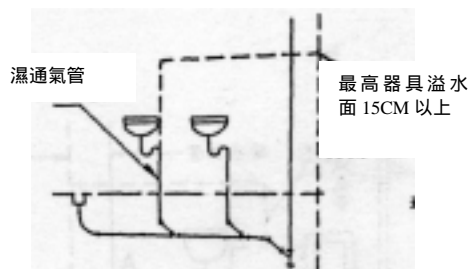


圖 1.9 濕通氣管

(26). 伸頂 (伸延) 通氣管

從最頂部之排水橫管與排水立管之接續點起，排水立管向上延伸之部分稱之。

(27). 補助通氣管

排水立管連接十支以上之排水支管時，應從頂層算起，每十個支管處接一補助通氣管，管徑和通氣立管管徑相同。

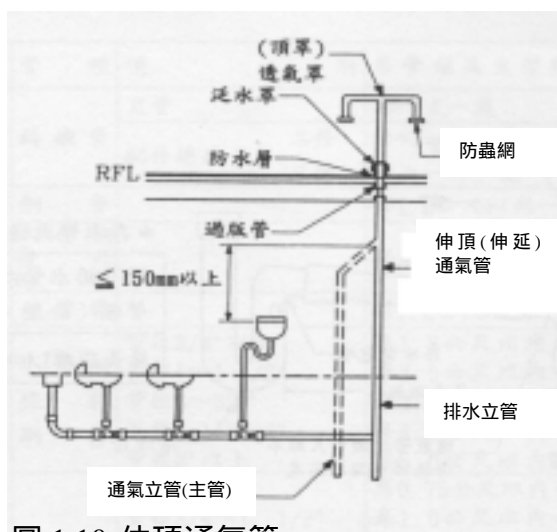


圖 1.10 伸頂通氣管

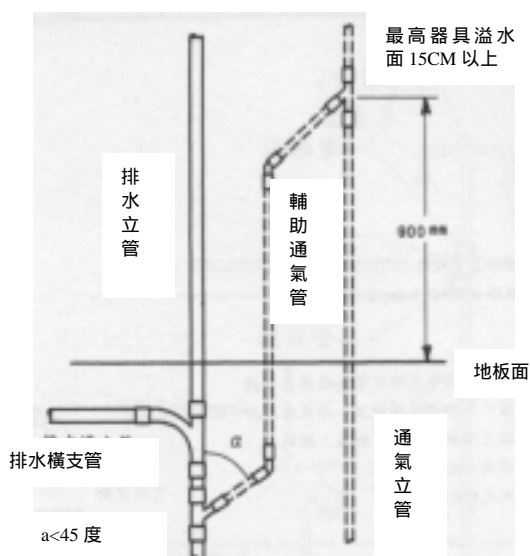


圖 1.11 輔助通氣管

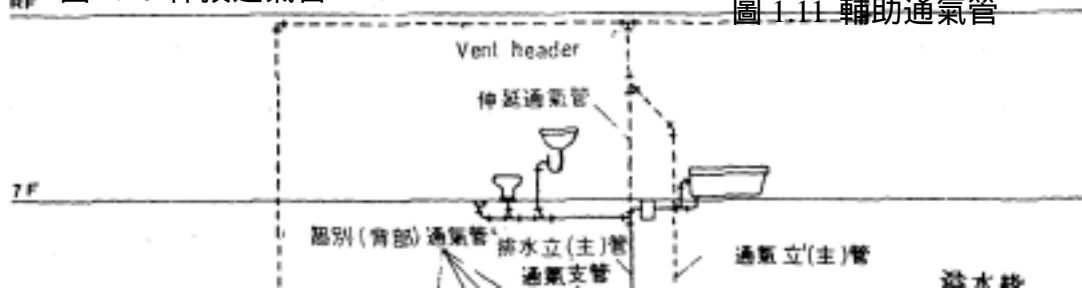




圖 1.12 通氣種類<sup>[A-14]</sup>

## 第二章 相關規範整理及現況調查

### 第一節 文獻回顧與規範發展沿革

#### 2.1.1 文獻回顧

排水系統在一棟建築物的設計至完成使用過程中，是必要且不可或缺的基本設施之一，因此建築排水系統的設計方法與相關規範的產生也已相當久遠的歷史。建築衛生設備方面的發展以歐美國家較早，相關研究文獻早期大多源自歐美方面之學者；之後，日本引進美國方面之設計方法與規範，經長期之研究檢討並配合實務經驗之改良，發展其適用之相關規範與設計方法，日本國情環境與台灣較為接近，有許多相關研究文獻值得參考。

台灣在建築領域有關排水系統之研究相較之下顯得相當稀少，且既有文獻中也局限於使用後評估調查與定性檢討之研究，實驗性與基礎理論之研究幾乎難以覓得。相關建築設備教科書或相關專業書籍之排水系統設計方法與規範，則多沿用美國或日本方面之規範技術資料，雖然大致上也可符合性能設計之需求，但就整體性發展而言，畢竟仍缺乏台灣地區排水通氣系統上的本土問題解析、對策評估及對應策略之規劃。

台灣既有建築排水通系統或設備的研究顯示，於 1987 年曾嘗試引進日本給排水衛生設備規準・同解說 HASS 204 及美國 National Plumbing Code，並參酌台灣本地實際需求，規劃給排水衛生設備技術規範草案，內容涵括排水負荷設計計算、機器材料與施工及試驗檢查等範圍，以對應自規劃設計開始至施工檢驗完成之各個階段中各專業技術人員的不同需求；惟相關行政機關未將本草案見諸法制化，以至於大多數實際案例之建築排水通氣設備設計，主要是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。另對於建築物衛生設備配管系統的使用課題，本研究也曾曾針對建築物排水配管漏水及阻塞原因進行檢討，藉由訪談記錄初步了解從設計、施工及使用上不同階段的問題與原因，包括管材選擇及其強度要求與使用壽命、配管設計與接頭配件之耐壓性能、施工技術不佳及現場管理不當、衛生器具使用不當及缺乏清潔維護管理等。此外，有關集合住宅設備系統相關

法令規範的現況研究成果顯示，國內對於中高層、高層住宅設備系統(包括排水通氣設備)探討研究相當匱乏，法令規定老舊且分散冗多，無法符合設計作業參考之需求。未來新建築設備、材料之技術研發或引進，技術發展的整合並結合規劃設計觀念，加強施工技術提升與工法開發等，都將是推動建築設備良好品質的必要工作。

## 2.1.2 規範發展沿革

在建築物內之重力式排水系統，排水管特別是垂直立管內之排水流動是極為複雜之混相流體現象，包含了空氣、水及固體污物，同時也由於是重力所支配之現象，採用縮尺模型來進行研究非常困難，過去之研究文獻主要在實體模型實驗成果上發表較多。根據早期美國 NPC (National Plumbing Code) 採用之 Wyly-Eaton 所推導之理論公式，其後之研究文獻大多沿用此理論基礎，並導向利用實體模型進行實驗來驗證理論之研究方向。

表 2.1 National Plumbing Code 設計理論架構演變

• 排水管各部位之容許上限流量由排水系統之預測檢討與設計來決定	美國「排水器具單位」作為排水流量預測模擬與排水管徑決定之依據
• 排水管容許流量確認的部位	水平橫管、垂直立管、通氣管等
• 水平橫管與垂直立管之計算理論與解析	Dawson-Kalinske(1939)引用水理學上曼寧(Manning)公式推導之模式。
• 立管終端流速理論	垂直立管之計算理論經 Wyly-Eaton(1952)之檢討與解析

1976 年以後，日本針對排水管內之流體特性及管內空氣壓力變動之考慮，而提出定常流量法修訂其國內之排水設計規範，日本之規範方向與美國 NPC 之排水器具單位法不同之處，在於器具排水特性及同時使用率方面之修正，容許流量方面之規定則大致類似。

排水系統實驗性之研究及技術發展，在排水立管排水流下速度的測定方面，根據 Wyly(1961) 提出的立管內環狀流理論，日本的後藤(1972)，美國的 B. J. Pink(1973) 等學者均曾經以實驗方法或理論推導嘗試求出排水立管排水流下速度，但是並無明確定論。之後，日本的塚越等(1981)以鹽水投入並利用設置於立管兩點間之微小電極感知器測

定排水流速，板上恭助等(1994)利用立管內充水率之測定，來推算排水流速等等之嘗試與實驗，這其間還有其他試圖解明關於排水終極流速之論述被發表，但是至今也仍無明確定論。

通氣流量之測定方面，Pink(1973)、Schlag(1974)等學者以熱線風速計，量測排水通氣管內之空氣流速，日本方面之實體模型實驗基本上也是沿用此測試方法，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、鎌田、倉淵等根據實驗修正公式，預測管內平均壓力分佈與通氣流量。

排水垂直立管內空氣壓力變動之測定方面，根據 Pink、Schlag 之理論及實驗解析，1988年齋藤、大塚等建立 30 公尺左右之實體模型，量測出立管管內壓力分佈實測圖形，並進行相關之解析與探討，1990年於日本住宅都市公園實驗場建造 100 公尺排水實驗塔，測試解析超高層建築排水立管之壓力分佈，1996年鄭、鎌田、倉淵等根據實驗解析結果，提出立管內空氣壓力分佈預測模式。同一時期，英國方面之學者 J. A. Swaffield 等也發表了相關立管內壓力預測理論模式與實驗解析結果。

另外，排水橫管之搬送污物能力問題，也是排水系統中重要之課題，排水橫管之型態對於立管之排水性能有相當大之影響，不良之設計會造成立管內不正常之逆壓，間接引起建築物低層部器具存水彎產生跳水與破封現象，造成居室環境嚴重之衛生問題。關於水平橫管性能之主要研究，有鎌田(1986)之最小必要流速之探討，與 L. Galowin 等於 1990 年後陸續之論文發表文獻。

表 2.2 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
排水立管排水流 下速度測定	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)	以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
通氣流量之測定	Pink(1973),Schlag(197 4)	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、鎌田、倉淵等 (1996)	根據實驗修正公式，預測管內平均壓力分佈與通 氣流量
排水垂直立管內 空氣壓力變動之 測定	齋藤、大塚(1988)	建立 30 公尺左右之實體模型，量測出立管管內 壓力分佈實測圖形及解析與探討 1990 年建造 100 公尺排水實驗塔，測試解析超高 層建築排水立管之壓力分佈
	鄭、鎌田、倉淵等 (1996)	根據實驗解析結果，提出立管內空氣壓力分佈預 測模式
	J.A.Swaffield(1996)	立管內壓力預測理論模式與實驗解析結果
排水橫管之搬送 污物能力研究	鎌田(1986) L.Galowin(1990)	排水橫管最小必要流速之探討

建築物之排水管內排水的流動，特別是在垂直立管內藉自由落體順勢排下之排水有著複雜的流體現象，同時也會誘發管路內空氣壓力的變動，建築物高度越高，則由排水流體位能轉換之動能就越大，誘發之管內壓力變動也越大。當排水負荷自建築物之高層部位向下排出時，將同時誘引通氣管內之空氣流入排水管，在排水負荷層正下方因自由落下排水加速牽引而形成管內負壓現象，容易造成吸入存水彎之水封而導致吸引破封現象。當排水落下接近排水橫主管部位時，由於減速水跳現象(hydraulic jump)，形成相反之正壓推擠水封而容易導致低層部衛生器具存水彎的噴出破封現象。

## 第二節 排水通氣系統分類及相關規範探討

### 2.2.1 排水通氣系統之分類

1987 年中華民國建築學會所提出之給排水衛生設備技術規範（草案）<sup>[A-1]</sup>中，對建築排水分流與合流之定義有詳細界定，主要是以建築污水、建築雜排水之水質特性及後續處理或排放限制加以區分。排水合流型式必須配合建置足夠容量的污水處理設施，或建築物位於污水下水道建設完成地區，才能讓建築排水獲得妥善處理，不至於造成對自然水環境的危害，其管道空間之需求小，對於住宅建築空間規劃上較為有利，但必須落實維修保養工作，以確保排水管內之通暢性；建築污水與雜排水分流的型式，可以將不同排水依其負荷型式與負荷量分別處理，以解決排水管堵塞或淤積、瞬間大量排水負荷造成系統性能喪失的問題，但是，在配管空間上需求極大，且配管材料及施工成本亦將大幅增加，相較之下，對應於台灣地區住宅建築規劃之密集空間需求之現況，各個排水獨立分流之型式相對處於不利建築設計的發揮；至於雨水排水因為僅需要簡易處理即可收集利用，一般均採獨立分流設計，可以規劃雨水利用系統有效節省水資源，亦可經過公共雨水下水道排放，一般不會產生污染河川或自然水體之問題。有關通氣型式之分類，則分為器具個別通氣、迴路通氣、伸頂通氣及特殊接頭通氣等四類，主要根據設備管道空間的容量、住宅建築對排水通氣設備之需求等級及配管材料及配件之初期建造成本與維護更新之便利性而定，在設置空間及施工成本之評估上，屬於較不經濟的型式。

另外，在日本早期即積極推廣排水與通氣併用立管的單管式排水通氣系統（特殊接頭型式），因此在日本最新之給排水衛生設備規準・同解說 HASS-206(2000)<sup>[A-15]</sup>中做了部分的修正，主要針對通氣型式加以分類並說明，而對於排水型式則僅以性能要求原則性說明為主；單管式排水通氣系統對於配管空間之需求，又比前述單單採用建築排水合流型式設計的住宅建築案例節省許多，可以規劃充足且方便的維修空間，而因為這樣的系統係以考量排水與空氣之特殊導流設計而產生，所以必須採用各種特殊接頭方能達成，雖然初期建造成本會增加，但所增加的成本比例佔建築工程總建造成本的比重已相當有限，極少的成本投資即可達成極高的系統性能提升，且此種系統的特殊接頭與配管型式大多採快速

安裝施工，後續配管維護或更新汰換相當便利。因此，如能有計畫引進相關技術及產品，對於台灣地區建築設備性能的提升將有極佳之助益。

參考前揭文獻規範，本研究首先依照排水立管與通氣立管之合併或獨立設置作系統分類，將集合住宅建築排水通氣系統分為單管式伸頂通氣系統及二管式排水通氣方式，其中再參照通氣管與通氣型式摘要歸納數種基本型式，如圖 2.1 所示。

另依循既有文獻之分類原則，並參考台灣地區建築排水型式的發展現況，將建築排水型式直接導入建築物內之排水設施配管線部分，分為合流與分流二大型式，以建築污水與生活雜排水採用合併或獨立排水型式排流設計為主要區分原則，另進一步考量避免油漬殘留淤積造成排水管堵塞，以及洗衣機加壓排水、含洗劑泡沫排水的阻流現象，同時將廚房雜排水、洗衣機排水等獨立設置排水立管系統的形式納入本研究之建築排水型式分類，如圖 2.2a, 2.2b, 2.2c 所示。

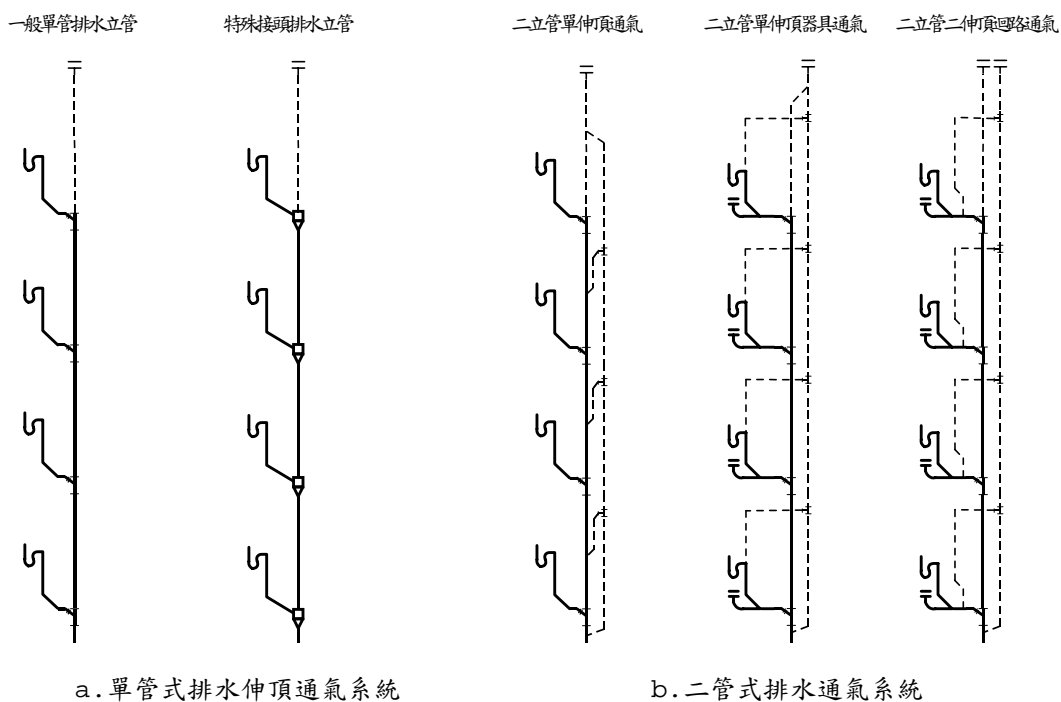
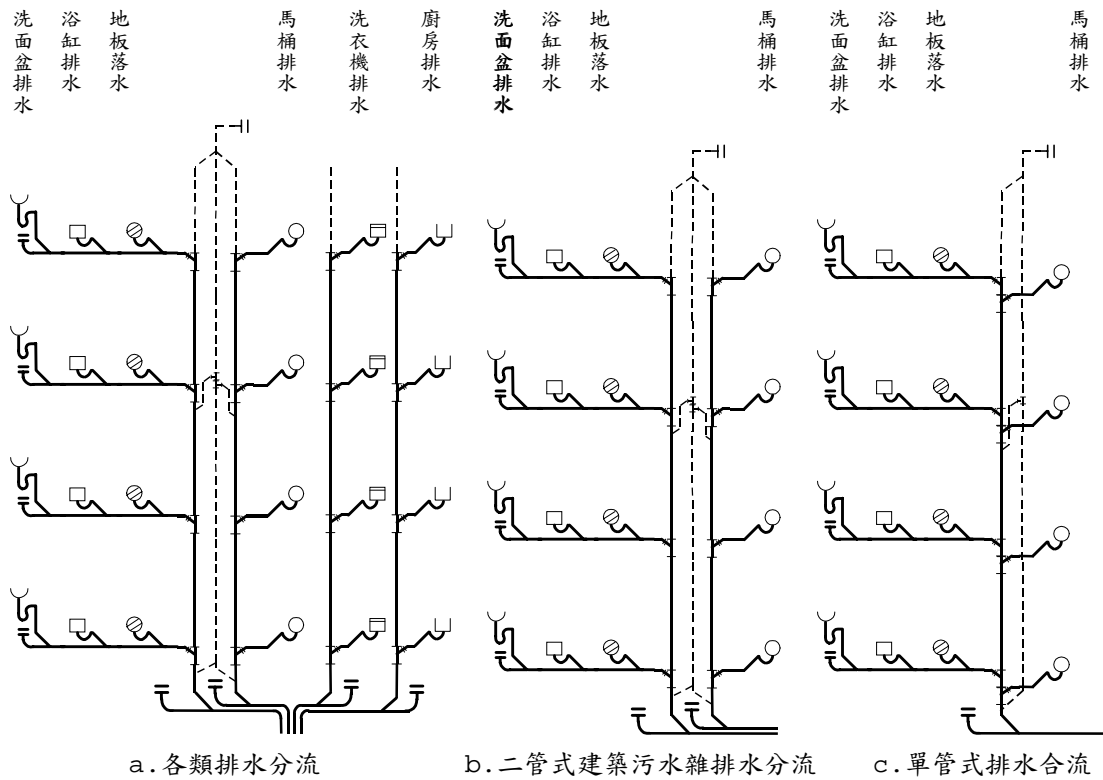


圖 2.1 建築排水通氣系統分類

圖 2.2 建築排水形式分類



依據前述文獻說明，及從台灣地區建築排水相關設計圖說案例的調查顯示，建築排水之通氣設計型式上，除基本的器具通氣、迴路通氣、伸頂通氣及特殊接頭通氣型式之外，台灣另有介於迴路通氣與立管伸頂通氣之間的建築排水特殊通氣型式被採用，本研究將其定義為「立管結合通氣」型式，各類通氣型式如下圖 2.3 所示。

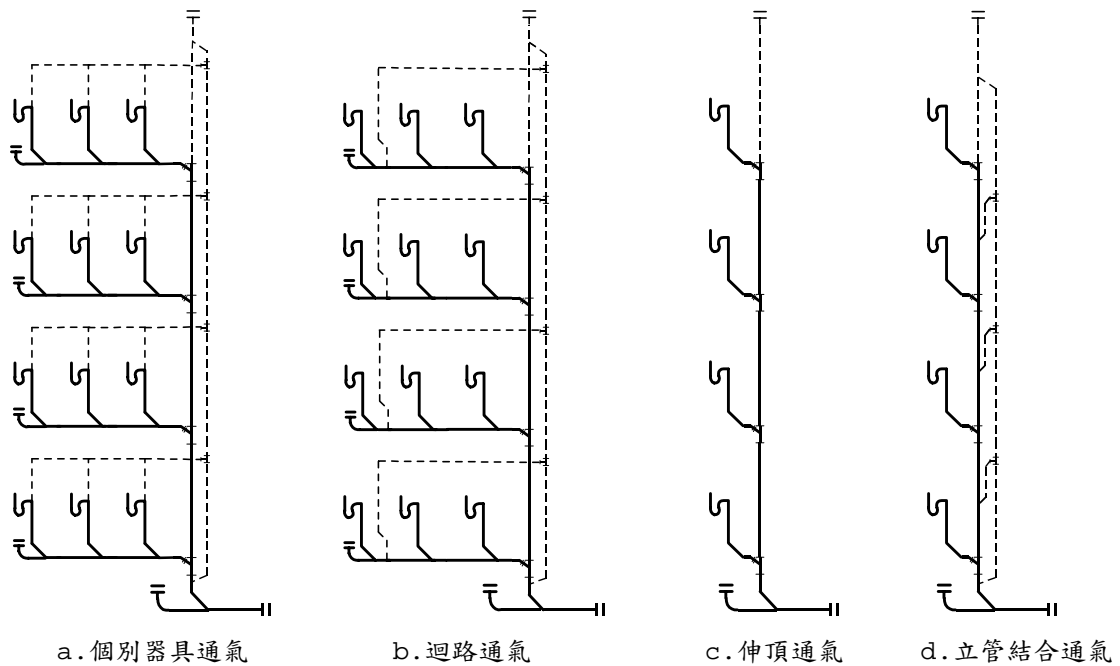


圖 2.3 排水通氣型式分類



## 2.2.2 建築排水通氣系統相關法規規範

我國建築排水設備系統之設計，以建築技術規則建築設備編第二章第一節給水排水系統為主要法令依據，其他則參照下水道法與相關子法、及直轄市、臺灣省所訂定污水下水道用戶排水設備標準及接管服務手冊、用水設備設計施工檢驗作業規範等辦理；對於設計圖說之簽證或審查機制，則各地方作業方式不一。

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、配管材料（應符合國家標準）、施工試驗、管路配置之注意事項、排水管管徑及洩水坡度、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，則無規範。惟前述現行規定自民國 63.2.15 發布施行沿用迄今已逾二十七年未有修正更新，對應新技術、新設備的快速發展，確已無法滿足現況之需求，同時亦缺乏其他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。

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，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。至於有關整體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，亟待國內相關研究單位或行政機關積極投入研究，並規劃中長程之發展方向。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，如表 2.3 所示。各項標準試驗法，內容詳見附見三。

表 2.3 住宅排水衛生設備相關國家標準彙整

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

有關美、日在排水性能標準及相關器具標準的發展，目前已進入成熟之應用推廣階段，本研究將於後續研究過程中，陸續收集參考相關規範及標準項目，並參酌台灣地區的發展特性，俾能有效導入其發展經驗，並提升本土建築排水研究與設計水準。

### 第三節 中高層住宅建築排水通氣系統現況調查分析

本研究之現況調查工作，案例收集目標以建築師事務所、電機技師事務所及建設公司等所設計或銷售之住宅建築個案為主，並針對個案排水通氣系統設計圖說方式之收集抄錄方式進行調查，另對專業技術人員亦進行訪談記錄，以初步彙整系統設計、施工及使用階段的問題所在，同時，逐步比較分析台灣地區住宅建築案例產生這些問題的原因，作為後續評估可行之改善對策之重要資訊<sup>[A-16]</sup>。並以施工的現場調查佐證當前國內施工現況和容易發生疏失的情形。案例調查和專業者問卷訪談的格式如附件三。調查進行的照片如下圖所示。



水平管閃樑做法和清潔口



幹管標明種類、顏色與流向



現場施作時確認的排水昇位圖



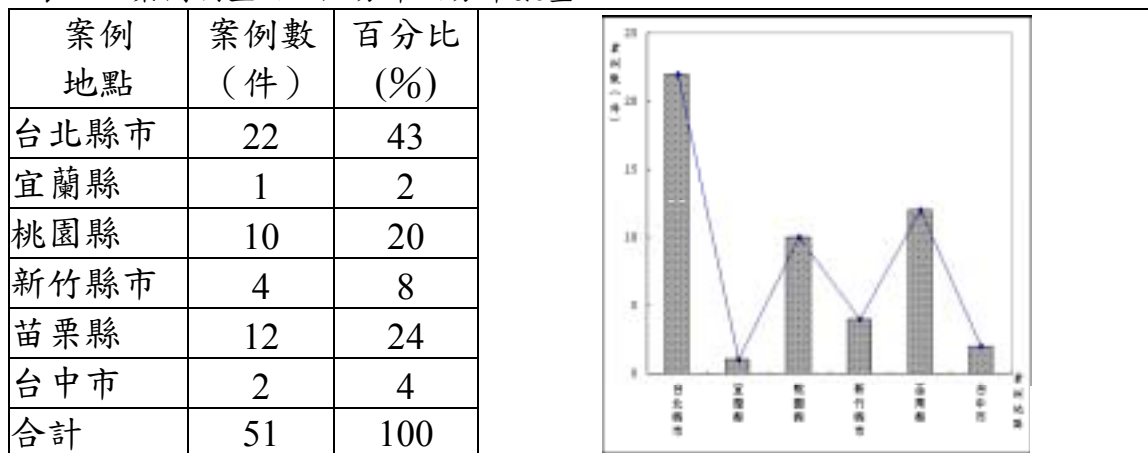
臨時排水之污排水

圖 2.4 工地訪談方式進行資訊蒐集

### 2.3.1 案例調查基本資料說明

本研究選定台灣北部地區中高層住宅建築案例進行現況調查，總計調查案例數 51 例，案例所在區位主要分布於台灣北部地區的台北縣市、桃園縣、苗栗縣，部分則在宜蘭縣、台中市及新竹縣（如表 2.4），經初步比較，個案排水通氣系統選擇與所在區位並無直接關聯。

表 2.4 案例調查之地點分布及分布數量



構造型式上全部個案均為 RC 構造建築物，約略可見台灣住宅建築發展仍以傳統 RC 構造為主要趨勢，而在排水通氣系統的配置模式與管線設計方向上，亦差距不大，且個案所面臨的問題亦相去不遠，惟對於問題的解析研究甚缺，一直沒有直接且據理論依據的解決對策被提出，值得進一步深入探究。

個案樓層高度規模之分布，屬中層至中高層(6F 至 12F)者佔 48%，屬中高層(13F 至 14F)者佔 24%，高層建築(15F)案例佔 24%(如表 2.5)，初步分析顯示，不同樓層規模個案在排水立管及通氣立管之系統選擇上，並無法經由案例設計圖說判定其相關性。

個案設計時間有 4 例詳細設計時間暫無法得知，故不列入後續設計時間分布的說明，已知設計時間之案例分布介於 1988 年與 2000 年之間，其中 1995 年至 2000 年期間的案例數佔其 12%(如表 2.6)，近期台灣地區建築排水通氣系統型式發展應用的現況應可真實呈現，對於後續的現況問題解析與改善對策研議應有實質助益。

表 2.5 案例調查之樓層規模分布及分布數量

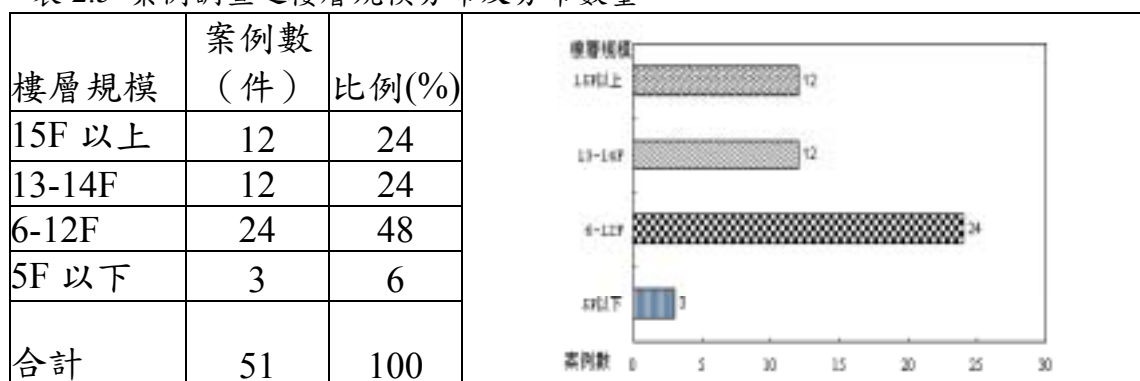
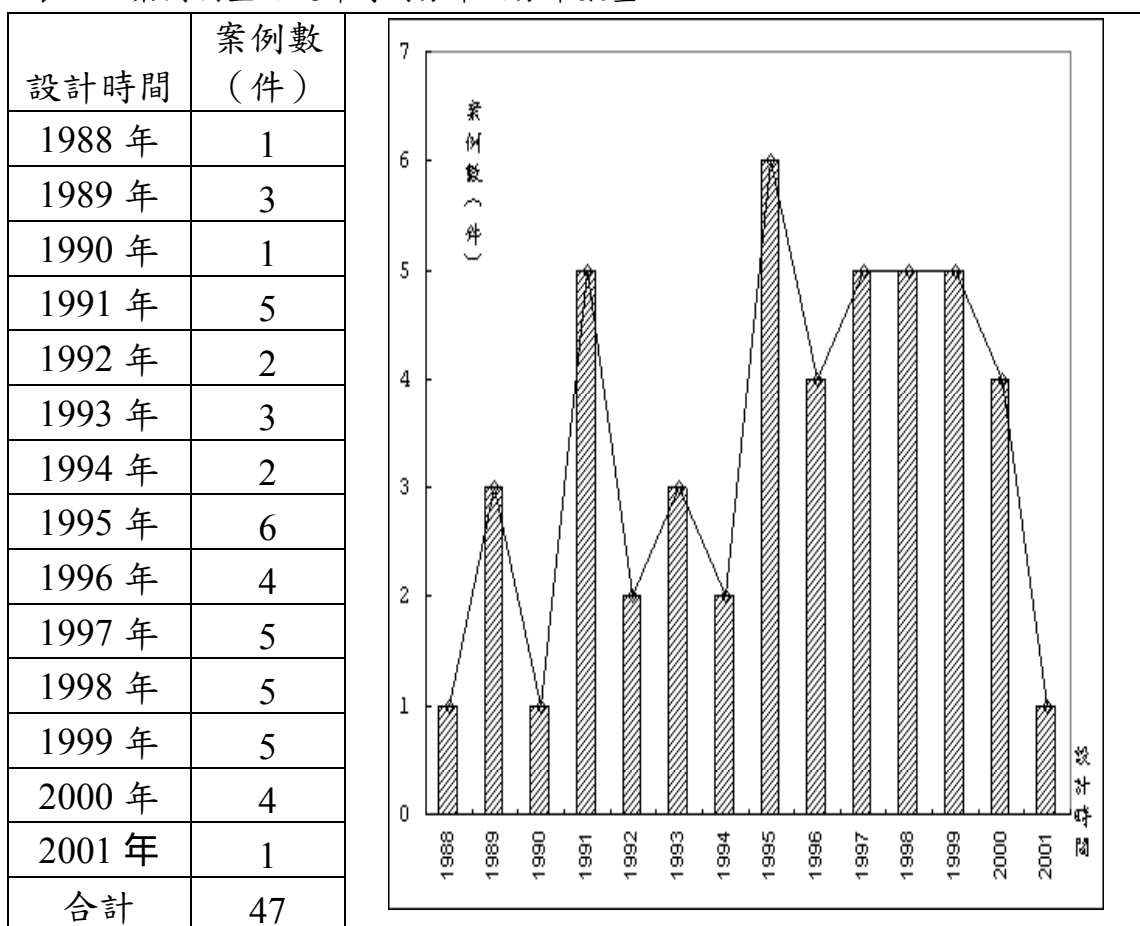


表 2.6 案例調查之設計時間分布及分布數量



### 2.3.2 案例調查初步結果分析

本研究調查顯示，台灣地區中高層住宅建築排水通氣系統採用排水管與通氣管併設之二管式系統（如圖 2.1b）設計者佔極高比例，雖然二管式系統普遍被應用於歐美地區，但此系統對於管道間及配管路之空間量較多，就空間規劃及配管材料消耗量之評估觀點而言，屬於較為不利的系統型式，尤其台灣在建築設計上都以建築物中居住者實際可用的最大空間面積為規劃目標，常常將設備管道空間壓縮，造成配管空間不足，施工維護不易等問題，就空間與維護更新成本的觀點，對於建築排水通氣系統選擇評估作業，應朝向省空間、配管路單純化、容易維修更新的方向檢討；另本次調查案例中則未出現排水與通氣共管之單管系統個案，單管系統（如圖 2.1a）在日本已普遍商品化，同時對應系統設計之需要，已有多種特殊接頭被開發完成，相較之下，此系統在管道空間需求及維護更新之工作性優於二管式系統，對應台灣地區地狹人稠之建築空間現況，未來將有可觀應用推廣空間。

排水立管之設計，以建築污水、生活雜排水、廚房排水、洗衣機排水及冷氣機排水是否獨立配管分流為依據加以分類，其中選擇建築污水與各項生活雜排水採二排水立管分管型式與各項排水各設獨立立管的多立管型式配置者各半，約佔調查案例的 59%，建築污水與雜排水集中由單一立管排放個案僅有 1 件案例，所佔比例相當未達 2%。（如表 2.7）

表 2.7 案例排水立管型式分類統計

排水立管型式	案例數 (件)	比例 (%)
污排水分流	20	39
各類排水獨立立管	30	59
污雜排水共管合流	1	2
合計	51	100

排水立管型式之選擇，主要是以建築污水、雜排水、廚房排水及洗衣機排水的水質特徵差異為考量，並評估整體排水的流暢性而定；廚房排水中因為含有油脂、剩菜殘渣等比重輕或容易結垢的物質，對應排水管系統的維護更新需求，而將其列為設置獨立排水立管的項目加以評估；洗衣機排水中因為含有洗劑成分，所產生的泡沫在排水過程中積存於排水管內不易去除，使用過程中已發現直接造成排水水流不順的現象，且目前所開發使用的洗衣機，均以加壓排水型式設計，瞬間加壓排水造成排水管內水流與空氣壓力急遽變動，與其他排水設備共用立管時，將使共用排水立管之衛生器具產生破封現象或造成水封喪失的情況，遂有設置獨立立管的個案出現。

台灣地區住宅建築排水通氣立管之設計，以器具通氣、迴路通氣與立管結合通氣等三類為主，如圖 2.3a,2.3b,2.3c 所示。其中立管結合通氣型式所佔比例調查案例 75%以上，器具通氣及迴路通氣二類則各約佔 8%和 12%。伸頂通氣為 6%（如表 2.8）

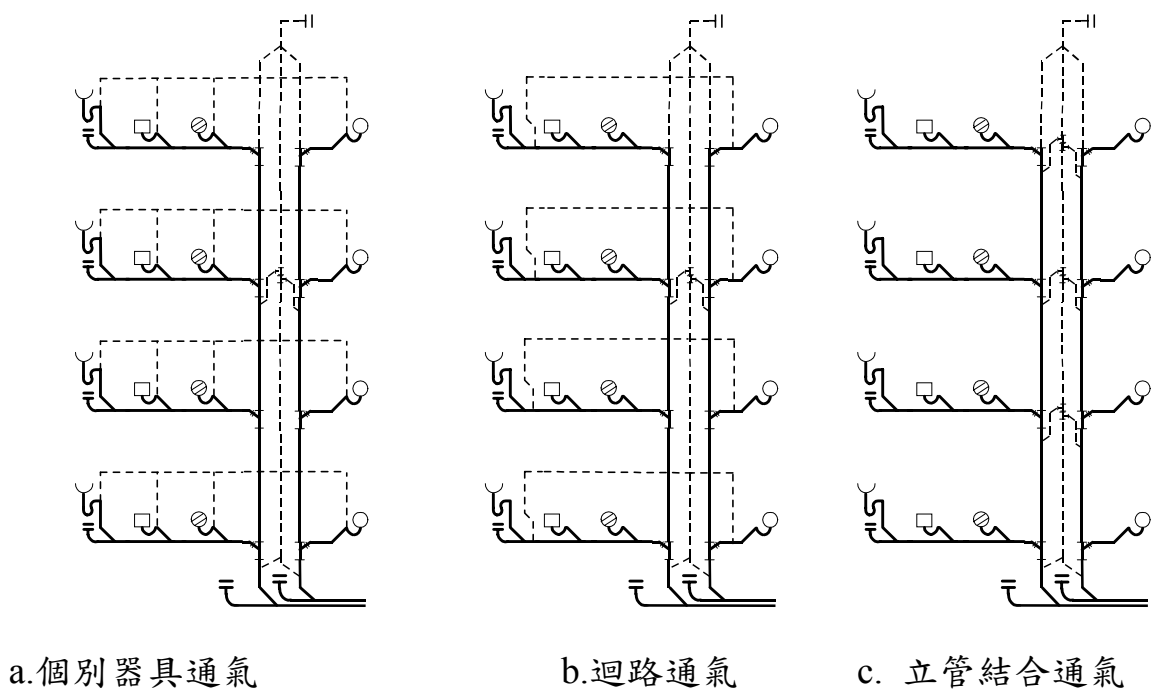
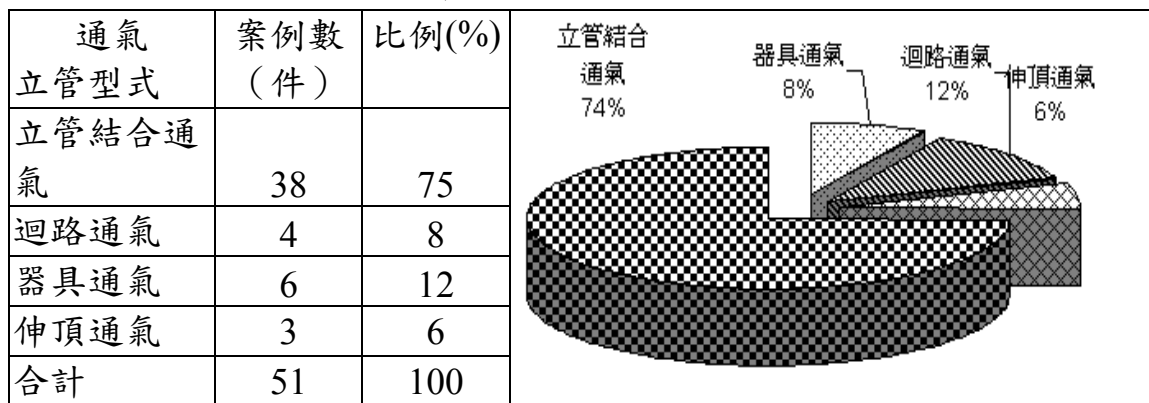


圖 2.5 台灣地區建築排水通氣系統型式設計現況

表 2.8 通氣立管型式分類統計



這些結果顯示，立管結合通氣型式在所蒐集的研究文獻或技術規範中雖未出現，但相較之下，卻是台灣地區最廣泛被使用的型式；因此，本研究未來將利用現有相關實驗設施模擬解析其流體現象與空氣壓力變化之關係，亦或是直接建置此類型系統之實尺寸實驗設施，進行後續實驗研究與解析工作；器具通氣與迴路通氣型式於台灣地區被應用的比例並不高，推測其原因可能在於配管施工技術與成本的評估高於立管結合通氣型式，且配管空間受到建築設計與營建施工作業上的限制所致。

雨水排水則依據現行建築技術規則規定均應獨立設置排水管路，並將雨水與建築物污水、雜排水分別排放至下水道系統。因此，經檢視個案設計圖說之雨水排水管設計均能符合法令規定，獨立設置雨水排水立管，並與建築物污水等分離而排放至公共雨水下水道；但其主要配置方式卻以 RC 柱內埋設暗管方式為之，對於施工查驗及使用階段之維護更新與結構安全性頗為不利，同時，經本研究調查發現，依據 2000 年最新修訂施行之建築技術規則有關 RC 構造設計準則規定，RC 柱內埋管及其配件所佔面積不得超過柱斷面積 4%，且配管內徑不得大於 5 公分等，對在結構柱內埋管的排水配管線設計將有極為重大的影響，相對地，對於推動明管型式配管亦具有正面且強制的意義。而國外推廣雨水收集利用已有相當長的時間，且均建議採用明管方式配置，相關配管及貯留技術亦相當成熟，台灣應可積極引進相關產品與設計技術，以改變這個雨量充沛的缺水國的形象。

依據本研究案例資料顯示，調查個案所在地區均屬污水下水道未建設完成之區域，因此，除 1999 年以後個案應依據建築技術規則增修訂條文規定設置建築物污水設施外，其他個案亦已於建築物內設有污水處理槽（或化糞池、污水處理設施等）。建築物污水經過處理後，始排放



至公共污水下水道，未來都市污水下水道陸續建設完成後，除可減少新建建築物設置建築物污水處理設施之空間與設備成本外，對於都市水環境品質的改善亦有莫大助益。

同時藉由專業設計者的訪談調查，初步了解國內建築排水通氣系統設計工作上的課題，包括執行設計的法令規範依據不明確且無法對新技術與理論的發展需求，排水通氣系統的選擇與性能、成本的整合分析，排水通氣系統的性能分析與檢定技術缺乏等，亟待學術研究上積極推動相關課題的基礎研究發展，並建立適當的排水通氣系統設計準則或規範。

本研究針對台灣地區中高層住宅建築排水通氣系統的案例調查，彙整建築排水通氣系統的發展現況與其構成型式之分類，同時初步探討建築排水通氣系統於建築生命週期中設計、建造至使用各階段之現況問題；經過調查及訪談發現，台灣在建築排水通氣系統之分類上並不明確，且無相關規範或基準可供參考。本研究依據國外相關規範之分類，參酌台灣本土的系統應用現況，並按建築排水通氣系統、排水配管型式及通氣配管型式之層級予以分類，以探討台灣建築排水通氣系統發展的現況與其特性分析；案例中建築排水通氣系統採用排水管與通氣管併設之二管式系統設計型式者佔相當大比例；排水型式以建築污水與各項生雜排水採二排水立管或多排水立管型式居絕大多數，而於日本應用普遍的單一排水立管型式，在台灣地區使用的案例所佔比例則相當低排水立管之設計型式；排水通氣系統之設計，以採用立管結合通氣方式所佔比例最高，次之為器具通氣及迴路通氣。另雨水排水大致上均能符合現行法令規定，獨立設置排水配管排流至公共雨水下水道。

在建築排水通氣系統之基礎研究領域上，台灣尚位居起步階段，有關系統發展的現況，仍待增加案例調查以真實呈現其發展現況；至於系統技術性課題的研究，除現階段透過專家訪談以獲取系統設計、施工及使用上的現況問題外，未來將規劃建置實體實驗模型，進行性能評估與試驗研究工作，採理論解析的實證方式，釐清台灣地區建築排水系統性能的問題所在，並探討建議改善對策，作為建立排水通氣系統設計規範與性能評估的重要依據，並以提升建築環境品質為研究應用的目標。

## 第四節 施工和設計的注意事項

透過建築師事務所、電機技師事務所、建設公司和實際的施工人員的訪談，瞭解國難現況在建築給排水工程上，一般常見的問題及應提醒相關相關作業工程師注意之項目，茲分類說明如下，並分別詳述於以下小節中。

1. 地下室工程
2. 結構體工程
3. 裝修工程
4. 臨時水電規劃的探討
5. 衛浴設備滲漏水問題探討
6. 客戶常見變更的內容
7. 客戶常見修繕的內容
8. 浴室管道間預留孔的施工問題：

詳述如下：

本節部分內容彙整自文獻<sup>[A-3][A-4][A-6][A-8][A-9][A-10][A-11][A-12][A-17][A-18]</sup>。

### 2.4.1 地下室工程：

1. 地下室開挖時，地梁組模，水電配置連通管及通氣管（注意電梯機坑四周地樑不可留管，以免電梯進水）。
2. 電梯機坑預留排水管至污水池，並注意兩處以上機坑高程上的差異和其中間的連通管。
3. 筏式基礎的頂版（60×180cm）組立，會預留拆模用的傳料孔60×60cm，遇有地下室水箱時，水電應計算詳細位置，於筏基頂版事先預留套管，讓水箱排水或清洗時，水會直接流至筏基內，經由連通管至污水處理池抽出。

4. 筏式基礎上的拆模傳料孔，開孔的位置由監工統一指示，避免在車道正中央。中庭地面正式的排水孔在施工階段，由一支3吋的臨時排水管，穿越地下室連結至筏基拆模傳料孔，將水排入筏基，再由集水井統一抽水。
5. 地下室的臨時排水孔，預留之前考慮裝修進料，尤其是堆放沙子的位置宜避開。
6. 地下室供室內停車使用時，應參考平面圖，在車道的動線位置上，澆置樓版時略成拱型以利排水。
7. 污水池高程比筏基更低，污水池地樑交置前需測量交置完成面之高程。污水處理池地樑紮筋完成時，筏基連通管需同時進場配管。
8. 考慮地下室的淨高，檢討地下室配管之優先順序，污廢水、大小公配管、消防配管、風管等，如需穿樑必須於結構體施工前配管，不可事後鑽孔洗洞。
9. 電梯坑道內電梯鋼軌釘壁虎的地方，應避免水電埋設配管。

#### 2.4.2 結構體工程：

1. 地下室結構體放樣，在地下室基礎底板（大底）鋼筋及外側模板完成後，使用水準儀定出筏式基礎頂版（水箱蓋頂版）模板高程，在柱筋及地樑貼淺色膠帶做記號；再定出與水箱蓋頂版混凝土完成面高程。
2. 進行樓版的版筋綁紮時，待下層筋全部完成後，應請鋼筋工配合讓水電有時間進行配管，此為土建與水電之施工介面必須充分配合。
3. 樑內配管常因箍筋、加鐵等設計過多，使排水配管相當艱難，導致水電人員以鐵條將鋼筋撐開，造成間距異常或是保護層不足。應由水電先提出配管施工圖，於圖面事先標示，並由土建人員了

- 解何處需要協調現場施工相互配合，使工作順利進行。
4. 柱內配管預留高度，不可高於柱筋，以免影響樑筋施工困難。
  5. 施工中的管線採保護措施，避免物件掉入管內。
  6. 模板工程在給排水管線明管貫穿處，應由施工單位依照設計圖繪製管線套管位置圖，並按圖位置確實施工預留套管，避免事後的洗洞。
  7. 配管穿樑時，必須遵照建築技術規則第三百六十條之規定。（混凝土之埋管及其配件應依規定：柱內埋管及其配件所占面積不得超過柱斷面積百分之四，內徑不得大於五公分。版、梁、牆內埋管及其配件所占深度，除經設計人同意外，不得超過其斷面厚之三分之一，內徑不得大於五公分，管之間隔不得小於管徑之三倍，埋設位置，不得傷害減弱原有強度。樓版中埋管應置於上下鋼筋之間，管外保護層不得少於二公分，接觸地面保護層不得少於四公分，垂直於管線之鋼筋不得少於百分之〇·二。）
  8. 拆模時間最好依據混凝土澆置後是否達到設計強度來決定，通常是以壓試體（七天、十四天、二十八天）來判斷是否安全，但是由於進度緊迫，為了避免未達強度造成傷害，通常使用回撐方式來解決。一般最節省的法是版一套模、梁有兩套模，版拆除時間自放樣起算第十天，拆除後立即拿到上層組立，樑底模的拆除時間是第二十天，但在實務上，樓版因有水電配管，過早拆模會使天花板有龜裂現象。所以除了回撐之外，板模最好有兩套，樑模最好有三套。
  9. 外牆排煙罩預留套管和冷氣排水管需注意上下必須連成一直線，有兩戶或兩戶以上相連時，必須水平一致。（立面設計納入檢討）。
  10. 如果一樓和二樓的浴室不在相同位置時，一樓的樓板（1FL）浴

室管道間放樣時，需參考二樓樓板（2FL）管道間位置，並於模板組立時預留孔位。

11. 一層樓板（1FL）是水電配管最多、複雜的，尤其是 WP（污水管）和 RP（雨水管）的管徑較大（5 吋），在紮樑筋時，可採用 X 軸向的樑筋先施作，之後污水管和雨水管再先由 X 軸向施工，然後再紮 Y 軸向的樑筋，避免 X、Y 軸向全部完工時，配管施工困難，或超出柱面、裝修面或 45 度彎頭超出灌漿高度。
12. 水電於牆立面配管，繪製施工圖告知插座位置距牆面邊或柱邊的距離，在紮版筋時確實依圖面位置施工，且保持配管垂直，混凝土澆置後，在地面噴漆作記號，請模板工注意避免在鑽孔時造成配管斷裂，而使澆置的泥漿灌入塞住，否則最後必須重新配管打鑿牆面，事倍功半得不償失。
13. 電氣在磚牆配管時，因為必須在隔間磚牆打鑿管徑的溝槽，如果直接用打石機打石，磚牆容易被打的支離破碎或走位（學徒或是半技工），所以在水電合約內，如遇有需在磚牆面打石，應要求施工方法，例如先用電鋸將配管溝槽的預定位置切出，再進行打石，則可克服大部分技術不良的問題。
14. 牆面打鑿配管後，填補水泥砂將與垃圾清理後，再通知立門框進場施作，可避免因打石的震動影響門框的垂直水平、安裝等準確性。
15. 地下室的水電吊管施作，有時候會影響到當樓層的物料進場。如有些工地的進料一律從地下室進料，但淨高有限，所以地下室的吊管施作的時機，宜在地上層的牆面粉光完成之後施工，或者是先行配管，然後在傾倒砂子的堆料位置上方，配管暫緩施工或是鋸掉，等地磚完成後再將配管作業銜接上。
16. 位於地下室停車場之直立露明管線應加保護措施，使之不易受人

車碰撞致使受損。

17.地下室建築設備配管的優先順序如下：

- (1) 排水(雨水管)、生活廢水(各戶)5英吋PVC厚幹管最優先配管,樓層高度不足時,必須全部穿樑施工(結構施工時預留穿樑套管)。
- (2) 地下室的風管、排風排煙設備。
- (3) 消防管(注意灑水頭防護區域)。
- (4) 電氣大公(公共設施)配置線槽。

18.水電配管時,熱水管使用不鏽鋼管(白鐵管),應注意連結熱水出水口之彎頭使用。

### 2.4.3 裝修工程：

- 1.浴室廚房PVC天花板骨架完成後,在封板之前必須將清潔口等全部完成。
- 2.浴室廚房維修人孔的位置和PVC天花板高程的決定,必須考慮是否會影響明管的位置,或需要利用套管穿樑。
- 3.設置清潔口、浴廁PVC天花板封板,必須注意維修孔位置應靠近清潔口而,而且位置避免在樑下,浴室之抽風機位置應該靠近管道間,且應避免淨高度不足20公分,造成抽風機無法安裝的情況。最好是從給排水配管開始,就由業主規定抽風機及維修孔,位置相關尺寸數據要求包商繪製施工圖。
- 4.衛浴設備進場與安裝,地下室的配管事先塞清潔口、及各污廢水檢查完成。查看各樓層是否有漏水狀況。
- 5.浴室地板的排水落水孔位置,宜在洗面盆的正下方,距離牆面40cm,不可以任意設置。
- 6.陽台地板的排水落水孔位置,宜在全長1/3處。

- 7.在泥作工程特別約定及注意的事項，包括凡是遇有水電預埋的出線盒，必依式切齊，不得故意填滿。給水塞頭需清理沾在上面的泥渣。
- 8.臨時水及臨時排水應愛惜使用謹慎處理，清洗工具及泥漿後，必須將臨時排水管連續沖水兩分鐘，才得以關閉再離開，可確保排水管內壁的殘留施工物料不至於使日後可供排水的口徑縮小。
- 9.裝修工程之粉刷程序，應告知水電配管之優先順序及必須完成的時間。
- 10.防水粉刷應該注意，在地下室外牆如有埋設過牆管時，例如受電室台電引進管、連結戶外下水道的污水管，必須使用具有止水板的過牆管。
- 11.鋪設地磚時，敲擊地磚全部平整，不可傾斜、高低差。浴室及陽台地磚特別注意洩水坡度，浴室常用 1/200，陽台常用 1/100。
- 12.管道間內的管線，藉由不同顏色的管線來區分類別，施工時以暫時固定方式在管上標示類別和流動的方向，竣工前以噴漆噴註類別和流向，方便日後維修和尋找。
- 13.裝設輕鋼架天花板前應注意水電配管清潔口是否塞妥，屋突管道間是否加蓋完成，配管無滲漏現象。
- 14.交屋時的室內清潔，包括工作範圍內及地坪、門窗、廚房、浴廁器具、陽台牆面及地坪、樓梯間，應去除包裝紙、泥渣、水泥渣、油漆去污、及擦拭清洗等。在排水彎折處，透過清潔口予以清潔，並加以拍照紀錄，以釐清使用後發生阻塞的責任和維修分擔。未將排水管線予以清潔，管壁會黏著施工時排放的混凝土、水泥砂漿、防水塗料、粉刷塗料等廢棄物，達不到排水的原始設計管徑，致使排放會發生阻塞或是不順暢等問題。
- 15.景觀照明及給排水，通常因為銷售的關係辦理變更，需事先多處

- 預留，避免事後的敲打。
16. 一層樓版（1FL）需考慮預埋 2 英吋的排水套管，在下大雨時才能有效排除中庭積水。預埋排水管時，需繪製施工圖，詳細位置尺寸必須存檔以利中庭施工時使用。
  17. 水電配管由支管進入幹管時，污水管以斜 T（或稱為或稱為 Y 型管）較為理想，順 T 雖然好施作，卻容易阻塞。尤其是污水管（糞管）應以兩個 45 度的接頭銜接，不可以直接使用 90 度彎頭。
  18. 通常水電圖只表示配管的管徑，支管與幹管的銜接方式都缺乏大樣圖，因此承包商因陋就簡，以最容易施工的方式進行，未考慮到建築設備是交屋後最常發生問題的關鍵，以接頭的價錢來說，一個 90 度的接頭不到一個 45 度接頭價錢的一半，因此需在合約上明確要求，品質才有保障。
  19. 以通氣管為例，施工不當或是偷工減料，在客戶交屋時，就會發生為什麼新房子浴缸排水會不順、打膈或冒泡，因此需要在合約上尋找降低施工不良的著力點。
  20. 屋頂管道間在澆置樓版時需做出凸緣，具有初步防水的效果。
  21. 屋頂管道間（工地俗稱土地公廟）位置需以砌磚包圍，若是使用旋轉式的自然排風機，粉刷完成的尺寸為 60cm× 60cm，高度至少 90 cm。若使用傳統式百葉窗，則未限定標準尺寸。
  22. 屋頂管道間開口的位置應考慮到風向的影響，開口大小及構造應使通風對流良好，兼能防止雨水侵入。
  23. 水錶位應採用立式，橫式的配置較易使地板積水，頂樓也會較易漏水。
  24. 屋頂落水頭的施工大樣。
  25. 水電工程估驗計價請款時，該項次機器（如抽水泵浦）、材料（如南亞<sup>®</sup>A 管）、出廠證明正本、送貨單影本，遇有相關法規規範



數據範圍者，每次皆要檢附測試之實作附日期之照片。

#### 2.4.4 臨時水電規劃的探討：

1. 取得建照立即辦理臨時水的申請。
2. 臨時水給水直徑使用 1 英吋。
3. 臨時水電配管盡量以埋管方式，但不得妨害日後裝修工程進行位置。
4. 管道間和樓梯間應設置落水頭防止積水。
5. 截水溝應另設置臨時排水，以免正式排水管阻塞。
6. 各樓層以每一樓梯為單位設置一個直徑 2 英吋的臨時排水管，以免正式排水管阻塞，但是位置須與正式排水管位置容易區別。
7. 車道口設置水龍頭以利車輛清洗。電梯機房及電梯機坑設置臨時排水孔。
8. 地下室水箱設置臨時水出口，以供應臨時水之用。
9. 各層每一支梯設置一處 1/2 吋臨時水龍頭，位置不得妨害其他工程施作（例如大理石貨時才牆面裝修處），且水龍頭下方需設置臨時排水。
10. 揚水泵提前運轉，臨時水電管路的研究。
11. 臨時水泵位置應避免影響正式消防泵搬運與安裝。
12. 臨時廁所位置的研究。
13. 工務所水電的配設。
14. 臨時水幹管各動分開，並分別設置開關筏及防震軟管。
15. 臨時電和臨時水安置完後，對於使用中發生跳電或排水不通的問題排除和修復。

#### 2.4.5 衛浴設備滲漏水問題探討：

1.在建築施工的過程中，如果土建人員不了解水電的基本問題，經常會影響裝修工程的進行，甚至是交屋時的大量修繕單。所以除了土建本身的專業外，相關介面或非介面都需要適當了解，因為在土建裝修工程進行中，水電發生的問題已埋下了誘因。

#### 2.馬桶滲漏水：

- (1) 傳統習慣將馬桶底部以水泥砂漿填注，若將底部填滿砂漿，因水化產生熱作用導致馬桶破裂。正確的方式應以馬桶所附之螺栓，在浴廁地面組立，可降低因水泥砂漿無法承受側壓力或不當使用所產生的傾倒和人員的受傷，或在馬桶邊緣約寬 5cm、高 1.5cm 之砂漿。
- (2) 污水管的管孔中心與牆面距離錯誤發生誤差（一般完成面的尺寸為 30cm，示型號差異而有所不同），常會使虹吸式馬桶發生排水不良，甚至污水自馬桶底部邊緣滲出。
- (3) 馬桶本身製作過程不良，因為單體馬桶的水箱部份和本體部份並非一次製作燒製完成，會隱藏有裂縫，除非仔細觀察，否則不易察覺。
- (4) 馬桶給水的三角凡而施工不當造成崩牙。

#### 3.洗臉盆漏水：

- (1) 洗臉盆給水的三角凡而施工不當造成崩牙。
- (2) 本體的 P 型排水管未完全插入排水管中。
- (3) 放水前管路未經清洗，導致龍頭泥沙阻塞，造成滲漏。

#### 4.浴缸漏水：

- (1) 土建部份浴缸底層平台未做防水粉刷或平台洩水坡度不良。
- (2) 浴缸排水軟管未確實插入落水孔中並加以固定。
- (3) 浴缸給水的三角凡而施工不當造成崩牙。
- (4) 蓮蓬頭止水橡膠墊圈組裝時遺漏，地面未設計另一排水孔，

當浴缸側牆發生龜裂就會滲水。

- (5) 長期使用後，浴缸背面形成結露，地面未設計另一排水孔，當浴缸設牆發生龜裂就會漏水。

#### 5.配管漏水：

- (1) 浴室天花板漏水，浴室一般為 PVC 天花板，若配管的接頭未確實使用黏著劑（俗稱塑膠油），就一定會發生。
- (2) 一般臥室天花板滲漏水，一樣是配管過程黏著不良，但是因為受到混凝土包覆（暗管系統），經過使用一段時間後，就會發現天花板油漆受影響而脫落。
- (3) 明管系統在末端或是轉折處依規定設置的清潔口，未確實栓塞。

#### 6.洗衣機排水孔冒泡沫或逆流：

因為洗衣機採壓力式排水，又由於生活型態類似，在特定時間會較集中使用洗衣機，置在大樓的底層住戶的洗衣機落水頭，會冒出大量的皂水和氣泡。改善的方式是在落水頭部份採取防冒泡落水頭加以阻擋逆流和將洗衣機排水單獨設立立管，並在低層部單獨設立立管（如 10 層大樓，1~6 層用一支洗衣機排水立管，7~10 層住戶使用另一支排水立管，兩立管在屋頂末端相連結並結合伸頂通氣管。）

### 2.4.6 客戶常見變更的內容：

#### 水電部份：

1. 浴室內蓮蓬頭改變位置。
2. 浴室內浴缸不要，但是要留蓮蓬頭和電話梢，原浴缸排水孔保留，裝設地板排水。
3. 浴室內馬桶附近加插座，以因應電腦馬桶坐墊的使用。

4. 浴室洗臉盆改為檯面式 80cm。
5. 陽台增加水龍頭，高度 120cm。
6. 陽台增加插座，高度 120cm。
7. 後陽台增加洗衣槽，給排水和插座配合。
8. 指定洗衣機位置，水龍頭及插座配合移位。
9. 二樓污廢水直接配管置污水池，不與三樓以上共用幹管（避免阻塞時產生逆流）。
10. 廚房流理台加裝水龍頭，住戶自行裝濾水器。
11. 廚房廚具增加烘碗機和烤箱位置。
12. 廚房廚具加長。
13. 廚房廚具不要，住戶另行安裝。
14. 電話、電視出線口變更位置或調換。
15. 部份或所有插座改為三孔式。
16. 客廳及臥室增加緊急照明燈插座。
17. 安裝分離式冷氣，水電配管配合。
18. 臥室安裝冷氣機，水電配管配合。
19. 臥室加裝獨立的電話外線。
20. 加裝網際網路專線。

建築部份：

1. RC 牆改為紅磚牆，水電配管配合移位，住戶日後自行裝修。
2. 浴室及除防貼磁磚腰帶（磁磚面滾邊或不同花色）。
3. 浴室、廚房四面牆壁打底粉刷至樓板板底，不只是 PVC 天花板的高度。
4. 陽台不貼地磚或某一段不貼地磚。
5. 臥室不貼地磚，住戶自行裝修木地板。

6. 地磚顏色變更。
7. 油漆顏色變更。
8. 大門方向左右開方向更改。
9. 大門（玄關門）離地提高 5cm。
10. 臥室門開的方向改變。

#### 2.4.7 客戶常見修繕的內容：

地磚：排水頭不平，太高，縫太大。

浴室洩水坡度太小或是某位置會積水。

廚房：水龍頭出水量太小。

浴室：浴缸刮傷、蓮蓬頭漏水、洗面盆排水處收頭不良、洗面盆磁腳未固定、出水量太小、馬桶漏水、馬桶位置太靠近側牆或是洗面盆、除霧鏡缺角、衛生紙盒位置不恰當等。

#### 2.4.8 申請使用執照時水電公司需提供的內容：

筏基至各樓層的排水平面圖。

污排系統昇位圖及圖例說明。

管建施工詳圖或大樣圖。

合管部份照片（SP、WP 管）。

住宅廁所、浴室、廚房之 SP、WP 管照片。

店舖廁所、浴室、廚房之 SP、WP 管照片。

#### 2.4.9 歸納結果

從訪談的資料整理得知，從建築物生命週期的規劃設計、施工營造和使用維護這三部份來看，本研究發現：

1. 規劃設計：建築師、電機技師、結構技師、工程單位和業主間，需建立互動的機制，並就對設計部份充分套圖加以討

論。在排水設計上，宜在低層部（中高層建築的低層部份樓層）將排水管路獨立，可降低低樓層排水問題。（相關內容圖面請參考附件四）

2. 施工營造：施工單位依據電機技師的圖說，加以繪製施工圖，一併檢討穿樑套管的位置，減少事後打鑿，破壞結構設計。因應施工排放所安置的臨時排水管路，宜加以規範設計，在施工時減少使用正式排水管，或是確實清理管內沉積物。完工驗收時建議增加檢視排水管路的內部清理，並拍照以利日後釐清排水問題的依據。
3. 使用維護：為避免二次施工影響原設計的強度和設備的性能，業主與買主的事前溝通和事後追蹤工作宜加強。使用者對排水設備的使用，宜加強宣導，以利正確使用，兼顧設備性能的維護和使用的安全。

## 第三章 排水通氣設備系統性能實驗規劃

### 第一節 相關理論探討

#### 3.1.1 理論發展

國內建築領域有關排水系統之研究則顯得相當稀少，既有文獻中也以偏向現況調查與定性檢討方面之研究較多，實驗性與基礎理論之研究幾乎闕如，經濟部工業技術研究院及國內部分較具規模之衛生器具廠商，也有針對衛生器具測試之試驗裝置，但是研究發表甚少。國內建築設備教科書或相關專業書籍之排水系統設計方法與規範大多沿用美國或日本方面之規範，雖然大致上也符合性能之需求，但是缺乏整體性之發展與本土問題之解決適用對策。

關於在美國建築物排水、通氣系統的設計理論，在國家給排水規範 NPC (National Plumbing Code) 中有詳細之解說與記載，目前仍是世界各國重要之參考基準與規範。美國最早之排水設計理論與方法大約是根據 1928 年的胡佛規範 (Hoover Code)，於 1940 年全面加以修訂，並參考當時 Hunter<sup>[B-1]</sup> 與 Wylie 之部分研究成果，頒佈於 1955 年且大抵沿用至今。早期排水、通氣系統的設計方法之架構，首先是針對排水管各部位之容許上限流量，根據理論計算模式之模擬與實驗參數之設定，進行預測檢討與設計決定。在此設計方法體系中，美國係以「排水器具單位 (Fixture Unit)」作為排水流量模擬預測與排水管徑決定之依據。排水器具單位係以標準洗臉盆的最大排水流量每分鐘 28.5 公升作為 1 單位，用於換算其他設備器具之最大流量之基準單位，設計時根據各設備之器具單位合計值，作為計算排水管各部位之排水負荷流量之依據，其次則必須決定排水管各部位之容許流量，以作為決定管徑大小之依據。排水管容許流量確認的部位包括水平橫管、垂直立管、通氣管等。水平橫管與垂直立管之計算理論與解析，最早係由 Dawson-Kalinske(1939) 引用水理學上曼寧 (Manning) 的公式所推導之模式，之後垂直立管之計算理論經 Wylie-Eaton(1952)<sup>[B-2] [B-3]</sup> 之檢討與解析，推導出重要之立管終端流速理論，並成為日後排水立管理論解析之重要參考。上述之設計方法在實用上有其方便性而被廣泛應用，但是

比較缺乏對於排水管內之流體特性及管內空氣壓力變動之考慮。日本給排水設計規範 HASS-206 早期基本上也是採用美國 NPC 之排水器具單位法，1976 年以後針對排水管內之流體特性及管內空氣壓力變動之考慮，而提出定常流量法修訂其國內之排水設計規範。日本給排水設計規範 HASS-206 的定常流量法之計算與排水器具單位法，主要之不同在於器具排水特性及同時使用率方面之修正，容許流量方面之規定則大致類似。

在建築物內之重力式排水系統，排水管特別是垂直立管內之排水流動是極為複雜之混相流體現象，包含了空氣、水及固體污物，同時也由於是重力所支配之現象，採用縮尺模型來進行研究非常困難，過去之研究文獻主要在實體模型實驗成果上發表較多。根據早期美國 NPC (National Plumbing Code) 採用之 Wyly-Eaton 所推導之理論公式，其後之研究文獻大多沿用此理論基礎，並導向利用實體模型進行實驗來驗證理論之研究方向。排水系統實驗性之研究及技術發展，在排水立管排水流下速度的測定方面，根據 Wyly(1961) 提出的立管內環狀流理論，日本的後藤 (1972)，美國的 B.J.Pink(1973) 等學者均曾經以實驗方法或理論推導嘗試求出排水立管排水流下速度，但是並無明確定論。之後，日本的塚越等(1981)<sup>[B-5] [B-6]</sup> 以鹽水投入並利用設置於立管兩點間之微小電極感知器測定排水流速，板上等(1994)利用立管內充水率之測定，來推算排水流速等等之嘗試與實驗，這其間還有其他試圖解明關於排水終極流速之論述被發表，但是至今也仍無明確定論。

通氣流量之測定方面，Pink(1973)<sup>[B-4]</sup>、Schlag(1974) 等學者以熱線風速計，量測排水通氣管內之空氣流速，日本方面之實體模型實驗基本上也是沿用此測試方法，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、鎌田、倉淵等<sup>[B-12] [B-13] [B-14]</sup> 根據實驗修正公式，預測管內平均壓力分佈與通氣流量。排水垂直立管內空氣壓力變動之測定方面，根據 Pink、Schlag 之理論及實驗解析，1988 年齋藤、大塚等<sup>[B-7] [B-8]</sup> 建立 30 公尺左右之實體模型，量測出立管管內壓力分佈實測圖形，並進行相關之解析與探討，1990 年於日本住宅都市公園實驗場建造 100 公尺排水實驗塔，測試解析超高層建築排水立管之壓力分佈，1996 年鄭、鎌田、倉淵等根據實驗解析結果，提出立管內空氣壓力分佈預測模式。同一時期，英國方面之學者 J.A.Swaffield 等<sup>[B-10] [B-15]</sup> 也發表



了相關立管內壓力預測理論模式與實驗解析結果。排水橫管之型態對於立管之排水性能有相當大之影響，不良之設計會造成立管內不正常之逆壓，間接引起建築物低層部器具存水彎產生跳水與破封現象，造成居室環境嚴重之衛生問題。另外，排水橫管之搬送污物能力問題，也是排水系統中重要之課題，而同時被檢討。關於水平橫管性能之主要研究文獻，有鎌田（1986）<sup>[B-9]</sup>之最小必要流速之探討，與 L.Galwin 等<sup>[B-11]</sup>於 1990 年後陸續發表於 CIB-W62 之論文。

### 3.1.2 排水性能與容許流量

#### 一、垂直立管管內空氣壓力預測

關於排水垂直立管系統，針對一般 DT 接頭之伸頂通氣立管系統內空氣壓力的分佈數值預測模式，根據類似送風機理論，大致上依管內流體現象特性分為四個分區，A 區(A Zone)代表伸頂通氣管排水樓層以上的部位，B 區(B Zone)代表排水樓層以下因水平支管匯入立管排水造成部分管徑閉塞，而誘引產生最大管內空氣負壓的部位，C 區(C zone)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，D 區(D Zone)則代表接近低樓層位置，因立管排水匯入橫主管造成水跳現象(Hydraulic Jump)而產生立管內空氣正壓的部位。預測模式各分區部位示意如圖 3.1 所示，立管內空氣壓力預測模式以管內空氣流量 ( $Q_a$ ) 作為主要計算參數，分別建立各分區之壓力預測公式，並依立管內壓力分佈曲線閉合原理，以電腦回路計算求出通氣流量 ( $Q_a$ )，再分別算出整體立管內空氣壓力分佈數值。排水立管內各分區壓力計算公式，分別說明如下：

$$\text{A 區 (A Zone): } P_A = \xi_A \times \left(\frac{\gamma}{2g}\right) \times V_a^2 \quad (1)$$

$$\text{B 區 (B Zone): } P_B = C \times L^{0.7} \quad (2)$$

$$\text{C 區 (C zone): } CB = \frac{\Delta P}{\Delta H} = \alpha^2 (\beta - Q_a)^2 \quad (3)$$

$$\text{D 區 (D Zone): } P_D = \xi_D \times \left(\frac{\gamma}{2g}\right) \times V_a^2 \quad (4)$$

上述公式之計算參數符號，請參閱文後之參數符號表 3.1。A、D 兩區之壓力預測公式理論基本上相同，只要確認系統之該部位摩擦抵抗係數定數，帶入公式即可求得。B 區由於流體現象較為複雜，該部位摩擦抵抗係數根據實驗數值顯示，會隨著空氣流量及排水負荷流量變數而改變，因此必須利用其他參數 (C、L) 值來計算。針對一般 DT 接頭之伸頂通氣立管系統內空氣壓力的分佈數值預測，大抵根據上述模式可以預測求得。

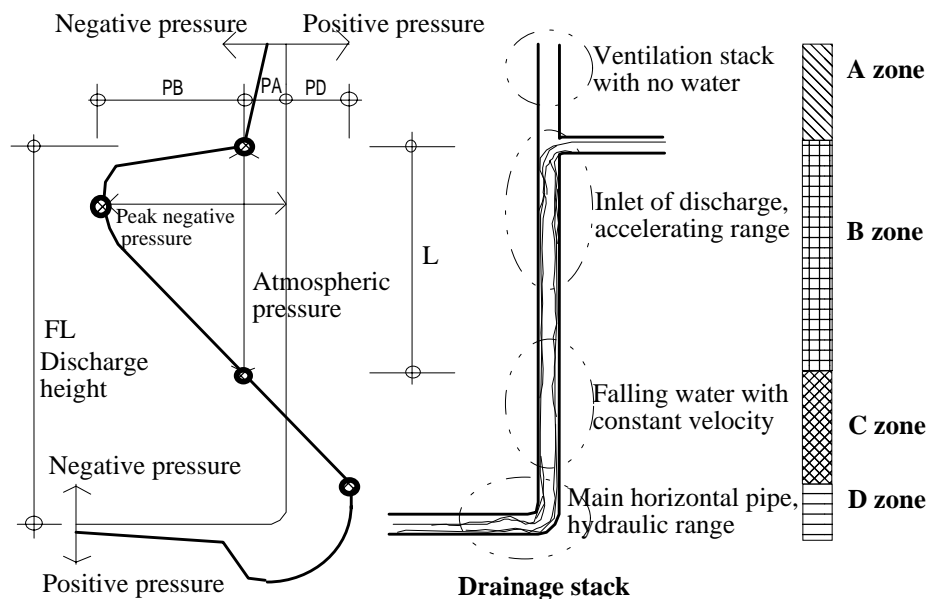


圖 3.1 垂直立管管內壓力預測模式分區概念圖

## 二、 排水管內容許流量

根據美國 NPC 規範 (National Plumbing Code) , 以及之後沿用於日本方面之後續研究理論及相關規範 , 為了確保建築物排水管内排水的順暢 , 必須確認下列部位之容許流量負荷。

### (1) 橫管的容許流量

橫管容許流量的理論基礎是根據 Dawson-Kalinske(1939) 的研究 , 在自然重力排送及必須半滿流以下的情況 , 採用粗度係數 ( ) 為 0.012 的曼寧公式所推導之公式 , 如公式 (5) 所示。

$$Q_{wch} = \left( \frac{250 \cdot \pi}{4^{2/3} \cdot \gamma} \right) \times D^{8/3} \times \delta^{1/2} (l/s) \dots\dots\dots (5)$$

$Q_{wch}$  : 橫管容許流量 (l/s)  
D : 管徑 (m)  
: 洩水坡度  
: 粗度係數

### (2) 橫支管匯流入立管之容許流量

橫支管匯流入立管之容許流量理論係根據 Hunter 的研究 , 其提案計算公式如公式 (6) 所示。

$$Q_{wch} = K \times D^2 (l/s) \dots\dots\dots (6)$$

$Q_{wch}$  : 單隻橫管匯流容許流量 (l/s)  
D : 管徑 (m)  
K : 2200 (45° TY 接頭) \ 1100 (ST 接頭)

上述公式係針對單一處所之排水提出限制 , 且根據不同之排水接頭有不同參數之計算 , 在實用上有其執行之困難點與問題存在 , 後續雖有研究者提出不同計算方法 , 但有些過於複雜的計算並未得到實際的規範採用 , 日本方面則在 JIS 規格中有部分修正補充而沿用至今 , 而此課題值得後續研究繼續探討研究。

### (3) 垂直立管的容許流量

根據早期 NBC 文獻 Hunter(1929) 的研究 , 排水立管之容許流量必須避免使排水立管產生噪音、震動以及使管内空氣壓力變動低於 ± 25(mmAq) 的範圍 , 以排水立管内之排水為環狀流體現象為依據 , 當時規定垂直立管内排水占立管斷面積之充水率約在 1/3~1/4 之間。關於

充水率之規定明確化計算方法，則由 Dawson-Kalinske 在管內環狀流體模式下，所提案之立管終極流速(Terminal Velocity)推導計算。之後美國研究學者 Wily-Eaton(1952)根據 Dawson-Kalinske 的理論及當時所提案之計算公式再檢討修正，建立新的計算公式如公式(7)所示。

$$V_{wt} = 0.635 \times (Q_w / D)^{2/5} \text{ (m/s)} \dots\dots\dots (7)$$

$V_{wt}$  : 立管終極流速(Terminal Velocity) (m/s)

$Q_w$  : 排水負荷流量(l/s)

D : 管徑 (m)

根據提案之立管終極流速(Terminal Velocity)推導垂直立管容許流量，計算公式如公式(8)所示。

$$Q_{wcs} = 5026 \times D^{8/3} \text{ (l/s)} \dots\dots\dots (8)$$

$Q_{wcs}$  : 垂直立管容許流量(l/s)

D : 管徑 (m)

## 第二節 建築排水通氣設備性能試驗裝置

### 3.2.1 排水性能實驗塔的建置

實際上，在建築物內之重力式排水系統中的排水配管，特別是垂直立管內之排水流動是極為複雜之混相流體現象，包含了空氣、水及固體污物，同時也由於是重力所支配之現象，採用縮尺模型來進行研究非常困難，過去之研究文獻大多也是實體模型之實驗成果較多。此部分的研究工作重點將針對垂直立管壓力分佈之計算理論，進行實體模型排水試驗驗證。根據國外之相關研究經驗，排水系統之實體模型試驗往往在實驗裝置上耗費龐大，本研究之排水實驗設施目前建立於於本校(台灣科大)校區綜合研究大樓，利用既有九層樓高建築物樓梯間之結構體，搭建小型簡易之排水實驗塔與試驗裝置，充分運用有限之經費預算達成理論驗證與性能試驗研究之目標。同時，未來透過實驗經驗的累積與基礎測試資料的解析與建立，也將檢討國內本土排水系統性能試驗方法之可

行性，作為國內未來給排水實驗研究之參考。關於排水實驗塔及實驗裝置之建置，目前已完成及進行之狀況，請參考下列現場裝置照片（如圖 3.2）。

目前與實驗平台共構之既有建築物之總高度約 40 公尺，以模擬一般中高層集合住宅樓層高度 3 公尺計，本實驗塔可以建置 13 層實驗平台，以針對國內一般 12 層高度之集合住宅進行模擬實驗而言，本研究所選定場地相當合適。



圖 3.2 台灣科大排水實驗塔建置現況照片

排水實驗塔採鋼構造並與既有建築物共構型式設計建置，實驗平台標準層為長 3.2 公尺、寬 2.5 公尺之平面，並與既有建築物之間留設約 0.7 公尺寬之配管空間，作為配置給水、排水立管及設定儀器線路使用（如圖 3.3，圖 3.4）；為達到模擬一般集合住宅之目的，本實驗塔之樓層高度以每層 3 公尺設計，目前建置 13 層之實驗平台，可以針對國內一般 12 層高度之集合住宅進行模擬實驗，立面圖如圖 3.5、圖 3.6。

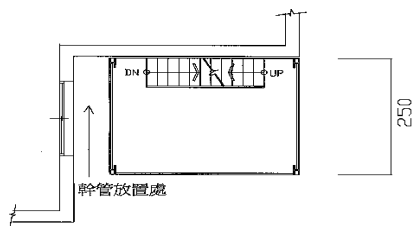


圖 3.3 實驗平台標準層平面圖

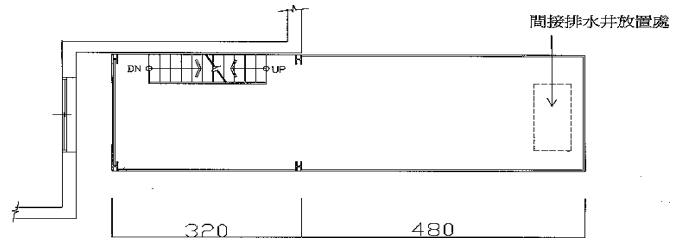


圖 3.4 實驗平台第二層平面圖

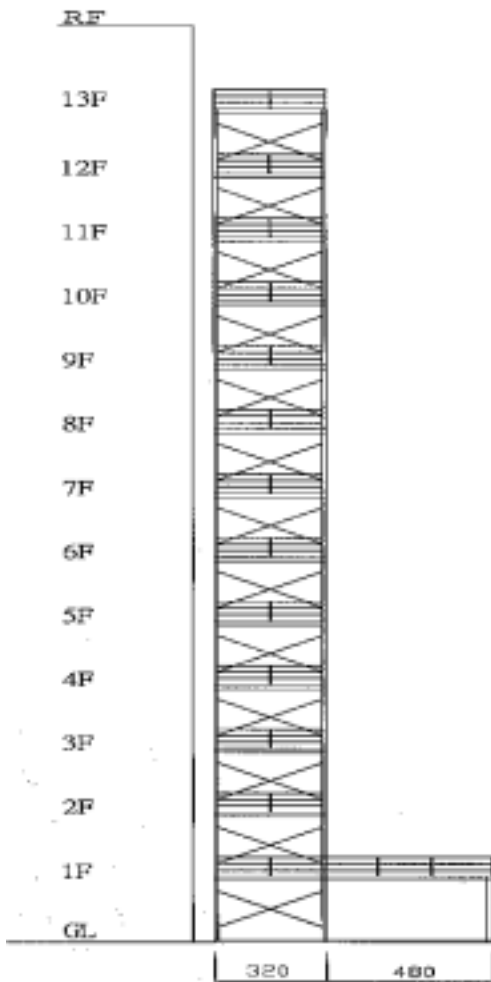


圖 3.5 實驗塔長向立面圖

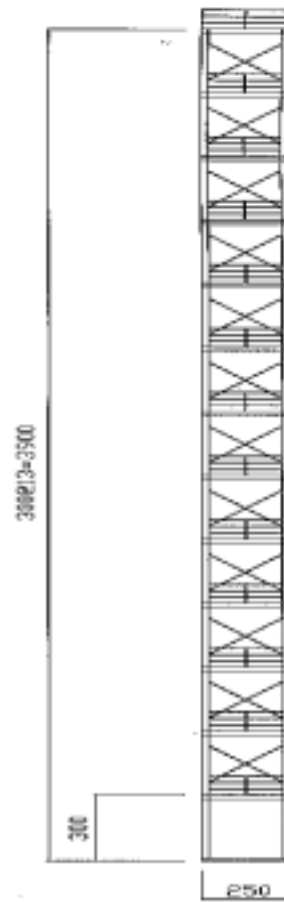


圖 3.6 實驗塔短向立面圖

### 3.2.2 實驗裝置概要

本研究所計畫使用之實驗設備所有裝置大致上可分為兩類，其一是作為觀測實驗對象之設備及系統模型，包括實驗塔及測試平台、實驗用受水槽及水塔、給水配管系統設施、揚水馬達以及實驗用衛生設備器具等（如圖 3.7~圖 3.13），實驗模型的建構方面，係由相關廠商協助提供衛生設備器具以供實驗及教學展示之用。

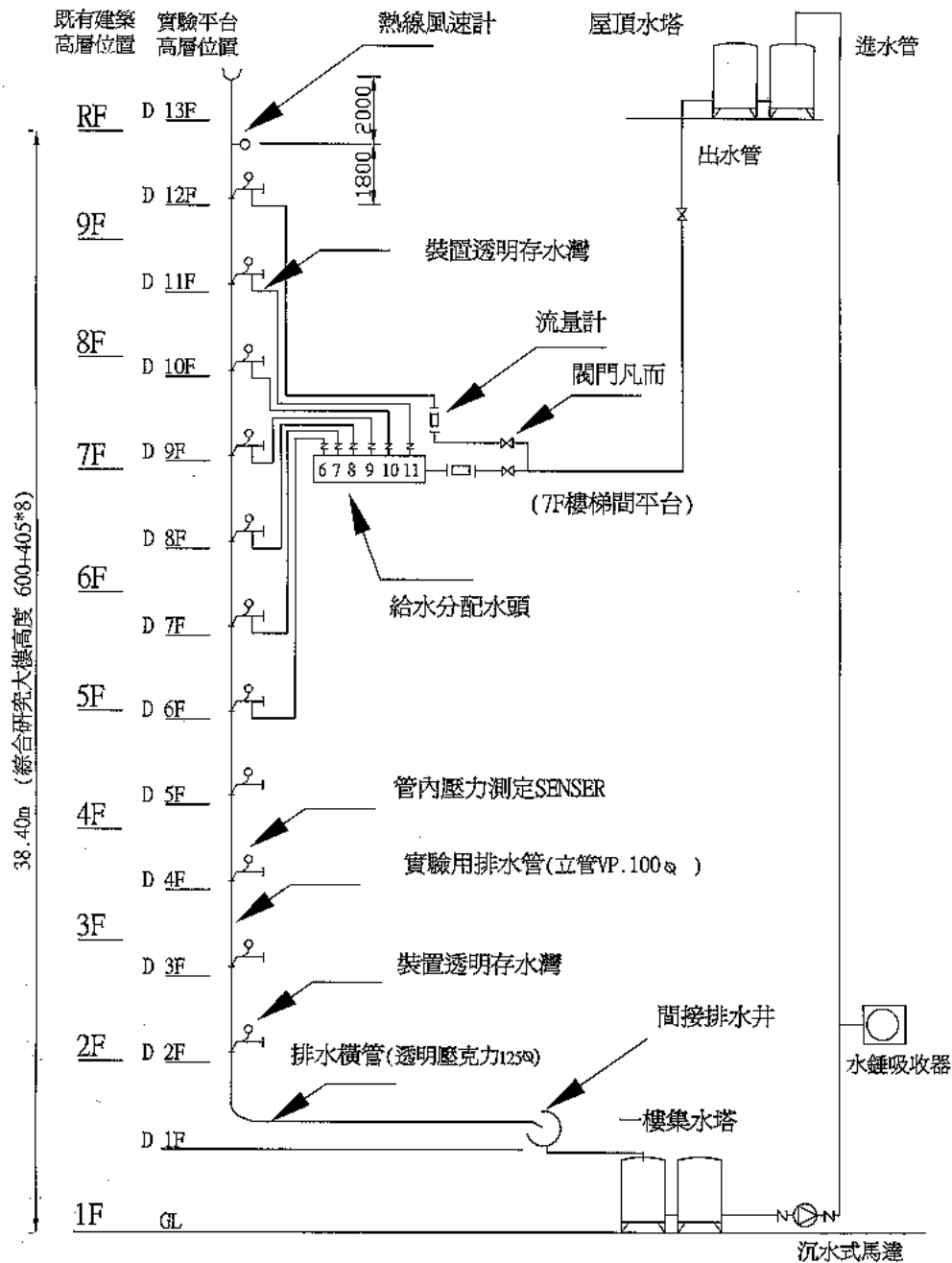


圖 3.7 排水實驗塔之給水及排水系統構成圖



間接排水井和集水塔



壓克力材質排水橫主管



橫主管和間接排水井



揚水馬達



實驗用衛生設備



各層的實驗平台



屋頂水塔



位於間接集水井下的集水塔

圖 3.8 排水實驗塔之給水及排水系統各部現況照片

另一部份則是量測記錄之儀器設備系統，包括水量計、壓力變換感知器、熱線風速計、水位變動感知器、資料轉換記錄器等量測儀器，以及自動控制、電腦數值計算工具。而量測記錄之儀器設備系統方面，由於國內目前尚未有合適之相關儀器廠商，能夠提供完整之測試系統，且本研究之量測系統大多必須根據實驗需求訂作組立，為了取得正確之量測資料，本研究透過國外採購程序由日本購入合適之精確量測儀器，希望同時也導入並建立國內此方面之量測技術。

實驗採用之重要排水實驗測定儀器裝置，主要為：



1. 流量計(測定流量範圍：0.5~5.0 l/s)
2. 擴散型半導體壓力變換感知器 (測定範圍：-1000~1000 (mAq)，定格輸出：15(mV)以上)
3. 熱線風速計 (測定範圍：0~50 (m/s)，應答時間：0.1(sec))
4. 資料接收器及記憶體 (測定範圍：0~200 ( $\mu\text{m}$ )，精確度：測定範圍的 $\pm 2\%$ ，應答時間：0.5~1.0(sec))
5. 圖形記錄器 (同時繪測筆數：10筆)
6. 水位變動感知增幅器及容量式波高計 (測定範圍：0~20 (mm)，定格輸出：1 (V)以上， $\pm 20(\text{mA})$ )
7. 資料轉換記錄器等量測儀器。實驗測試系統及相關裝置儀器設備、紀錄用電腦。



熱線風速計



圖形紀錄器

如圖 3.9 實驗儀器照片



通氣管的整流帽頭



熱線風速計安裝位置



壓力變換感知器位置



給水配管流量控制台



壓力變換感知器



給水流量計



訊號增幅器



低頻濾波器



資料接收器

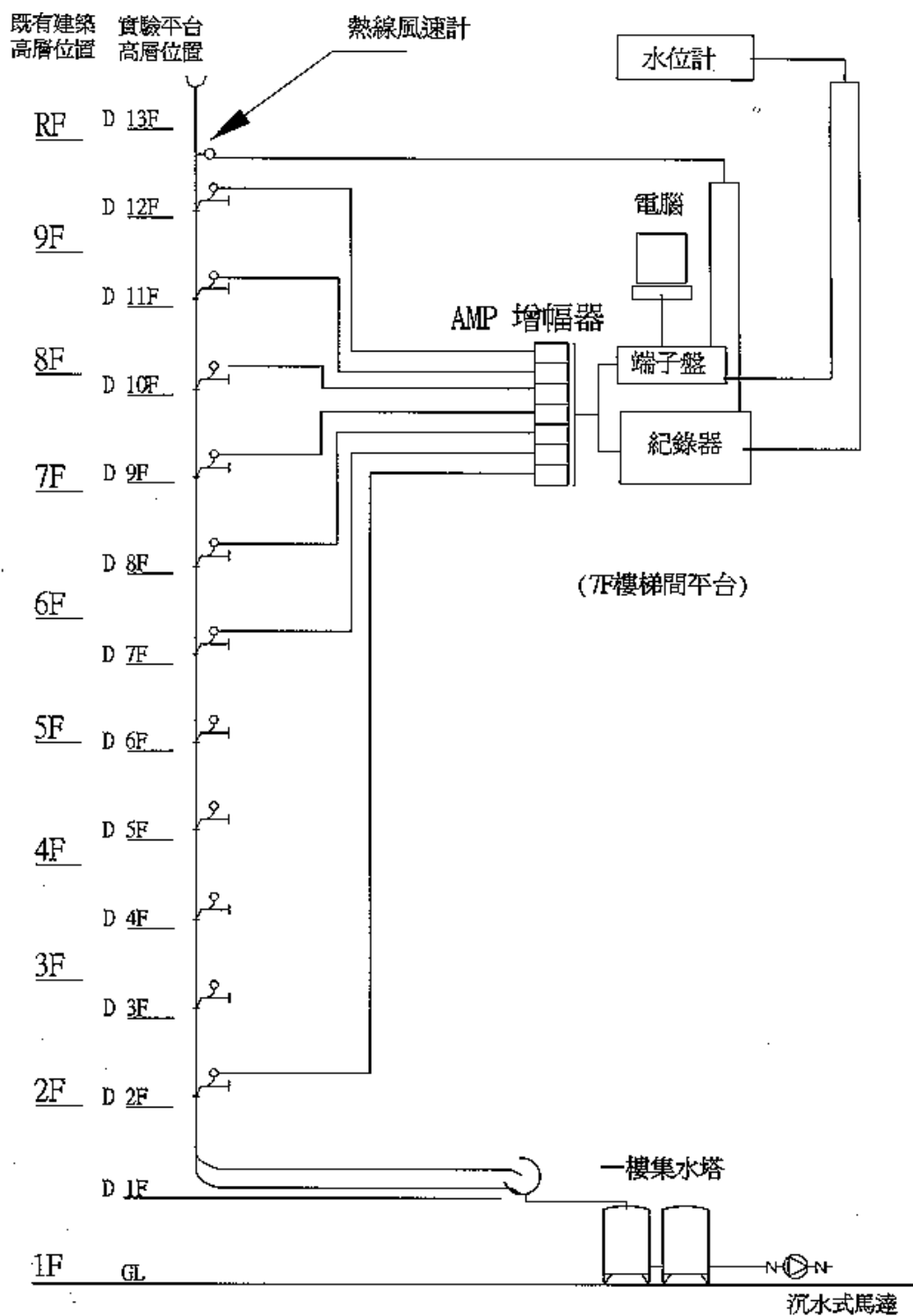


圖 3.10 排水實驗塔之測定儀器系統配置圖

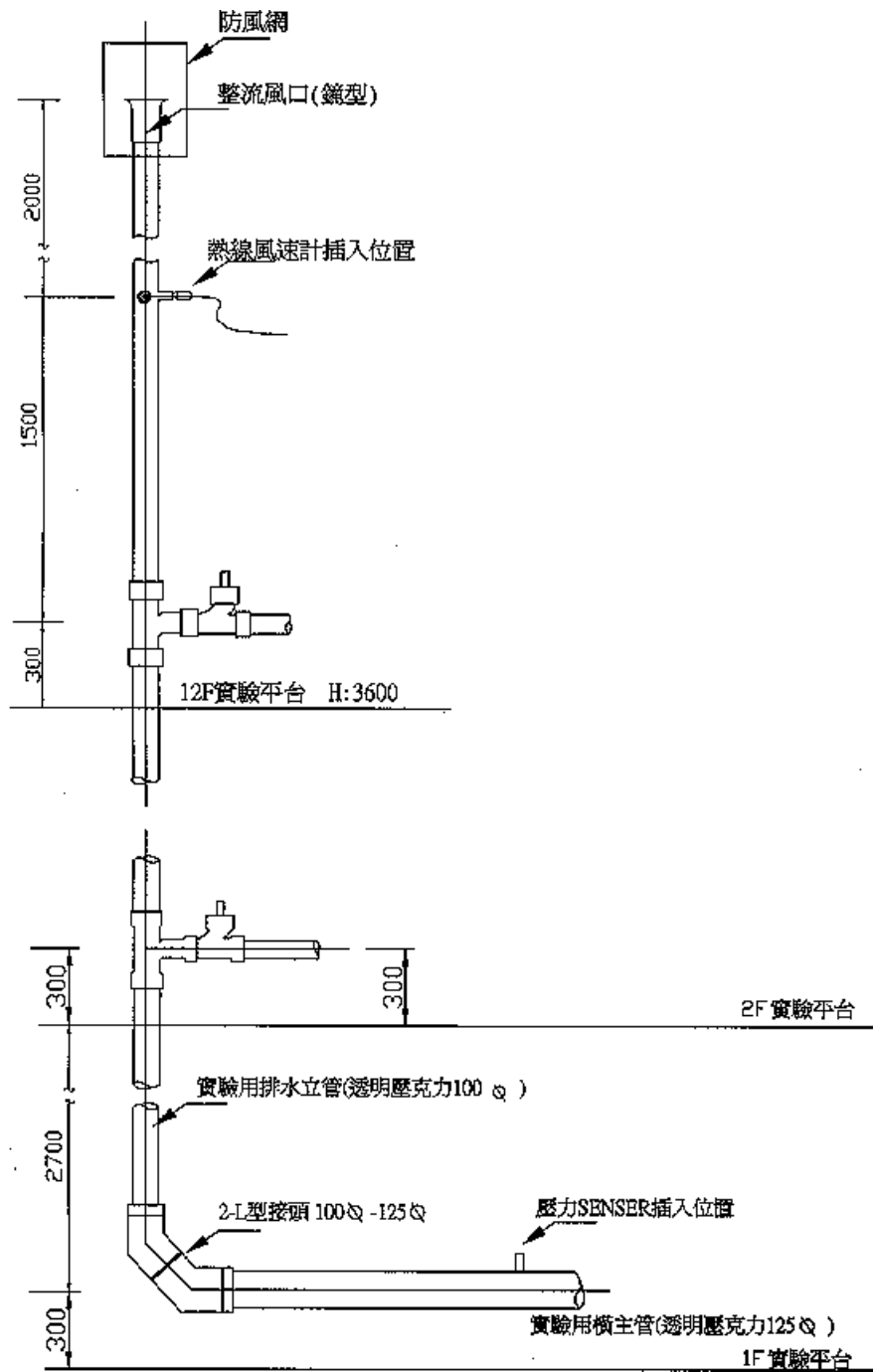


圖 3.11 排水立管伸頂通氣管及 1 樓實驗平台立管與排水橫主管構造圖

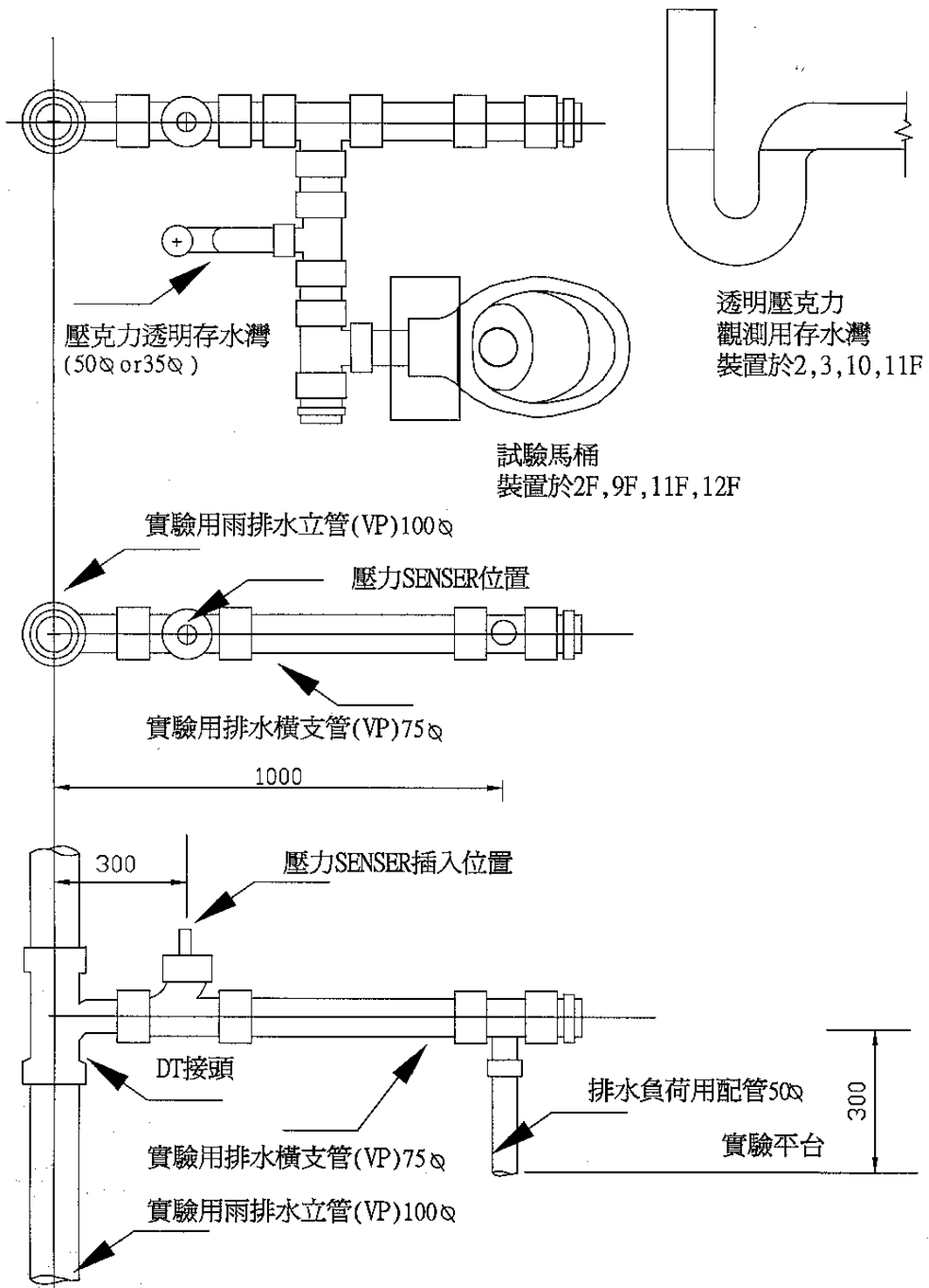


圖 3.12 排水接頭及立管與橫支管之構造圖.

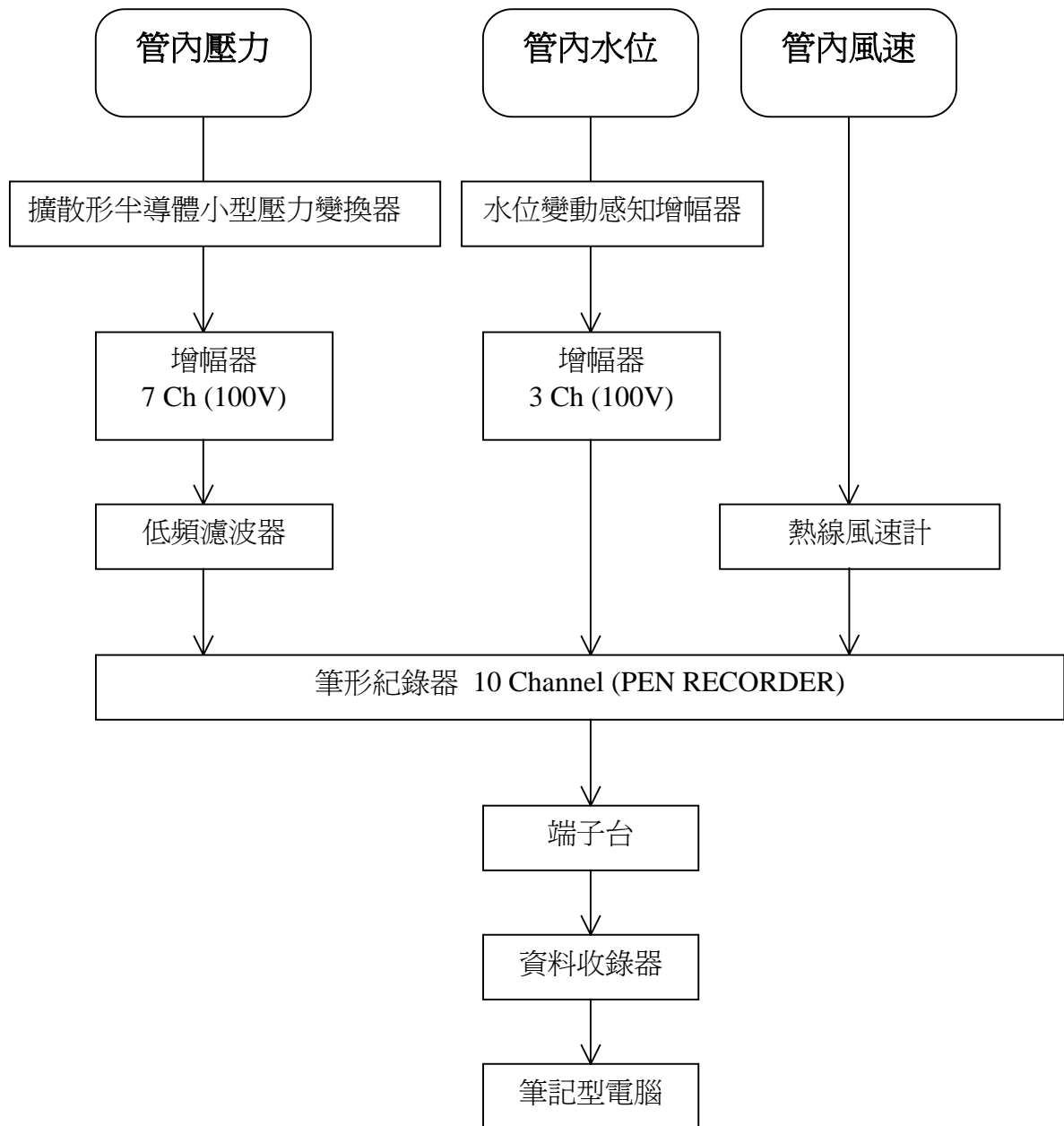


圖 3.13 排水實驗測定儀器系統構成圖

### 第三節 建築排水通氣設備性能試驗

依據相關研究文獻顯示，由於排水管內的壓力變化極微小，介於 -500(mmAq) 至 50(mmAq) 之間的緣故，排水管內部的氣密性對於實驗測定結果將有極大影響。因此，在相關測試之前，必須先針對排水管的氣密性進行測定，實際測定步驟如下：

- (1)排水系統開放部位(身頂通氣管頂部及排水橫主管之末端)密閉。
  - (2)排水系統各樓層之控制閥關閉。
  - (3)利用空氣壓縮機將管內空氣壓力加壓至 100(mmAq)。
  - (4)加壓停止後，開始記錄排水管內壓力下降至 10(mmAq) (約等於大氣壓力) 所維持的時間。
  - (5)根據既有研究的經驗，管內壓力下降時間必須在 15 分鐘以上。
- 氣密試驗的結果如圖 3.14 所示。

根據既往研究文獻之量測資料顯示，排水管內量測儀器性能之氣壓變動可測值必須在 -1000~+1000mmAq 之間，範圍相當大，但是 100mmAq 以下之壓力範圍必須有相當高之精確量測數值資料，才能正確解析管內壓力分佈現象，同時配管系統接頭是否保持氣密也將影響正確量測之結果。

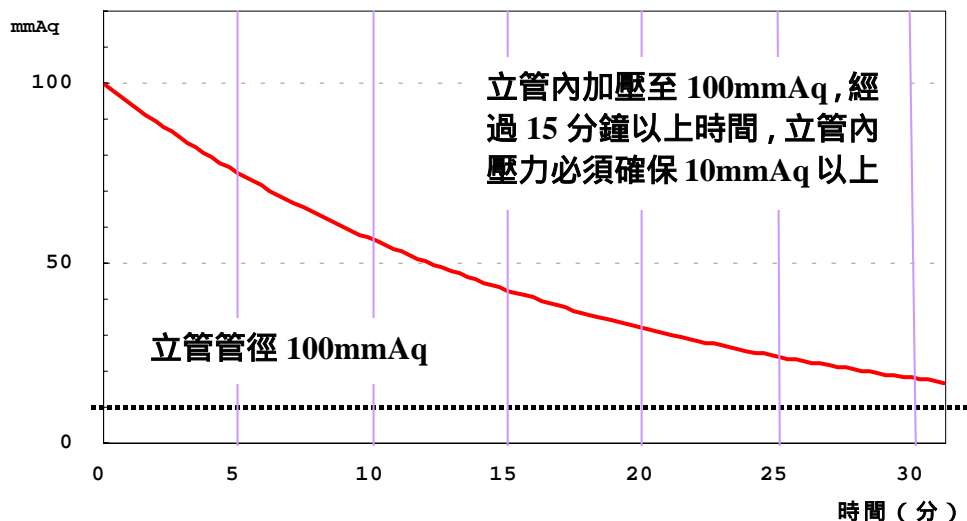


圖 3.14 立管氣密試驗結果

測定的過程照片如下圖 3.15



2F 平台的直橫管接頭處拆解密封



各接頭處確認密封和修正



利用空氣壓縮機將管內空氣壓力加壓



置於 12F 的壓力指示器



空壓機加壓停止後，管內壓力逐漸下降



7F 操作平台的儀器紀錄情形

圖 3.15 進行器密性實驗的過程照片

關於排水立管初步的排水試驗，本部份介紹係分別以實驗塔第 12 層與第 10 層為單一負荷層，進行排水負荷的觀察和紀錄。

排水負荷以每秒 2 公升之排水量，測定取樣時間以穩定時段之區間內（取 20 秒 Sampling Time），因為實驗測定感知器（擴散形半導體小型壓力變換器）不足，無法針對實驗塔的每一樓層進行壓力變動原始資料之收集作業，目前僅能呈現 7 個樓層的排水立管壓力變動資料，所得壓力變動情形如圖 3.17、圖 3.18 所示。

初步分析作業中，將前述各樓層測定之壓力變動原始資料採移動平均方式（每 10 筆資料移動平均，取樣平均時間為 0.1 秒）處理，以修正減緩瞬間壓力變動的感應極大極小誤差，得分別以圖 3.17a 與圖 3.17b 及圖 3.18a 與圖 3.18a 對照比較之。

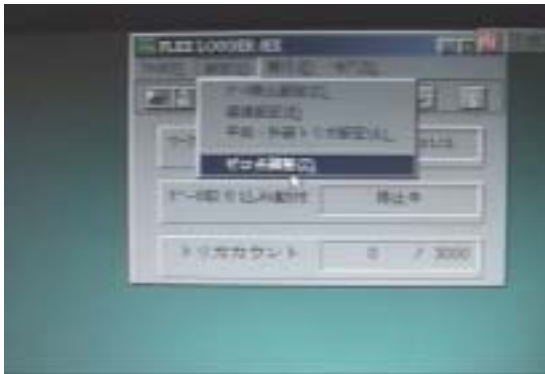
在分別以實驗塔 10F 及 12F 為負荷層的排水立管內壓力變動情形比較顯示，負荷層的以上樓層部分，管內壓力變動小且較為穩定，直下方各層的壓力變動隨樓層高度差距增加而負壓明顯加劇，但在 2F（排水橫主管的直上一層）位置，則來自不同樓層的排水負荷所產生正壓同樣在 15 至 25（mmAq）之間，差距不大。惟詳細的排水負荷情形仍須積極進行排水試驗之實際操作，並配合相關理論之解析，始得進一步確認本實驗塔之基本性能資料，以作為將來實驗數據的對照比較之用。

以下為進行排水試驗的儀器操作流程：

1. 儀器在每霧操作前要先進行校正和歸靈的動作，以確保準確性。
2. 安裝熱線風速計於 13F 的通氣管內。
3. 啟動操作計測的軟體。
4. 依據實驗要求的排水負荷和時間，在 7F 梯間的操作平台上，進行給水流量的操控。
5. 紀錄時間內管內壓力和通氣管內風速的變化。
6. 透過轉換的公式和軟體將數據轉成圖表。



進行排水試驗的儀器操作過程如下：



系統歸零校正



端子台短路以確認歸零動作



13F 安裝熱線風速計接線



插入熱線風速計於通氣管



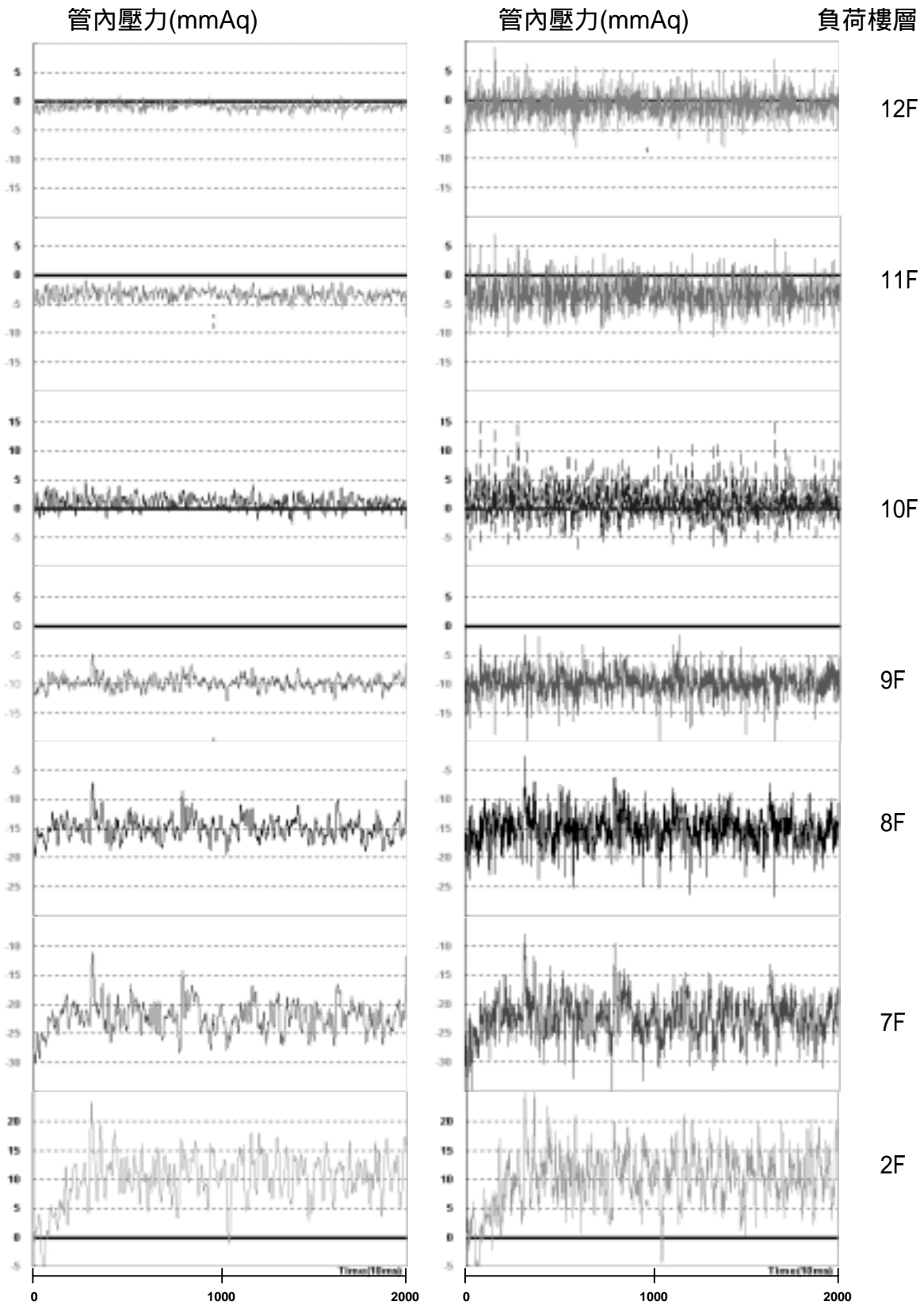
插入入熱線風速計於通氣管後



啟動計測軟體



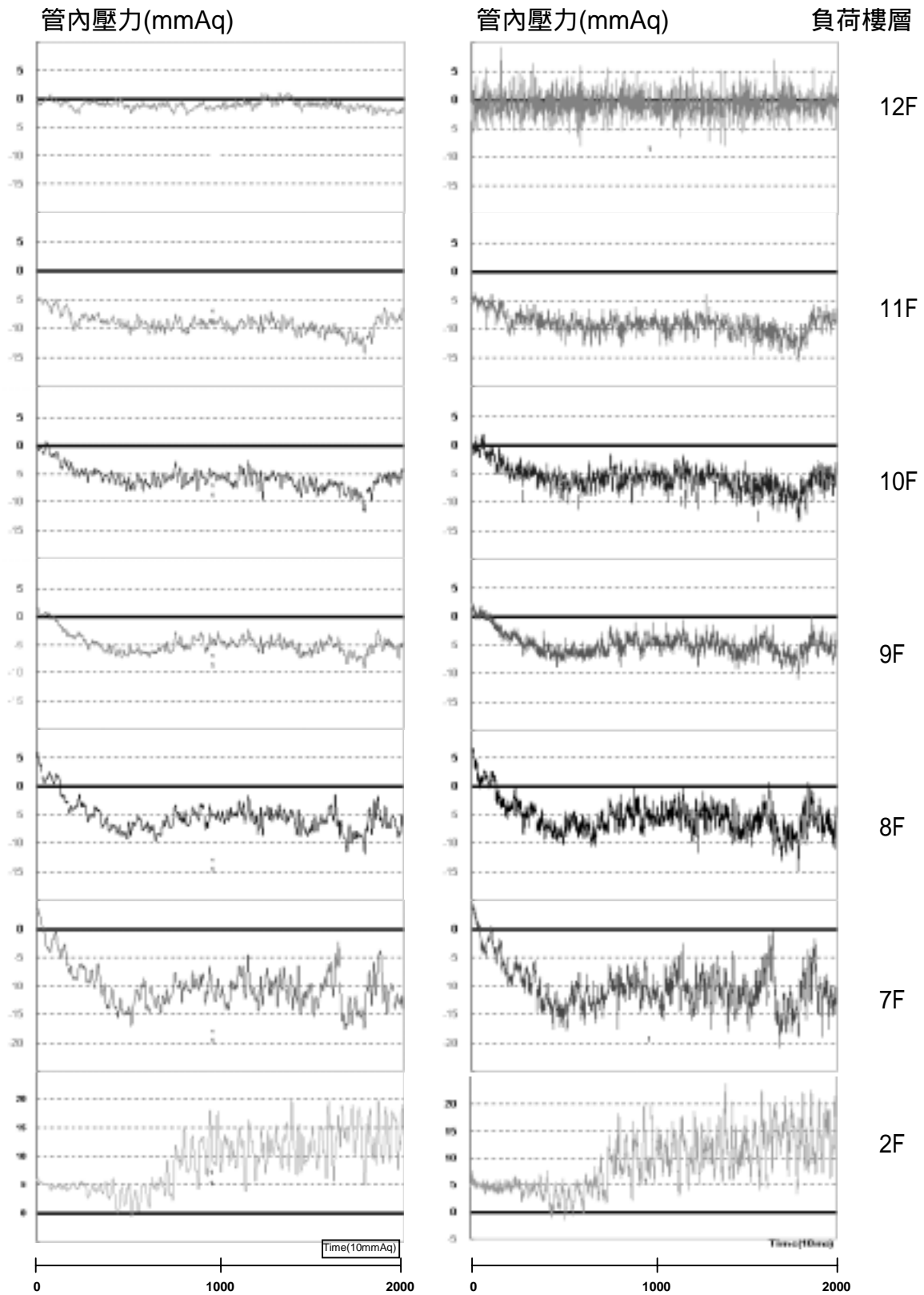
### 3.16 進行排水試驗的儀器操作過程



立管各層內部壓力變化情形  
(移動平均值)

b. 立管各層內部壓力變化情形  
(原始壓力值)

圖 3.17 排水立管內部壓力變動情形 (排水負荷層：10F，負荷流量：2l/s)



a.立管各層內部壓力變化情形  
(原始壓力值)

b.立管各層內部壓力變化情形  
(移動平均值)

圖 3.18 排水立管內部壓力變動情形 (排水負荷層：12F，負荷流量：2l/s)

排水性能試驗，選定排水試驗塔之 10F 為負荷樓層，依序進行不同流量之排水負荷 ( 1.0l/s、2.0l/s、3.0l/s、4.0l/s 等四種負荷流量 ) 試驗，試驗時間每次 40 秒 ( 取樣時間 10ms )，擷取中間 20 秒鐘之實驗數據進行資料分析，取其平均值後可得到其壓力分布圖 ( 如圖 3.19 )，初步試驗結果與既有研究文獻 ( 如圖 3.20 ) 所載排水實驗系統之性能相近。

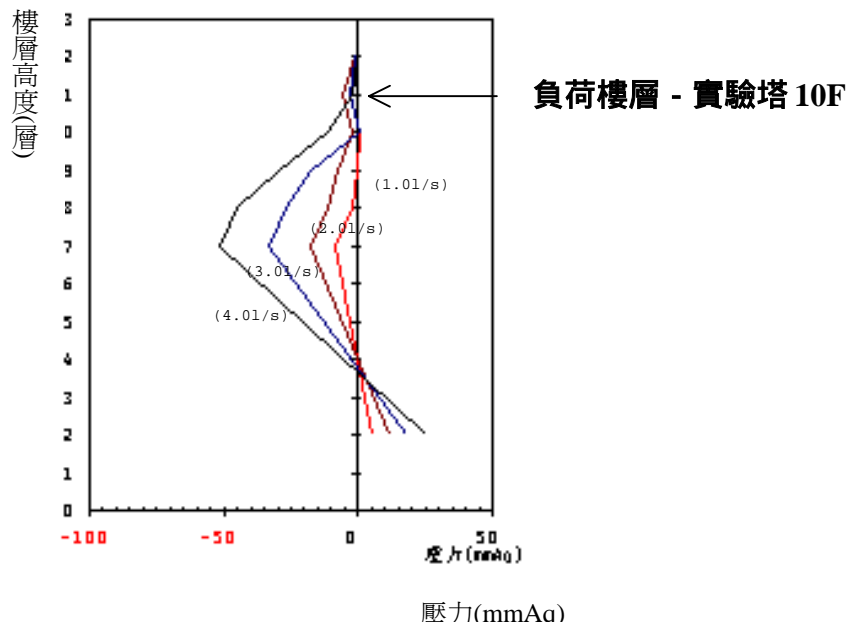


圖 3.19 負荷流量與排水管內壓力分布

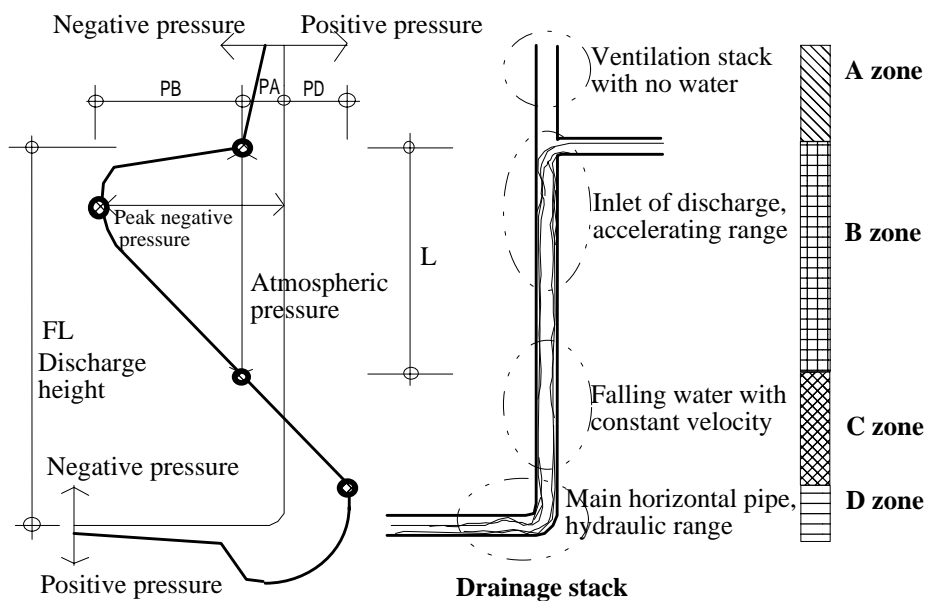


圖 3.20 垂直立管管內壓力預測模式分區概念圖

選定排水試驗塔之 9F 為負荷樓層，依序進行不同流量之排水負荷 (0.5 l/s、1.0 l/s、2.0 l/s、3.0 l/s、4.0 l/s 等五種負荷流量) 試驗，試驗時間每次 40 秒 (取樣時間 10ms)，擷取中間 25 秒鐘之實驗數據進行資料分析，取其平均值後可得到其壓力分布圖 (如圖 3.21)，初步試驗結果最大負壓位置在排水之當下層 8F，負壓為 63 (mmAq) (排水負荷為 4.0 l/s)，與既有研究文獻所載排水實驗系統之性能相近。

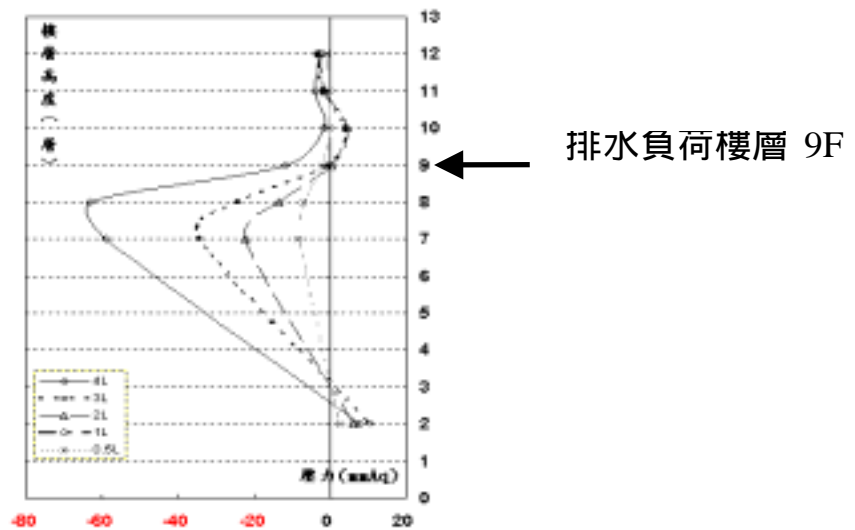


圖 3.21 9F 負荷流量與排水管內壓力分布

表 3.1 計算參數符號表

參數符號表	
計算參數符號與單位 (Table of symbols and Units)	
P : Pressure in stack (mmAq)	$\xi$ : Drag coefficient
$P_A$ : Pressure of A zone	$\xi_A$ : Drag coefficient of A zone
$P_B$ : Pressure of B zone	
$P_D$ : Pressure of D zone	$\xi_D$ : Drag coefficient of D zone
$\gamma$ : Specific weight of air	$g$ : Acceleration of gravity
$Q_a$ : Air flow rate in stack vent ( $m^3/s$ )	$A$ : Section area of air flow rate ( $m^2$ )
$\Delta H$ : Length of model element of stack (m)	$\Delta P$ : Pressure difference of in model element (mmAq)
L: Vertical length of B zone (m)	FL: Discharge height (m)
$\alpha$ 、 $\beta$ : Experimental constant of the constant pressure gradient model	
CB: The constant pressure gradient $\Delta P/\Delta H$ (mmAq/m)	

## 第四節 國外建築排水實驗之量測系統

排水實驗中所用的計測系統，主要在測試集合住宅的排水立管系統以及住宅排水設施系統的能力測試。為了驗證排水系統能力，有必要採用立管系統的試驗裝置（排水實驗塔），測試出管內氣壓、管內通氣流量、存水彎的變化情況、排水橫主管的流速等。這裡介紹在日本常被使用的量測儀器及量測系統。

### 3.4.1 日本排水性能實驗發展概要

在日本，建築物的排水系統進行排水實驗是從70年代開始。論其由來，有這樣兩個起源，一個是「空氣調和衛生工學會」為了充實給排水衛生設備規範標準HASS206，所進行的排水驗證實驗，在實驗中，他們採用了設在大學的排水實驗塔。另一個是都市基盤整備公團，為了引進蘇維托排水系統而在排水實驗塔上所進行的性能試驗。

從那之後，主要是由該公團、大學及設備製造商們繼續進行，作為集合住宅排水系統的屋頂通氣方式排水系統以及特殊管接頭排水系統的性能評估。特別是在90年代，幾乎所有的特殊管接頭排水系統的製造商們都備有排水實驗塔。而且，都市基盤整備公團還建了一座高達108m的超高層排水實驗塔，不只是進行管接頭的性能評價，而且在確立性能的預測手法（管內壓力預測手法）方面也進行了實驗的嘗試。

這些排水實驗的計測項目是管內壓力、通氣管管內風速（通氣流量）、存水彎水封的水位等。

測定管內壓力用的是壓力表、微差壓計、擴散型半導體壓力變換器，測定通氣管內的風速用的是熱線風速計，測定存水彎水封的水位採用直尺目視、容量式水位計。

最近，各家分別採用一般不受大氣變動影響的擴散型半導體壓力變換器、熱線風速計、容量式水位計、超音波水位計等。

另一方面，在2000年制訂出的給排水衛生設備規範標準HASS 218中，也就測定的方法做出了詳細的規定。

本部份將介紹HASS218中，所規定的測定方法的量測系統等內容<sup>[A-20]</sup>。

### 3.4.2 量測系統的構成

以排水系統作為量測的對象，HASS218的排水立管系統的試驗裝置由圖3.22所示。在該系統中，假定集合住宅的排水系統採用屋頂通氣方式。此系統中，標出測定的對象及其部位為(風速、管內壓力、存水彎的水封水位)。與此相對應，量測系統是把各量測儀器設置在如圖3.23所示的各部位上，接下來在另一個量測室裡將它們統一經由軟體轉換、收錄、解析(如圖3.24)。不過，在測試前有必要進行排水系統的氣密性試驗。氣密性測定和測定結果的精度有密切的相關。

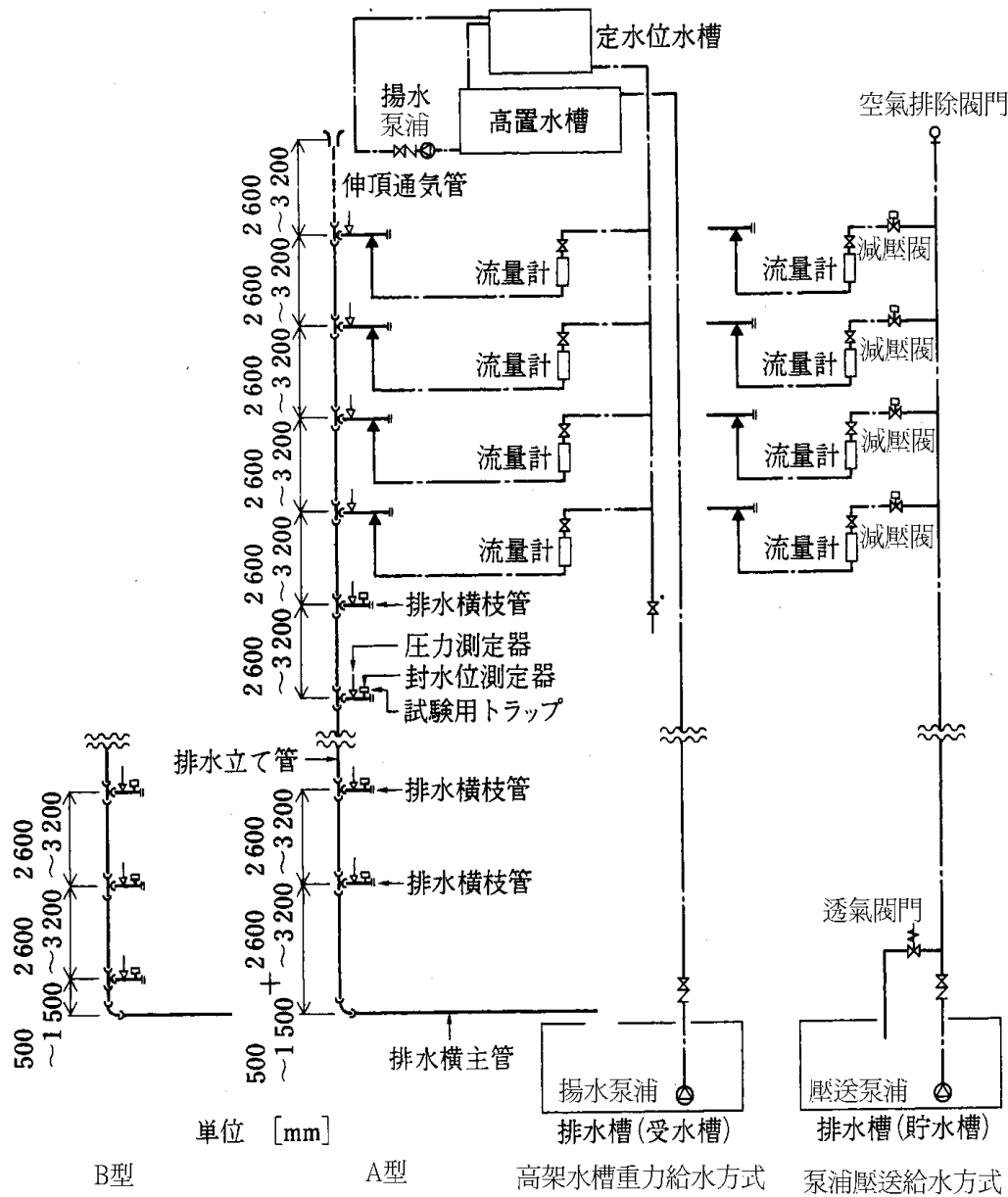


圖3.22 排水立管系統的實驗裝置的系統圖

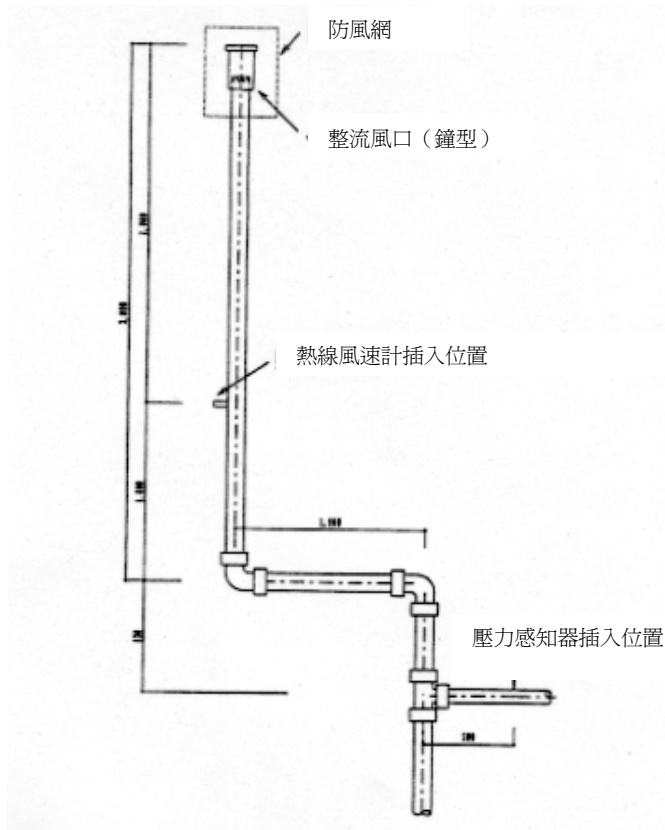


圖 3.23 伸頂通氣管部的詳細圖

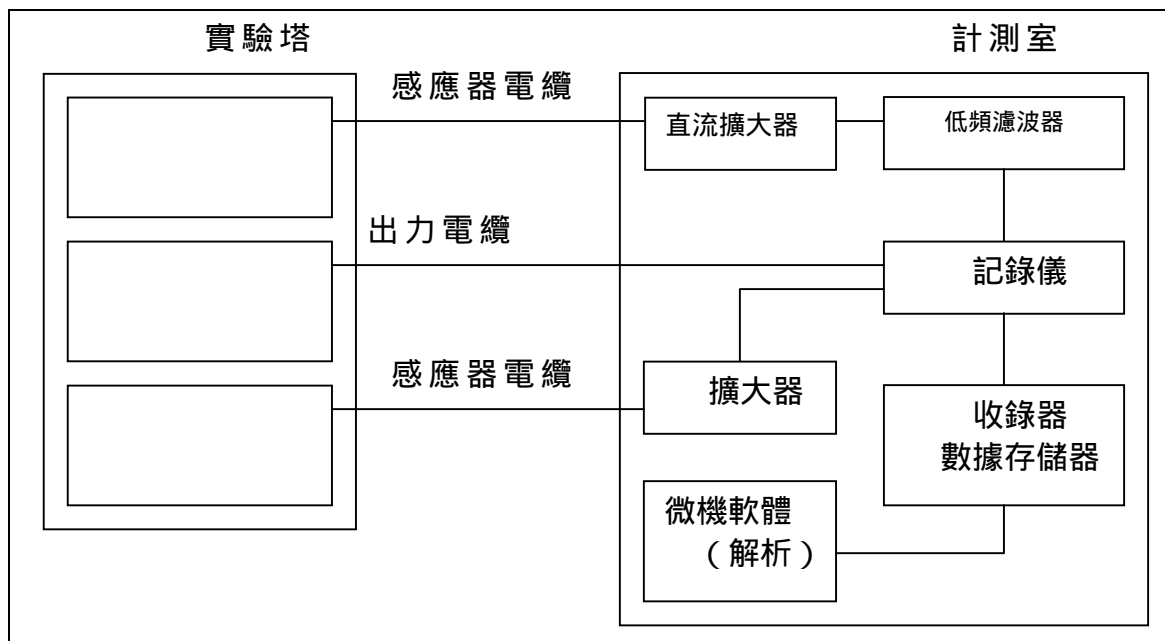


圖 3.24 量測系統構成圖



### 3.4.3 管內壓力的測定與解析

管內壓力的測定流程如圖 3.25 所示。不過，其測定部位已如(圖 3.23)所示，從排水立管的中心開始，在排水橫支管 500 毫米位置處設置壓力變換器(壓力感應器)。

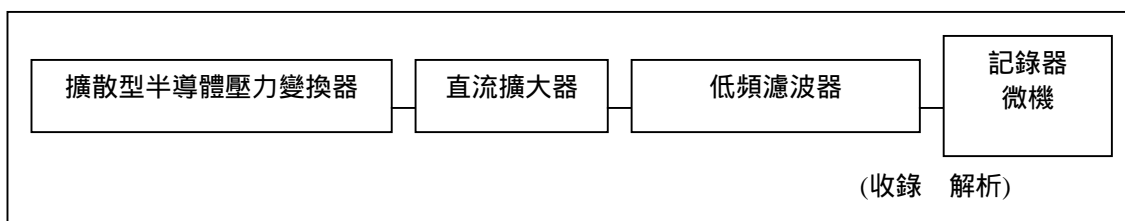


圖 3.25 管內壓力測定流程圖

#### (1) 壓力感測器與直流擴大器：

該擴散型半導體壓力變換器器，體積小，感應強，精度高且安定性能優點。其性能規範如表 3.2 所示。表 3.3 中則列出了與該感測器相對應的直流擴大器的技術規範。

表 3.2 壓力感測器的技術規範

品名 系列	額定壓力 〔KPa〕	應答性 〔KHz〕以上	精度 〔%F.S. 以內〕	安裝尺寸	生產廠家
PD104	10, 30	6	± 0.3	M6 P1 螺絲擰入式	豐田工機

表 3.3 直流擴大器的技術規範

品名 系列	最大倍率	最大出力 〔V〕	雜音電壓 〔μVp-p〕以下	非直線性 〔%〕以下	頻率特性 〔kHz〕	廠家
AA6000	2000 倍	± 10	15	± 0.01	DC 100	豐田工機
PA	2000 倍	± 10	15	± 0.01	DC 100	北斗理研

## (2) 低頻過濾器

對最大值、最小值、平均值、變動值、偏差值等進行統計處理，這一方法較適合於作為排水實驗中的管內壓力的數據處理方法。處理時，特別是在對數據進行抽樣時，需要設置低頻過濾器。

在 HASS 218 中，低頻過濾器的頻率規定為 3Hz。其理由為，存水彎封水的固有頻率基本上是與封水長的平方根成比例。其範圍是在通常器具存水彎從滿水狀態到半滿水狀態的假定下，其值約為 1~2Hz。這種封水變動，是管內壓力變動作為強制力而作用的結果，作為管內壓力變動數據的有效頻率約是固有頻率的 5 倍，即 10Hz 以上。因而，由此來看，管內壓力數據的低頻過濾器是 10Hz。另一方面，記錄方式通常是使用微機處理裝置與針式記錄儀（記錄計）。針式記錄儀的應答頻率通常跨度為 5 分之 1 的 3Hz 左右，等於和配上了一個 3Hz 的低頻過濾器時的狀態一樣。因此，將管內壓力數據的低頻過濾器強制設定為 3Hz。從以上兩種角度來看，採用 10Hz 最為理想，但由於考慮到記錄儀還得進行規整，因而採用了 3Hz。

低頻過濾器有模擬型和數位型這兩種。本系統，採用較為準確的模擬型過濾器。表 3.4 是其有關技術規範。

表 3.4 低頻過濾器的技術規格

過濾器方式	切斷頻率	Offset drift	輸入範圍	廠家
模擬	1 99Hz 表可變	5 $\mu$ V / 表以內	0 $\pm$ 10V	北斗理研

## (3) 數據處理軟體

管內發生的壓力振動波形在數儲存儲器裡被記錄下來。這個基本程序能完成以下功能：在微機上能夠操作數據儲存器的抽樣週期和記錄數據長等等的測定條件和測定開始指示；記錄下來的振動波形數據能紀錄在微機上或軟碟等外部記憶體上；並能把它們表示在屏幕上或在印表機上列印出來。電腦處理程序大體來分有(1)數據儲存儲器的控制，(2)數據的收錄保存，(3)數據處理，(4)數據解析，(5)數據的表示和輸出。以下就數據處理及數據解析做簡單說明。

#### i 統計處理

做統計處理：指定壓力振動波形的時間範圍，最大最小峰值，最大振幅，平均振幅及波形的標準偏差等等。一般來說，根據這些數據的統計處理結果來評定排水性能。

#### ii 波譜解析

壓力振動波形的頻率波譜分析由高速 Fourier 交換而求出。即將時間系列的壓力波形表示變換成頻率系列的振動強度，從而測試出壓力波形中含有那些種振動頻率成份。在波譜分析中，特別是對於那些振幅很大的頻率成份，我們稱其為卓越頻率，將這些較大頻率成份按順序進行排列，找出這些卓越頻率和與其相對應的振幅強度，而推測出排水時對管內壓力變動的影響情況。不過，除了 Fourier 波譜分析，POWER 波譜分析( $\text{Pa}^2 \cdot \text{sec}$ )亦作為能量評價指標而被使用。

#### iii 相互相關函數

通過求相關的函數，對兩種波形的類似性進行比較，進而在工學上能夠對存水彎等的種類予以判別。這樣，通過以上的波譜解析過程中求得的相關函數，能夠比較容易的進行判斷。

#### iiii 自身相關函數

稱兩個同樣的波形的相關函數為自身相關函數，對有相位差的波形，能夠求出其週期。即在週期性流體的場合，傳送時間可以被算出來，從而推測出流速。

#### (4) 管內風速

在測定風速時，由於管內存在亂流，因而安裝了與排水立管直徑相同的伸頂通氣管(管端比最高層高出一層)。在伸頂通氣管的頂端設置 JIS B 8330：1981(日本工業標準)的內吸式管嘴(BELL MOUTH)。安裝此管嘴，目的是在進行排水能力試驗時，儘量減少屋頂通氣部的通氣阻力，不使排水能力受其影響。

此外，對於 BELL MOUTH(JIS B 8330「鼓風機的試驗及檢查方法」)的設置，考慮到外面颶風的影響，因而在風速很大時，有必要將其放入帶有防風罩的箱子裡。安裝風速計的部位如圖 3.23 所示，從管端處算起在立管直徑的 10 倍以上的部位安裝。

風速計的電纜線加長後，輸出值會不安定，因此在其附近

設置擴大器，將擴大後的信號通過電纜傳送到計測室。由於傳送電纜較長，為獲得較為安定的信號，現在採用的計測器是日本的 Kanomax 公司造的 MODEL 6141 型，0~10m/s，輸出電壓是 0~1[V]。

從平均風速求出通氣流量。對記錄資料進行簡單的處理，算出平均風速，同時，用下式求出平均通氣流量。

$$Q=0.82 \times A \times V$$

Q:平均通氣流量[m<sup>3</sup>/s]

A:管的橫截面面積[m<sup>2</sup>]

V:平均風速[m/s]

#### (5) 封水位

在計測存水彎封水水位時，使用接觸型和非接觸型感測器。在接觸型的感測器中，較為適用的有容量式水位計。接觸（插入）感測器，應儘量減小對水流的阻力，因此，要求其體積要小。容量式水位器（表3.5），小而輕，把絕緣的被覆導體插入水中，通過被覆層，水與導體間出現靜電電位，因靜電電位與插入水深成比例變化，應用這一特點，從而獲得信號。此外採用水晶發振子，使振動頻率極為安定，且對溫度變化有很好的安定性。

其它投入式半導體水位計測計，最小測定範圍是0~1m，此值過大，且體型也大，因而不適合用於測定存水彎的封水位。

關於非接觸型感測器，採用超音波水位計（表3.6）。它被採用於因存水彎的種類（S.P存水彎等）而不能使用接觸型的場合，如在水流阻力影響不容忽視的實驗中。不過，因為是超音波，因而在安裝時為使音波正確返回，有必要多下功夫。

表 3.5 容量式水位計的技術規範

品名	最大輸出	發振頻率	干擾	廠家
CL-20(感測器)± 10cm SW 系列(擴大器)	± 1V	100 KHz 水晶發振	± 0.1%以內	北斗理研 株式會社

表 3.6 超音波式水位計的技術規範

品名	測定範圍	精度	電流輸出	廠家
UD-310	60 300mm	± 1% F.S	4 20mA	Keyence 株式會社

#### (6) 排水流速

對於排水橫管（排水橫支管，排水橫主管）的排水水深和流速測定，把前面提到的超音波式水位計設置在兩處以上的部位上，從而能迅速地求出水深，距離，時間，橫斷面面積等參數數值。此外，使用透明管道，用攝影機拍攝的方法也可測定出流速、水深等。

#### (7) 排水噪音

除了器具排水時產生的噪音以外，排水噪音特別是指在排水立管根部污物濁水落下時的噪音問題。在測定這樣的排水噪音時，使用帶有（Octave Band）分析功能的噪音計進行測計。

### 3.4.4 測定結果實例

圖3.26是顯示管內壓力振動波形的例子。在數據處理上，只採用其中的定常狀態區間的數據。

圖3.27是顯示管內壓力（最大正壓，負壓的）沿各層垂直分佈的例子。在評價最終排水能力時，用到了圖中最大正壓(系統最大值)和最大負壓(系統最小值)。根據HAS 218的規定，排水壓力的判定基準為 $\pm 400\text{Pa}$ 。

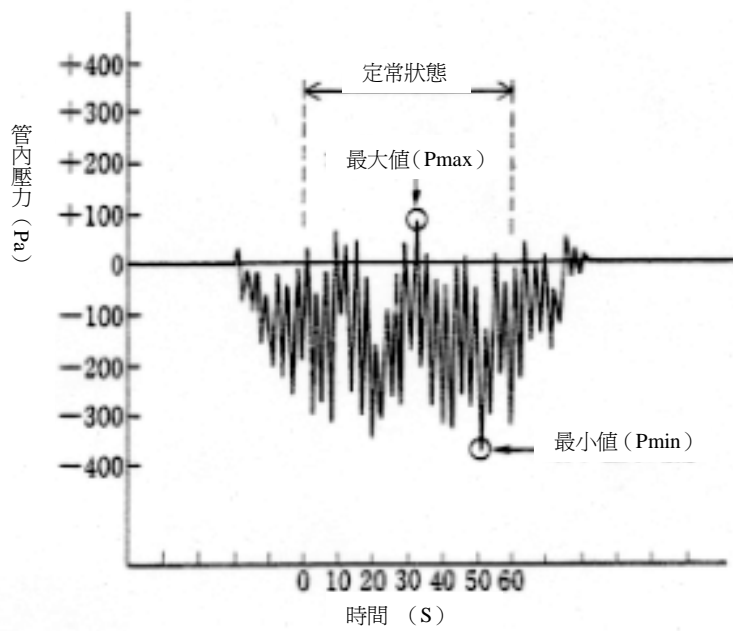


圖3.26 管內壓力的計測實例

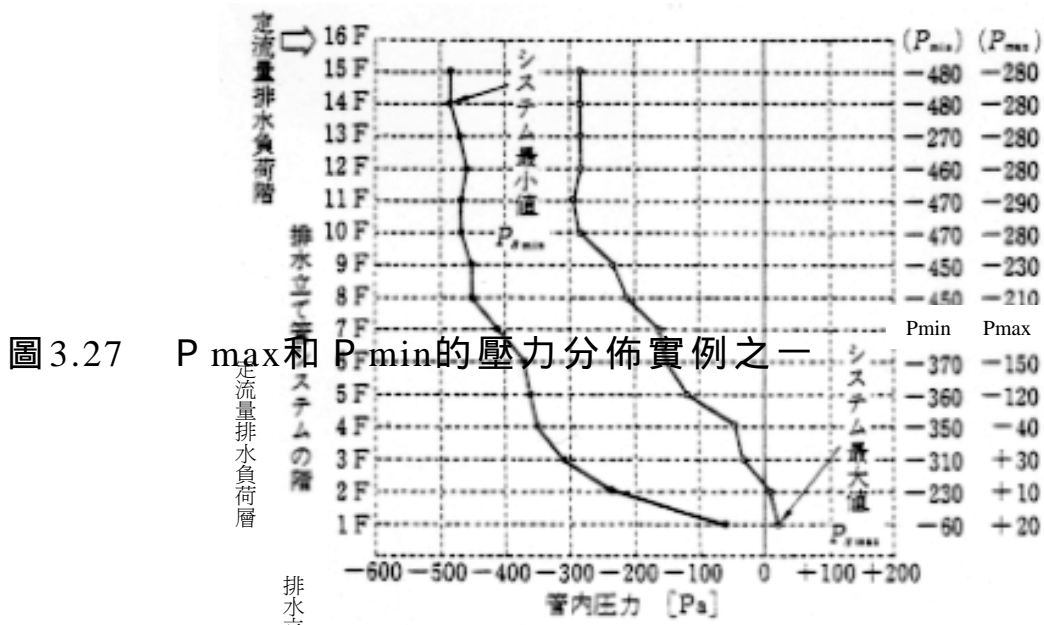


圖3.27 P max和P min的壓力分佈實例之一

### 3.4.5 小結

在排水實驗中，管內壓力、管內風速以及存水彎的封水位自動量測系統（從測定到解析）的確立大約已經經過了10年，該系統被採用於日本的各個排水實驗塔。現在，正試圖進行量測器和量測方法的統一化。另外，因為在DISPOSER 排水，超節水型便器排水等新的排水系統裡，排水橫支管、橫主管的流速、水深的測定是很重要的，所以是否應該考慮在本自動量測系統裡加入超音波水位計而加以改良是可以考慮的。

## 第四章 開放建築設計理念之配管系統比較

國內目前住宅浴廁中之給排水管配管普遍將給排水管線預埋於牆體內。這樣的作法導致許多問題產生。例如，排水管往往穿越樓版，進入下一層樓之空間領域，造成管線權屬不清。此外，老舊房屋的管線常常有滲漏與惡化之現象(鄭政利與江南震, 2000)，預埋式配管亦增加了日後維修更新管線的困難。最後，預埋式配管限制了浴廁空間之位置，也無形中限制了室內格局變更之彈性。在這個講求永續發展的時代裡，這種傳統做法將不再是可行的、被接受的浴廁給排水配管方式。

其實，近年來已經有新的浴廁系統及配管方式陸續引入台灣。例如，整體衛浴系統，牆前配管，高架、雙層樓板方式(崔征國, 1994)。這些浴廁系統及配管方式的優點是其為乾式施工且施工迅速。而其施工技術與精度要求較高，價位也相對地較高(黃斌與游義琦, 1997)。由於國內施工者之施工品質欠佳，且新浴廁系統及配管方式之隔音性能及結實感未能為國人所接受，再加上住戶更無從由資料確實得之新浴廁系統的益處，因此這些新的浴廁系統及配管方式至今市場及技術上至今仍未普及。

唯有嘗試著發展在技術及文化背景上能被住戶接受之新的水平配管方式，並展示其成本及效益，才能設計出方便維修及變更格局之理想浴廁空間。

本章擬根據國內現況之理解，探討開放建築設計理念下之配管系統進行評估檢討：

1. 將改良當今國內外不同配管之方式，而提出另一種新的浴廁給排水配管方式：局部雙層樓版，並針對局部雙層樓版方式作特色之比較描述。
2. 客觀地對傳統牆內配管、牆前配管、整體衛浴、及局部雙層樓版四種給排水配管方式之初期成本、空間效能、使用彈性、更新效能、建築效能進行成本效益分析。



## 第一節 現有浴廁給排水管線配管方式

### 4.1.1 傳統牆內配管

傳統牆內配管為台灣住宅最常見且多數使用的配管方式。如圖 4.1 所示，給水管線系統由垂直管道分歧出來，並埋置於浴廁牆面內（通常在牆體完工後，敲鑿出管線位置），再分佈至浴缸、臉盆及馬桶等各項浴廁設備。而從各項衛浴設備排出之雜排污水，則經由雜排水管及污水管排出。雜排水管及污水管常需穿越樓版，至下層住宅之天花板空間，而後再以斜坡度排水管道匯集方式進入垂直管道間。牆內配管方式常使其浴廁空間之設置位置則受限於原始設計之位置。其預埋式配管及管線穿越樓地板下方空間至下層住宅之天花板空間，增加了日後維修更新管線的困難。

### 4.1.2 牆前配管

牆前配管是由歐洲所引入的配管方式。其概念是在浴廁內的牆前設置一輕鋼架與矽酸鈣板結合之台度空間(17 cm 深100~120 cm 高) 來容納服務浴缸、臉盆及馬桶等衛浴的水平管線(參見圖4.2)。此封閉的空間內含有給排水系統，並統一匯集至住宅所屬的垂直管道處。牆前配管方式常被使用於商業型或公共式建築的盥洗室中，但卻難見於台灣住宅浴廁內實用之，主要原因為此配管方式需要特殊的金屬元件，如壁掛式馬桶與隱藏式水箱、防臭型地板落水頭(參見圖4.5)。此種配管方式的優點是給排水管線可以在浴廁空間牆體完成後，很容易地被設置安裝，而且不需要破壞既有牆體，以及產生大量的廢棄物。

### 4.1.3 整體衛浴

整體衛浴大約是在 1970 年從日本正式引進台灣。這種浴廁單元方式雖然常常被運用於旅館飯店中，但卻很少被運用在台灣住宅浴廁內。配合多樣性預鑄構件，如輕鋼架、及天花磁磚、防水底盤、門...等，可輕易迅速地於基地上建構一個浴廁空間(參見圖 4.3)。而整體衛浴之主要缺點在於其空間運用之效率較差。此方式需於建造時留設多餘的空間設置 FRP 防水底盤、牆板(14 cm)，且排水管必須包含於 FRP 樓板面下深 21.5cm(參見圖 4.7)。此外，住戶常反應其隔音不佳及材料的結實感較差之問題。整體衛浴中所需的特殊構件包括輕鋼架，FRP 牆板、天花板，及防水底盤(參見圖 4.6)。

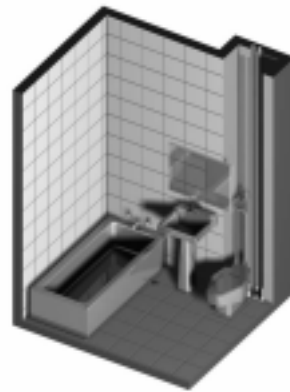
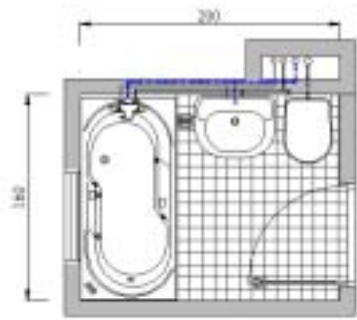


圖 4.1 傳統牆內配管方式：平面及透視示意圖

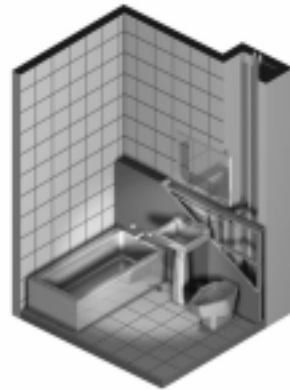
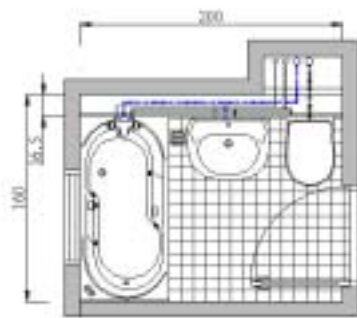


圖 4.2 牆前配管方式：平面及透視示意圖

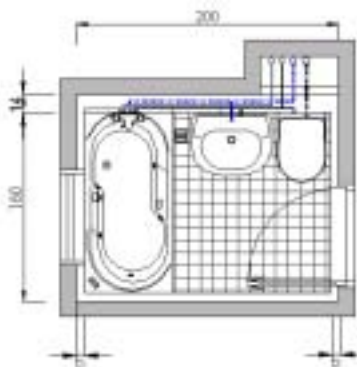


圖 4.3 整體衛浴方式：平面及透視示意圖

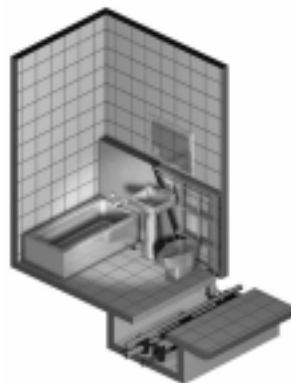
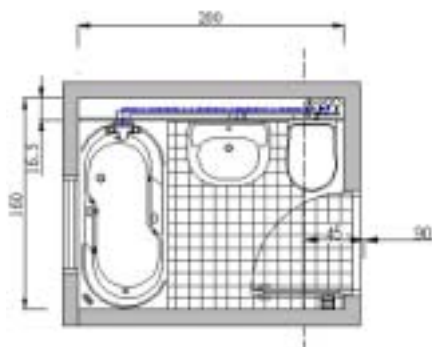


圖 4.4 局部雙層樓版：平面及透視示意圖



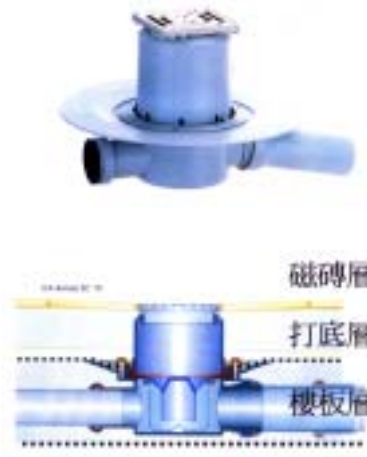
(a) 輕鋼架 + 矽酸鈣板



(b) 隱藏式水箱



(c) 壁掛式馬桶及隱藏式水箱

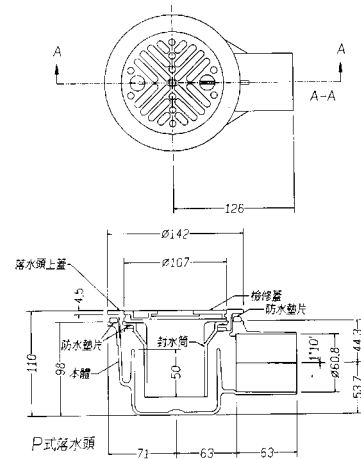


(d) 防臭型落水頭

圖 4.5 浴廁採用牆前配管方式之必備特殊構件



(a) FRP 牆版及底盤上貼磁磚



(b) 地板落水頭：設置於 FRP 底盤內

圖 4.6 浴廁採用整體衛浴方式之必備特殊構件

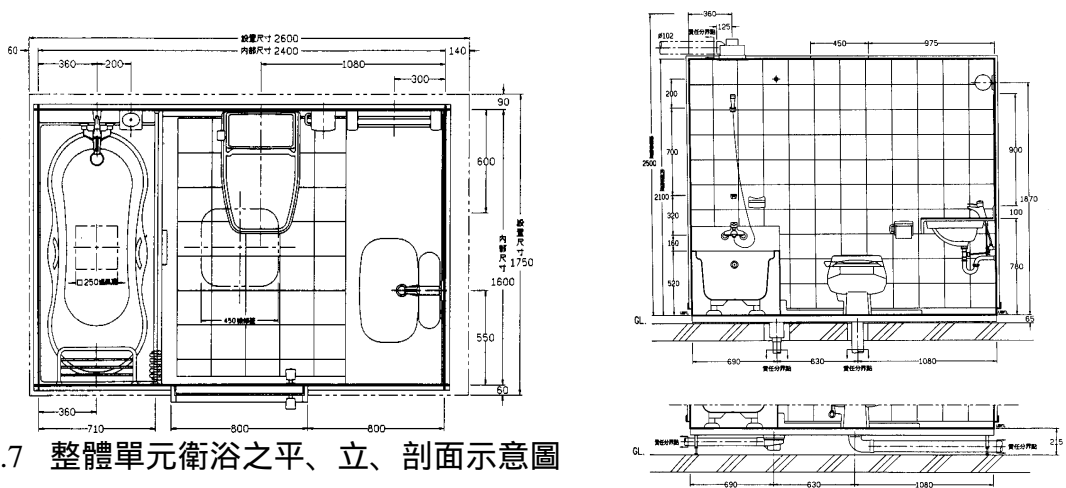
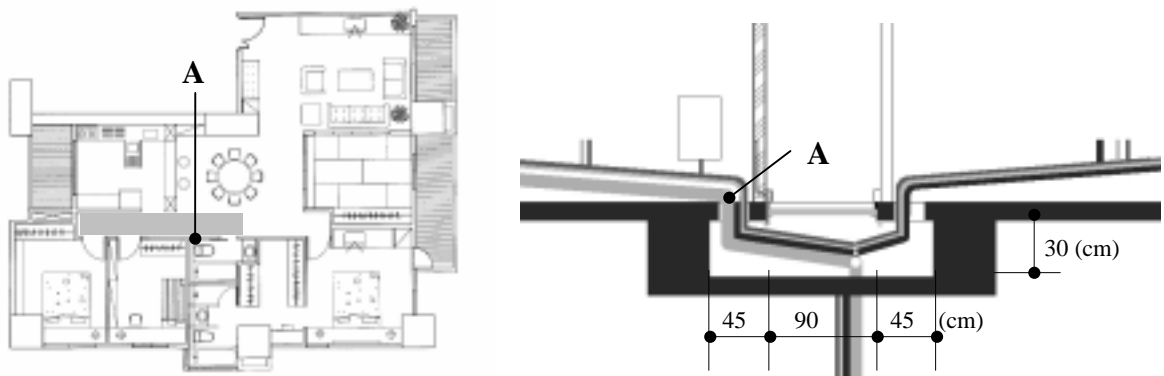


圖 4.7 整體單元衛浴之平、立、剖面示意圖

## 第二節 局部雙層樓版配管方式

本研究調查並改良了當今國內外不同給排水管線配管方式，而提出另一種新的浴廁給排水配管方式：局部雙層樓版。局部雙層樓版是一個結合雙層樓板及牆前配管的配管理念（圖 4.4、8）。其主要想法是選擇住宅單元內最可能成為走道空間的區域，局部地設置雙層樓板（亦即設置兩根小樑，並局部降板）。就其剖面而言，雙層樓板之垂直深度視與垂直管道間之最長距離而定，只要能依照現有洩水坡度規定，容納所有給排水管即可（建議 30 cm 以上）；雙層樓板之開口部分（及走道部分）之寬度可控制在 90cm，上覆蓋 60x90cm 之可拆組蓋版，以利於日後管線維修更新。此水平管道空間內可架設給水管或強弱電等管線。住宅中的濕式空間則可安排於走道下水平管道兩側，並採牆前配管，將連結



衛浴設備之排水管線引入水平管道間(圖 4.8 之 A)，再引至垂直管道間。

此配管方式之優點在於其成本增加不多，給排水管線之位置及權屬清楚、增加濕式或其他單元空間格局變更之使用彈性(圖 4.9)，給排水管線施工之效率(圖 4.10)，及管線更新維修的方便性(圖 4.11)。

圖 4.8 局部雙層樓板中水平管道空間之平面圖(灰階區域)與剖面圖



圖 4.9 採用局部雙層樓板可增加室內格局之彈性：四種可能的平面格局

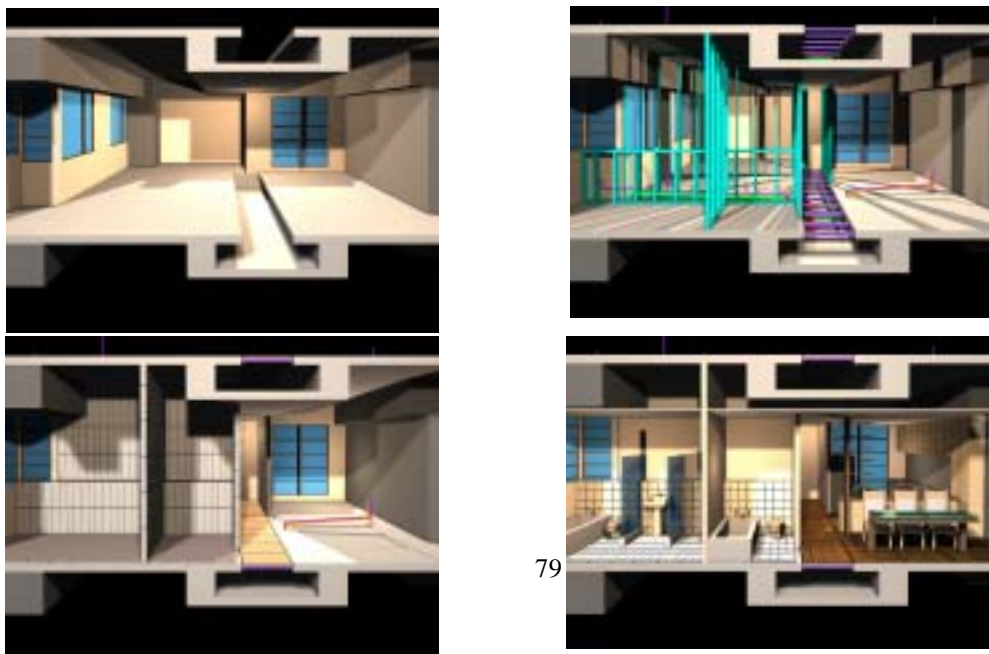


圖 4.10 局部雙層樓版施工程序模擬

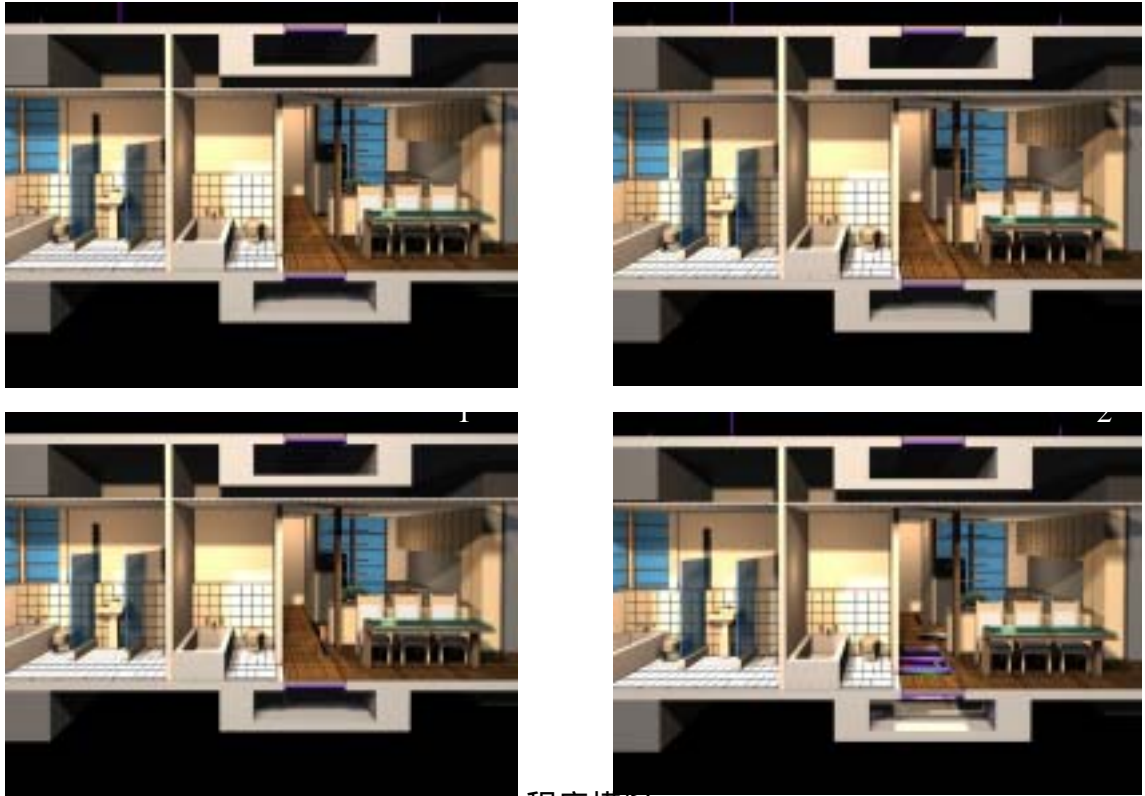


圖 4.11 局部雙層樓版 更新維修管線之程序模擬

### 第三節 不同配管方式之成本效益分析

本研究將客觀地針對傳統牆內配管、牆前配管、整體衛浴、及局部雙層樓版四種給排水配管方式進行成本效益分析。本研究根據早期的浴廁案例之研究(黃斌及游義琦, 1997), 選擇台灣住宅浴廁最常出現之尺

寸 1.6m x 2.0m，作為四種給排水配管方式個別分析及成本效益比較之基礎依多數作整理(參考圖 4.1~4)。

### 4.3.1 初期成本

本研究首先比較以四種配管方式興建 1.6m x 2.0m 浴廁空間之初期成本。項目包括結構體（樓版、天花板及牆體）、主要衛浴設備（洗臉盆，浴缸，馬桶，水箱，地板落水頭）及其他浴廁零件（鏡子，抽風機，金屬架）。傳統牆內配管方式之初期成本被視為比較之基準。表 4.1 之分析結果顯示四種給排水配管方式之費用成本，其中灰色塊標示出不同配管方式之費用與傳統牆內配管方式之費用有差異之處。

表 4.1 四種給排水配管方式（應用於浴廁面積尺寸 1.6m x 2.0m 的初期費用成本比較表）

費用 <sup>1</sup>	傳統暗管	牆前配管 <sup>2</sup>	整體衛浴 <sup>2</sup>	局部雙層樓版
<b>主要構造</b>				
地板	3,500 (地磚)	3,500 (地磚)	<b>10,500</b> (FRP 防水底盤) <b>10,000</b> 開模費用 <sup>3 4</sup>	3,500 (地磚) <b>25,000</b> 雙層樓版
天花板	3,000 (吊天花)	3,000 (吊天花)	<b>6,000</b> (FRP 天花)	3,000 (吊天花)
牆壁	19,500 (磁磚)	<b>23,500</b> (輕鋼架+ 矽酸鈣板+ 磁磚)	<b>19,500</b> (輕鋼架 +FRP 牆板 +磁磚)	<b>23,500</b> (輕鋼架+矽 酸鈣板+磁 磚)
<b>主要衛浴設備</b>				
洗臉盆 + 水龍頭	6,500			
浴缸 + 水龍頭	11,500			

馬桶	21,000 (單體馬桶)	<b>38,000</b> (進口壁掛式 馬桶)	21,000 (單體馬桶)	21,000 (單體馬桶)
水箱	na	<b>10,000</b> (進口隱藏式 水箱)	na	na
落水頭	2,000 (穿越樓板)	<b>4,000</b> (埋於樓板內)	<b>4,000</b> (架設於底 盤內)	2,000 (穿越樓板)
<b>其他零件</b>				
鏡子	3,800			
抽風機	2,000			
金屬架	2,200			
一個浴廁總工程及設備費用(多於傳統浴廁之費用)	<b>75,000</b>	<b>108,000</b> (+33,000, 45%)	<b>97,000</b> (+22,000, 30%)	<b>104,000</b> (+29,000, 40%)
二個浴廁總工程及設備費用(多於傳統浴廁之費用)	<b>150,000</b>	<b>216,000</b> (+66,000, 45%)	<b>194,000</b> (+44,000, 30%)	<b>183,000</b> (+33,000, 22%)
<b>註記</b>	1.定價 (新台幣) 2.為公司業務員所估計之價格 3.平均每個整體衛浴浴廁所需承擔之開模費用 4.工程費包括 1.8m*9m 之 RC 樑與樓板，以及 0.9m*7.2m 之走道蓋板。			

由表 4.1 顯示，以傳統暗管方式建構一個浴廁需花費成本(NT\$ 75,000)，而採牆前配管方式之浴廁則需付出更高的成本費用(NT\$ 108,000)，其高於傳統暗管方式約 45%，所高出的 NT\$ 33,000 主要為附屬特殊材料，如輕鋼架與矽酸鈣板以及壁掛式馬桶及隱藏式水箱、防臭型落水頭、壁掛式馬桶及水箱...等必備附屬構件之費用 (圖 4.5)。



整體衛浴單元之配管方式則需花費成本 NT\$ 97,000，其高於傳統暗管方式約 30%，所高出的 NT\$ 22,000 主要為附屬物件，如 FRP 防水底盤、天花板及牆版以及防臭落水頭...等必備附屬構件的費用(圖 4.6)。

局部雙層樓版方式需花費成本 NT\$ 104,000，其高於傳統暗管方式約 40%，所高出的 NT\$ 29,000 主要為附屬物件，如輕鋼架與矽酸鈣板以及雙層樓版...等必備附屬構件(圖 4.8 及圖 4.9) 費用。然而，若比較以不同配管方式興建兩個浴廁之費用時，此配管方式則顯示其優勢。局部雙層樓板之初期成本僅高於傳統暗管方式約 22%。

#### 4.3.2 四種給排水配管方式之效益分析

由前述之分析可知，採用牆前配管、整體衛浴單元以及局部雙層樓版不同配管方式興建相同尺寸的浴廁之初期成本，約較傳統暗管高出約 30%~45%。而其所能帶來的附加價值或效益為何呢？本研究嘗試進行不同配管方式之初期成本、空間效能、空間使用彈性、更新效能之效益評估(參見表4.2)。

傳統牆內配管有其優勢。例如，其初期成本最低，給排水管線佔用最少空間，整體之隔音效果、結實感、材料質感較為國人所接受。不過，它也有其缺點。例如，施工過程較為繁瑣、耗工時，管線維修困難，也常常限制了室內空間格局變更彈性。

採用牆前配管方式之初期成本約多出45%。其效益在於安裝管線之工時較低，其隔音效果、結實感、材料質感也能為國人所接受，管線之更新維修較為容易，較不會限制室內空間格局變更之彈性。其缺點為管線會佔據部分室內面積（約10%）。

採用整體衛浴方式之初期成本約多出30%。其效益在於安裝工程最為迅速，管線之更新維修較為容易，較不會限制室內空間格局變更之彈性。其主要缺點為其隔音效果、結實感、材料質感較難為國人所接受，管線會佔據較大之室內面積及垂直空間。

局部雙層樓板方式似乎是最佳之選擇。其優短為空間效能、室內格

局變更彈性、更新效能、維修容易度、隔音性及管線權屬完整性、材質結實感上，皆優於其他三種配管方式。其缺點則是雙層樓板佔據較大之室內空間，以及所造成室內剖面造型之不方整。儘管局部雙層樓板方式在市場上仍未被測試採用，但本研究認為在講求永續發展的時代中，這是一個值得推廣的給排水管線配管方式。

表 4.2 四種給排水配管方式之效益比較表

成本效益之比較	傳統暗管	牆前配管式	整體衛浴式	局部雙層樓板
<b>成本</b>				
初期成本（一個衛浴）	75,000	108,000 (45% more)	97,000 (30% more)	104,000 (40% more)
初期成本（二個衛浴）	150,000	216,000 (45% more)	194,000 (30% more)	183,000 (22% more)
設備裝置費用（人時）	12	9	8	9
<b>效益</b>				
<b>空間效能</b>				
水平 (m <sup>2</sup> )	0	0.33 (10%)	0.70 (22%)	0.33 (10%)
垂直 (cm)	0	0	天花板以上需 23.5 樓板以上需 21.5	雙層樓板 / 樑 60
<b>空間彈性</b>				
格局變更	困難	中等	中等	容易
<b>更新效能</b>				
維修容易度	困難	中等	中等	容易

再利用性	No	Yes	Yes	Yes
管線權屬 完整性	不完整	完整	完整	完整
建築效能				
隔音性	佳	佳	差	佳
質感 / 結 實感	佳	佳	差	佳
存水灣水 量 (cc)	450	250	325	450
註記				

國內住宅浴廁中傳統的給排水管配管方式是將給排水管線預埋於牆體內。這樣的作法增加了日後維修更新管線的困難，同時也無形中限制了室內格局變更之彈性。在這個講求永續發展的時代裡，這種傳統做法將不再是可行的、可以被接受的浴廁給排水配管方式。本研究改良當今國內外不同配管方式，而提出另一種給排水配管方式：局部雙層樓版；同時進行傳統暗管、牆前配管、整體衛浴、及局部雙層樓版四種給排水配管方式之成本及效益分析。研究結果顯示局部雙層樓版似乎是最符合永續發展理念的可行配管方式。這種配管方式之初期成本雖然較傳統方式約高出兩成，但是可以帶來許多效益：它是最方便管線更新維修的配管方式，提供了變更室內格局之最高彈性，同時提供住戶可以接受的隔音及建材結實感。牆前配管及整體衛浴雖然提供了某些效益，卻必須多付出 45% 及 30% 的初期成本。目前較低的市場佔有率似乎說明了住戶仍然無法接受這兩種配管方式的成本結構及對應效益之關係。

## 第五章 建築排水系統的現況與展望

日本的特殊管接頭排水系統是從 20 世紀 60 年代後半期日本閥門管道工業（現在 BENKEN Corp.）自歐洲引進蘇維托技術開始的。20 世紀 70 年代久保田建設和小島製作所等獨自開發出用於排水的特殊管頭，其後不斷改進，持續至今。特殊管接頭排水系統，具有配管施工簡便的多口接頭的機能和于單一立管排水系統中較高的排水能力，因此，在管道井狹小的集合住宅和高層飯店等的建造中，作為經濟實惠的排水立管系統而被人們所採用。

### 第一節 排水系統的研究狀況

各排水用特殊管接頭的生產廠家都各自建起了排水實驗塔，開發性能更加優良的特殊管接頭排水系統。同時，用此設計排水管路，建立管道配置的新方法。

在日本的大學・住宅都市整備公團（現為都市基盤整備公團）等，也在加緊有關排水立管系統方面的研究。1991 年以來，都市公團和 6 家排水用特殊管接頭的廠家合作，使用超高層住宅實驗塔（108m），進行特殊管接頭排水系統的性能測試實驗。

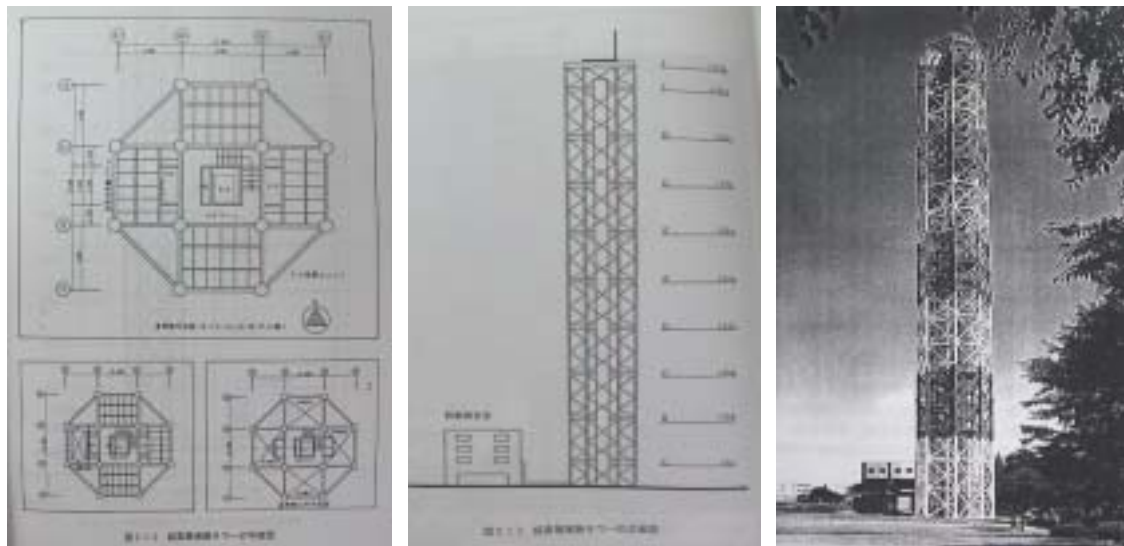


圖 5.1 日本住宅都市公團 108 公尺實驗塔

實驗從 1992 年開始，使用 JIS(日本工業標準)管接頭的伸頂通氣排水系統，通過低樓層排水立管系統實驗預測超高層建築排水立管系統排水性能。這一研究在以東京大學的鎌田教授領導下得以展開，其手法也

由當時在東京大學就讀的鄭先生確定下來。進而從 1998 年起，針對特殊管接頭排水系統，也進行了同樣的研究工作，其予測手法也被認為適用可行。

排水系統安全的關鍵取決於排水存水彎的封水保護。在這一方面，以明治大學的坂上教授為中心的研究組正在進行卓有成效的研究。此研究一改從前只是利用存水彎的流出腳與流入腳斷面面積的比以及存水彎水深來評價存水彎的耐壓強度這一做法，將在實際排水實驗中取得的管內壓力作用于存水彎上使封水振動等方法，進一步展開對存水彎的耐壓強度方面的研究工作。

## 第二節 特殊管接頭排水系統的角色位置

高層建築物的排水立管系統如圖 5.1 所示，大體可分為與通氣立管平行架設的專用通氣系統和只有排水立管的單管式系統。單管式系統，按照如何使用立管與支管的合流管接頭，又可以再分為這樣兩類：一類是使用普通排水管接頭（排水橫支管只有一個接口，沒有水流控制結構）的伸頂通氣排水系統；另一類是使用排水用特殊管接頭（排水橫支管具有多口式排水水流控制結構）的特殊管接頭排水系統<sup>[A-17]</sup>。

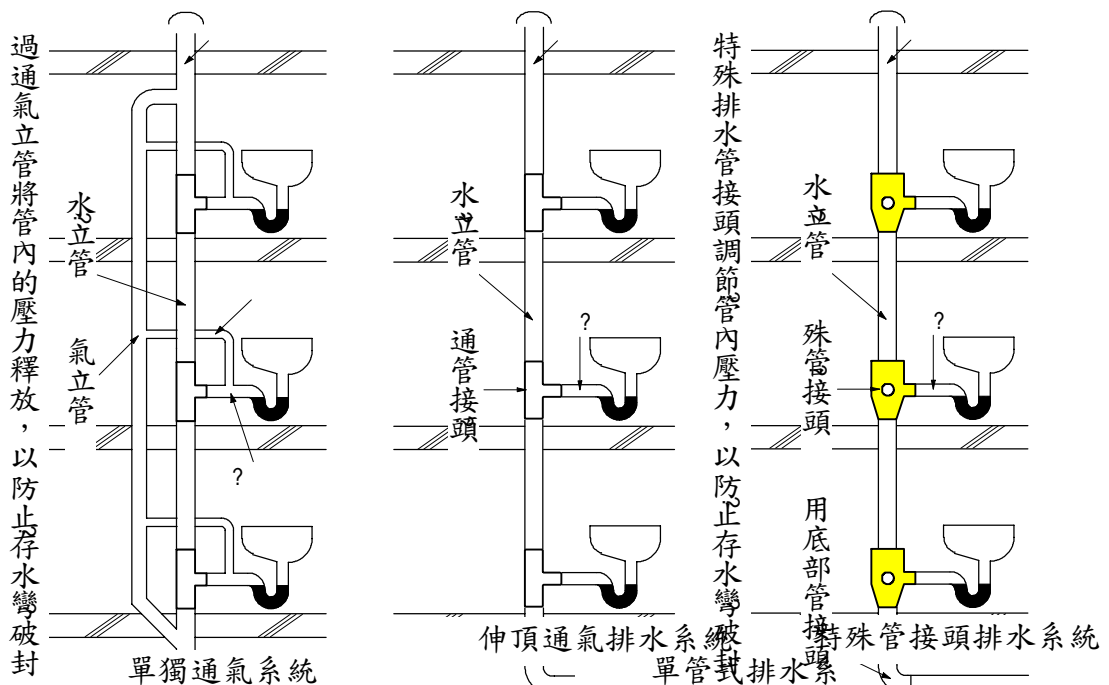
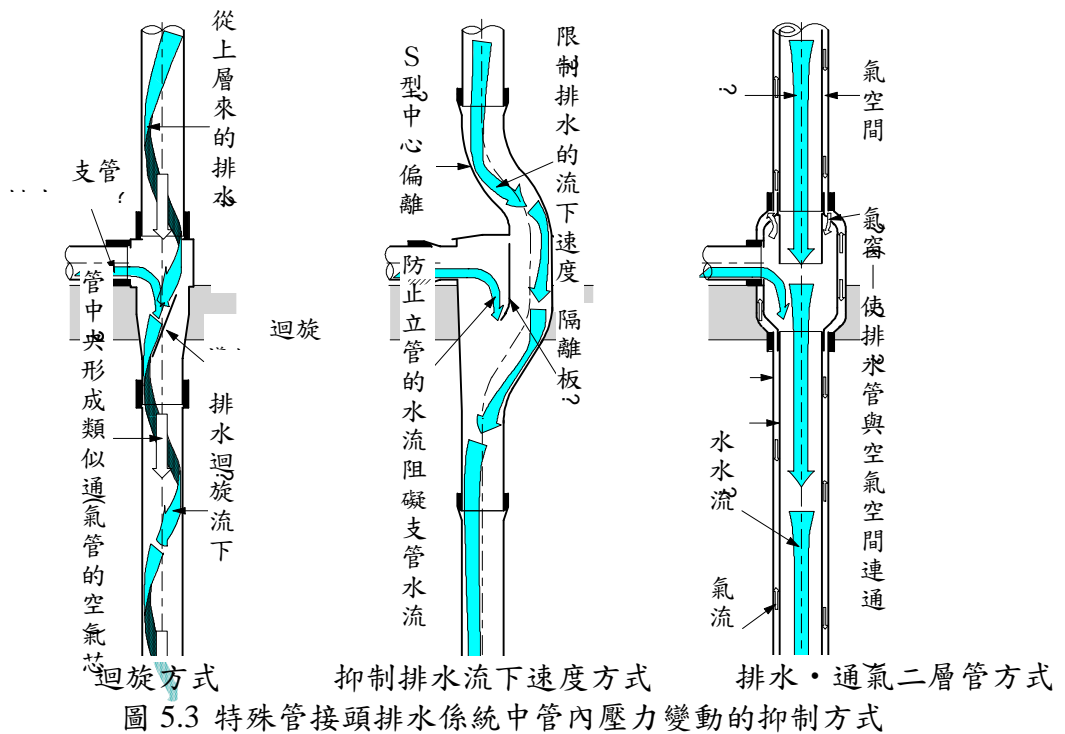


圖 5.2 排水立管系統

## 第三節 特殊管接頭排水系統中的排水水流控制結構

目前，通過管接頭廠家們在技術方面的革新改善，特殊管接頭排水系統雖然還有其受到制約的一面，但是就排水立管能力而言，已經接近設置單獨通氣管的排水系統。另外，由于在同一樓層上能用多口式管接頭把幾條排水橫支管連接到一條排水立管上，故爾在配管空間狹小，或者在力求削減配管設備成本的集合住宅，高層飯店等的建造上，該系統已被普遍採用。

如圖5.3所示，特殊管接頭排水系統之所以能如此發揮很好的排水能力，是因為通過管接頭，排水從橫支管能圓滑地流入立管中去，並且在降低立管內流下速度以達到抑制管內壓力變動等方面，進行了反復的鑽研。



? ?

### 5.3.1 迴旋方式

在管接頭內部裝上迴旋板，把排水支管接到立管的接線方向上，使排水支管·排水立管中的水流能夠迴旋流動。這樣，在排水立管內的排

水水流受離心力作用被沖向管壁，在排水立管中央即能夠出現一個排水相對較少空間（空氣芯）。就是說，在排水立管的中央製造一種通氣管那樣的狀態，以便控制管內壓力變動。這一方法已被採用於幾乎所有的特殊管接頭排水系統中。

### 5.3.2 抑制排水流下速度方式

管內壓力之所以發生變化，是因為在排水立管中排水流下時，需要大量空氣。其根本原因為立管內排水的流下速度太快。因而人們考慮在排水立管上採用 S 字形中心偏離，控制排水流下速度，從而減少所需空氣量，控制管內壓力變化。這一方式被排水用特殊管接頭的始祖蘇維托等所採用。

### 5.3.3 二層構造方式

管道和管接頭採用二層構造，內管作為排水管道，外管與內管之間為通氣氣道，在排水沿途上產生的管內壓力變動從管接頭部位的通氣窗釋放出去，從而產生一種控制管內壓力變動的獨特效果。此方法被採用於特定的特殊管接頭排水系統。

## 第四節 特殊管接頭排水系統的使用和種類

排水用特殊管接頭一般多被用於集合住宅·賓館飯店等的建造中。不過，最近也開始被使用到醫院、寫字樓等的建設上。排水立管管徑，以 100 $\varphi$  為主流，低樓層採用 80 $\varphi$ ，30 層以上使用的是 125 $\varphi$ 。

在排水立管的管材種類方面，多採用的是內襯有聚氯乙稀鋼管、鑄鐵管、耐火被覆二層管等等。最近，由於考慮到廢物回收再利用，鑄鐵管的使用得到重新的評價。

在日本的集合住宅的排水系統中、一般是採用污水・雜水分流式，即污水和廚房系統各設其單獨的下水管道，而把浴槽、洗面池以及洗滌等系統合在一起。因此，一家住戶中多設有 2 條或 3 條排水立管。

在日本市場上販賣的特殊管接頭排水系統中，如圖 5.4 至和圖 5.7 所示，有高層集合住宅型和超高層集合住宅型這兩種。高層集合住宅型幾乎都採用迴旋方式，在管接頭方面，重視施工工藝，力求節省空間，短小精練。此外，在與立管和橫支管的連接上，採用所謂 one touch packing 卡合式，操作簡單。於此相對，超高層集合住宅型重視排水能力，比高層型管徑大，同時具有較為牢靠的減速・迴旋等功能。排水方式有迴旋方式、抑制流下速度方式、二層構造方式等等。排水立管採用管徑 100φ 時約有 10(L/s)、125φ 時約有 12(L/s)或以上的高排水性能。

這裡，主要就具有代表性的排水用特殊管接頭「集合管 SL」和「core joint CP・HP」的性能方面出發就其特徵作一介紹。

圖 5.4 高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略

社 名	A	B	C
系統名稱	集合管 Super L	核心排水系統 C P 系列	C S 接頭



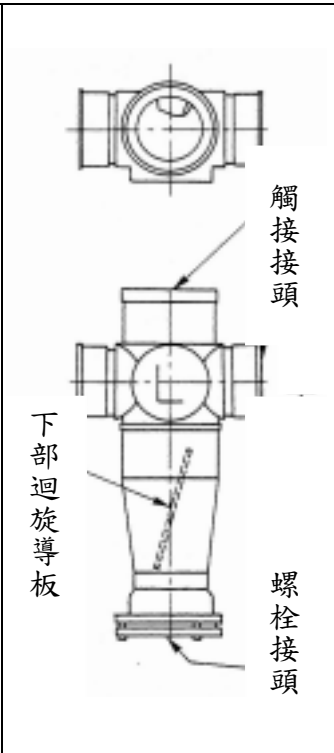
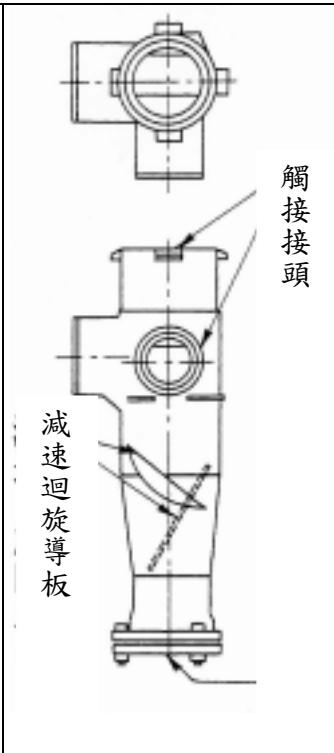
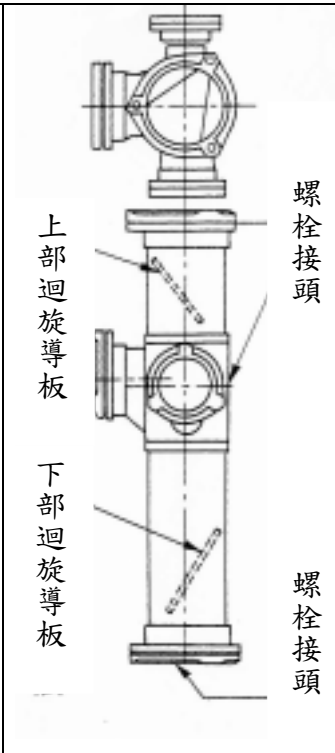
形 狀	 <p>觸接接頭 下部迴旋導板 螺栓接頭</p>	 <p>觸接接頭 減速迴旋導板</p>	 <p>上部迴旋導板 螺栓接頭 下部迴旋導板 螺栓接頭</p>
材 質	鑄鐵製	鑄鐵製	鑄鐵製及ARFA製
排水方式	旋回方式	旋回方式	旋回方式
腳部接管	用大彎管轉接頭	用大彎管轉接頭	用45°×2彎管轉接頭 用偏芯轉接頭
橫支管接續程度	管底合 及 上下2段式	管底接合及上下2段式	管心 管底接合及上下2段式
接續方式	上部立管接續口；觸接方式 下部立管接續口；法蘭方式 螺栓方式 橫枝管接續口；觸接方式	上部立管接續口；觸接方式 下部立管接續口；法蘭方式 螺栓方式 橫枝管接續口；觸接方式	鑄鐵製 上部立管接續口；法蘭方式 上部立管接續口；法蘭方式 橫枝管接續口；法蘭方式 ARFA製 上部立管接續口；O套管方式 上部立管接續口；O套管方式 橫枝管接續口；O套管方式
適應管種類	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用
其他			

圖 5.5 高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略

社 名	D	E	F
系統名稱	交叉接頭；X J	新 X 接頭單元	AD接頭

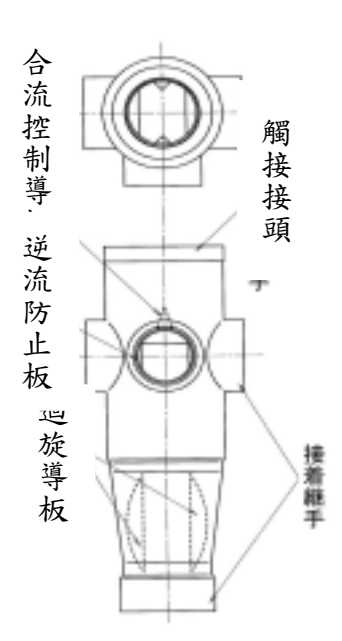
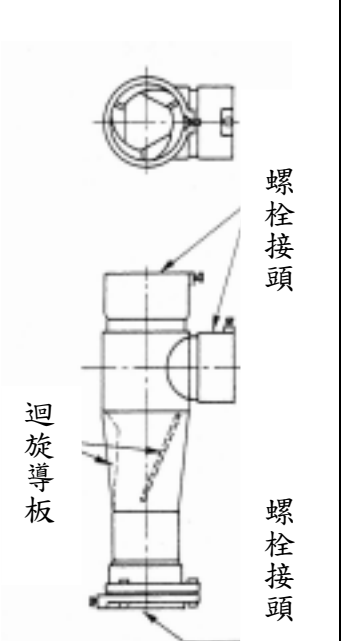
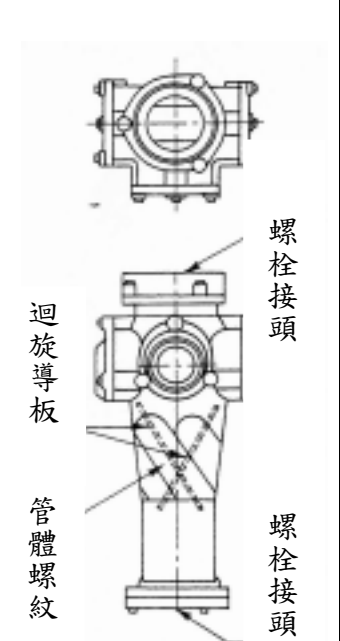
形 狀			
材 質	耐火被覆二層管		
排水方式	旋回方式	旋回方式	旋回方式
腳部接管	用大彎管轉接頭	用大彎管轉接頭	卵形狀 用轉接頭
橫支管接續程度	管底接合	管底接合	管芯及管底接合
接續方式	上部立管接續口；觸接方式 下部立管接續口；接着方式 橫枝管接續口；接着方式	上部立管接續口；觸接方式 下部立管接續口；法蘭方式 橫枝管接續口；觸接方式	上部立管接續口；觸接方式 法蘭方式 下部立管接續口；法蘭方式 螺栓方式 橫枝管接續口；觸接方式 法蘭方式
適應管種類	立管；耐火被覆二層管 橫枝管；耐火被覆二層管 硬質塩化塑膠管	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用
其他		橫主管轉接管 用轉接頭	

圖 5.6 超高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略

社 名	A	B	C
系統名稱	集合管 F	核心排水系統HP系列	C S接頭 迴旋MH型

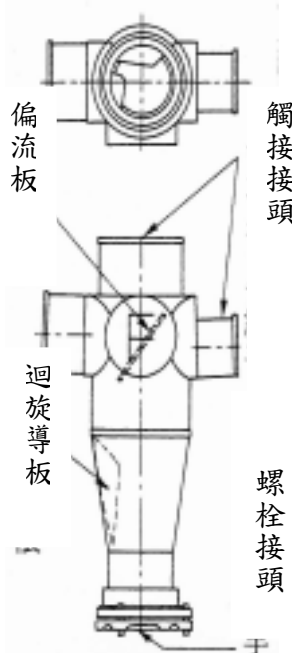
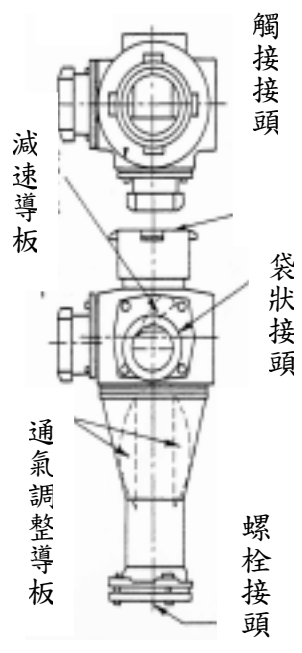
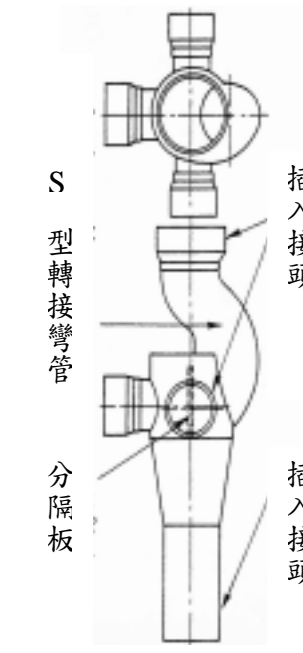
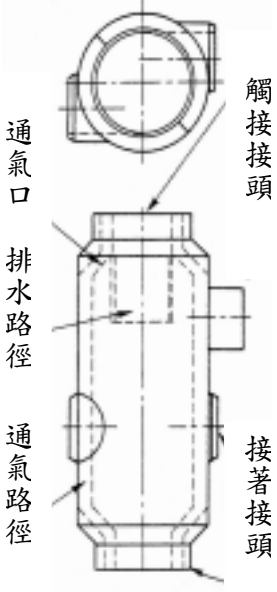
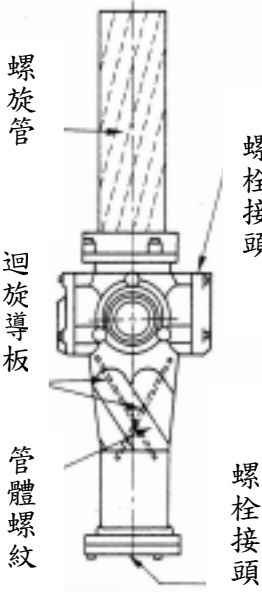
形 狀			
材 質	鑄鐵製	鑄鐵製	A R F A 製
排水方式	螺旋方式	螺旋方式	螺旋方式
腳部接管	用大彎管轉接頭	用大彎管轉接頭	用偏心轉接頭 用 45 × 2 彎管轉接頭
橫支管接續程度	管底接合及上下 2 段式	管底接合	管心 管底接合及上下 2 段式
接續方式	上部立管接續口；觸接方式 下部立管接續口；法蘭方式 螺栓方式 橫枝管接續口；觸接方式	上部立管接續口；觸接方式 下部立管接續口；法蘭方式 螺栓方式 橫枝管接續口；袋狀接頭	上部立管接續口；O 套管方式 上部立管接續口；O 套管方式 橫枝管接續口；O 套管方式
適應管種類	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用	立管；全管種適用 橫枝管；全管種適用
其他			轉接管方式之「CS 接頭 迴旋 O 型」。

圖 5.7 超高層集合住宅用特殊管接頭排水系統的概略

社 名	D	E
系統名稱	雙層管系統	螺旋 DVLP 系統

<p>形 狀</p>		
<p>材 質</p>	<p>內層：ABS樹脂 外層：冷延鋼板</p>	<p>鑄鐵製</p>
<p>排水方式</p>	<p>2重管方式</p>	<p>螺旋方式</p>
<p>腳部接管</p>	<p>用大彎管轉接頭</p>	<p>用大彎管轉接頭</p>
<p>橫支管接續程度</p>	<p>偏心2段方式</p>	<p>管心及管底接合</p>
<p>接續方式</p>	<p>上部立管接續口；觸接方式 下部立管接續口；接着方式 橫枝管接續口；接着方式</p>	<p>上部立管接續口；觸接方式 法蘭方式 下部立管接續口；法蘭方式 螺栓方式 橫枝管接續口；觸接方式 法蘭方式</p>
<p>適應管種類</p>	<p>立管；用立管 橫枝管；耐火被覆二層管</p>	<p>立管；螺旋DVLP用 橫枝管；全管種適用</p>
<p>其他</p>	<p>立管用轉接頭 多機能系統接頭</p>	

### 5.4.1 集合管SL的特徵

集合管L的實際販賣總量為130萬個，其後繼機種是集合管Super L(SL)。後繼型採用「曲面型迴旋板」，「高剛性縮徑胴」，「新one touch管接頭」，「快速加工」等功能，其排水能力強、洗滌排水時不起泡沫、

排水噪音小、管道連接簡單牢靠，等等。這些都大大加強了排水用特殊管接頭的必備功能。

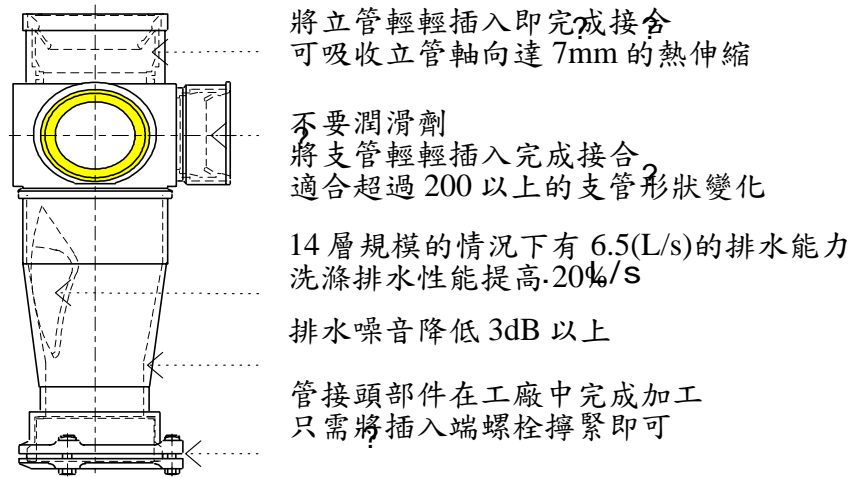


圖 5.8 集合管 SL 的特徵

## 5.4.2 core joint 的特徵

採用 core joint 的空氣芯式排水系統，有超高層集合住宅型的 HP 接頭和中、高層型集合住宅用的 CP 接頭這樣兩種。以下是其特徵。

### 1. 超高層用 HP 排水系統

- 保證迴旋方式的高排水能力  
排水立管管徑 100 $\varphi$  用；9.5(L/s)、125 $\varphi$  用；12.5(L/s)
- 採用橫支管接續口 adapter 方式、實現整體化
- 橫支管連接上採用牢靠的袋式螺母
- 立管採用 one touch 接合方式
- 防止立管熱漲冷縮的 one touch packing 方式
- 立管管徑 100 $\varphi$  有應用於 50 層，125 $\varphi$  有應用於 54 層的實際使用成果

### 2. 中高層用 CP 排水系統

- 迴旋方式確保排水能力；確保 6.5(L/s)
- 管接頭本體剛性高，減少振動和排水噪音
- 防止污水排水的流入
- 立管安裝不需潤滑劑、橫支管採用 one touch 連接方式
- 防止立管熱漲冷縮的 one touch packing 方式

- 小型管徑；150φ
- barrier free 施工可行
- 立管管徑 100φ 有應用於 30 層的實際使用成果。

### 5.4.3 特殊管接頭排水系統的施工例

排水用特殊管接頭一般多被用於集合住宅・賓館飯店等類型的建築物中。不過，最近也開始被使用到醫院、辦公大樓等類型的建築物上。排水立管管徑，以 100φ 為主流，低樓層採用 80φ，30 層以上使用的是 125φ。

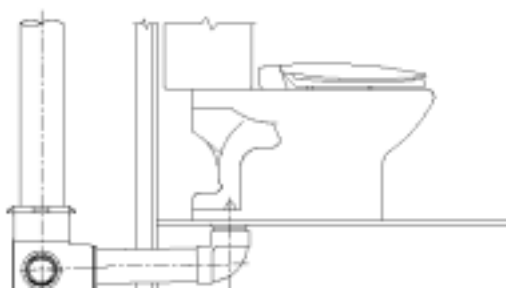
在排水立管的管材種類方面，採用較多的是內襯有聚氯乙烯鋼管、鑄鐵管、耐火被覆二層管等等。最近，由於考慮到廢物回收再利用，鑄鐵管的使用得到重新的評價。

在集合住宅的排水系統中、一般是採用污水・雜水分流式，即污水和廚房系統各設其單獨的下水管道，而把浴槽、洗面池以及洗滌等系統合在一起。因此，一家住戶中多設有 2 條或 3 條排水立管。

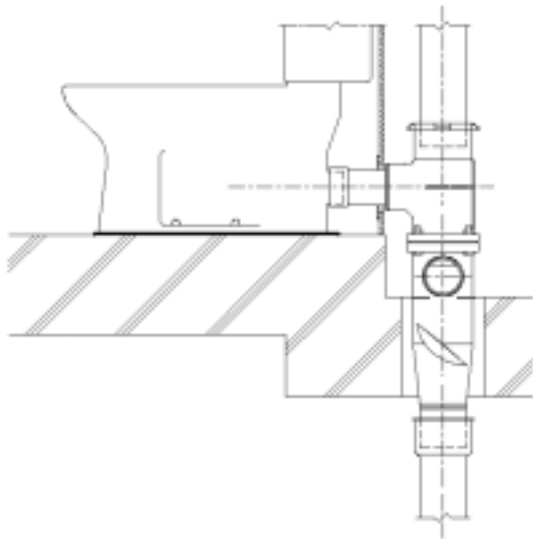
圖 5.9 是一個施工實例，即最為普遍被採用的在同一水平面上多方向連接排水橫支管的方法。最近，地板不設臺階等障礙物的所謂無障礙空間（barrier free）的住宅案例逐漸增加，配合此趨勢的發展，橫支管接口採用上下 2 段的管接頭施工情況也逐漸增加。另外，為了建造隔牆位置以及衛生器具可以被自由調動的高耐久化住宅，使構架軀体和內裝設備分離開來的所謂 skeleton infill (SI) 型住宅提案，也頗為引人注目。在日本，首先在都市基盤整備公團進行實驗測試等，目前也已經趨於實用化的最終階段。

以下是這些提案下排水方式的特徵。

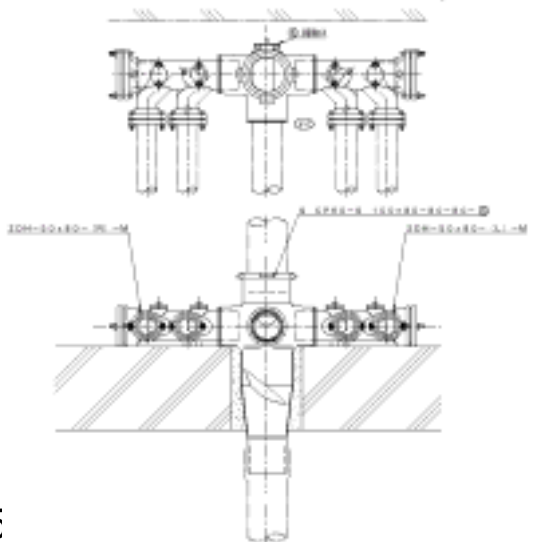
- 1) 將作為公用管道的排水立管設置在公用空間，從而使得排水立管的清掃維修，以及更新工程可以在不進入私人住戶房內即可進行。
- 2) 住戶居室內的各種混雜排水器具連接的排水橫支管，在到排水立管附近的公用部位處所設有的排水水頭（header）之間，採用單獨配管，途中不進行合流的方法。這樣可以減小配管斜率（1/100），並在同時，可以使得排水橫支管的清掃維修工作在不進入住戶居室內的條件下即可進行。
- 3) 污水排水橫支管單獨與排水特殊管接頭相連接。
- 4) 由於從住戶各種器具來的排水要合流到一條排水立管上來，所以應採用在排水管道系統中有很高排水能力的特殊管接頭排水系統。



1.同一水平面上複數方向排水橫支管接續方法



2·上下2段式排水橫支管接續方法



3·雜排水橫支管經排水 header 的接續方法

圖 5.9 排水用特殊接頭的施工例

5

實際運用情況

- 圖 5.10 是超高層集合住宅採用特殊管接頭排水系統的實際例子。
- (a)在埼玉縣所澤市建造的 31 層集合住宅，立管直徑 100  $\phi$ 。
  - (b)在東京都晴海地區建造的 50 層集合住宅，立管直徑 100  $\phi$ 。
  - (c)東京都大川端地區建造的 54 層集合住宅，立管直徑是 125  $\phi$ 。

最近，特別是在東京及周圍地區，近水區域處多蓋超高層集合住宅，在東京都汐留地區有3棟45層規模的超高層集合住宅正在施工中。隨著返回都市中心的現象出現，希望到那裏居住的人數劇增。需要指出的是，該超高層集合住宅裡普遍地採用了特殊管接頭排水系統。



31層高東京所沢摩天大樓



50層高東京晴海人工島新都心開發區



54層高東京大川端「21世紀河濱都市」

圖 5.10 特殊管接頭排水系統在集合住宅中的利用例

## 第五節 排水通氣閥的性能與適用性

### 5.5.1 前言

在日本，室內處理式“排水吸氣閥（以下稱為通氣閥）”，自1987年獲得建設省大臣的認可而被正式採用後至今已有15年的歷史。傳統



式的建築物內用於排水的通氣管道，其末端如圖 5.11 所示的是對室外開放的，所以可安裝在室內的管道間或房間天花板內的通氣閥就具有劃時代的意義，現在在日本國內市場上已有多種類型的通氣閥在銷售。因其具有貫穿類似屋頂的部位不需要再做防雨處理的特性，且施工簡便，因而被廣泛採用，其實際銷售數量已超過 200 萬個<sup>[A-19]</sup>。

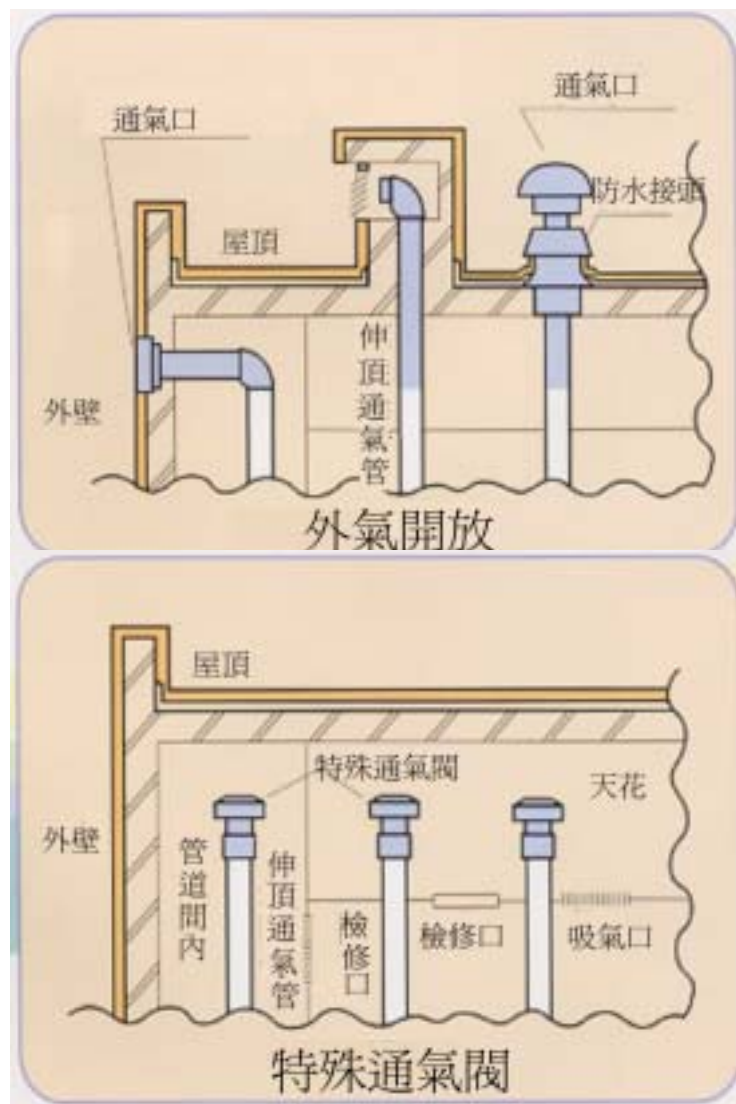
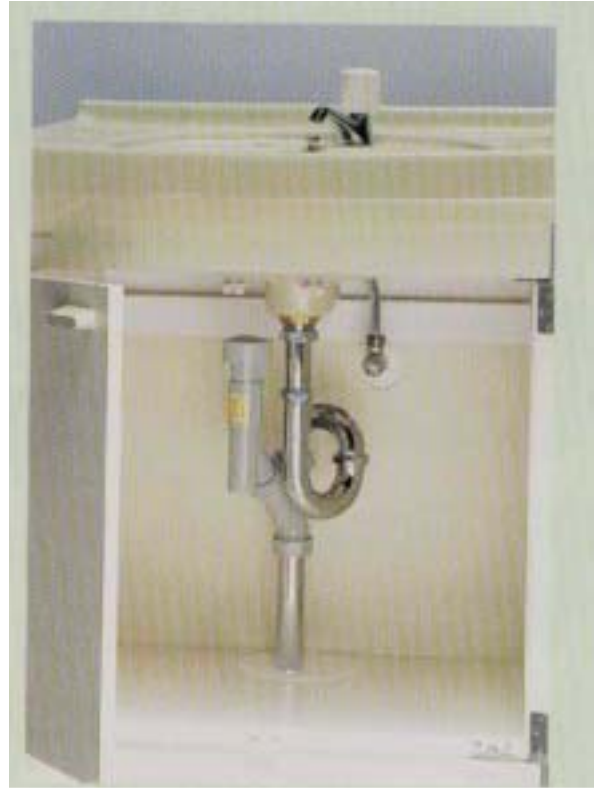


圖 5.11 通氣閥的末端

另外，一種同時具有通氣閥和止水浮球式截止閥功能的「低位通氣閥」，在 1997 年得到日本建設省的認可，如圖 5.12 所表示，低位通氣閥被安裝於廚房洗滌槽、洗面化妝台等衛生器具的溢水邊緣下部。本文將就這種「低位通氣閥」的機能、構造以及通氣特性等進行說明。



廚房洗滌槽用低位通氣閥



洗面化妝台用低位通氣閥

圖 5.12 低位通氣閥的設置例

## 5.5.2 通氣閥的構造和機能

通氣閥的構造和機能如圖 5.13、5.14 所示。

- (1) 無負荷時：橡膠密封墊的閥門由於自身重力而封閉起來，從而使排水管道內的臭氣不能外漏。
- (2) 排水時：排水時而產生的管內負壓使得橡膠密封墊的閥門向上

起，從而吸進排水時所需要的空氣，使排水順暢，並保護存水彎封水。

- (3) 排水終結時：水排出後負壓減少，橡膠密封墊由於自身重力而下落封閉起來，而在正壓發生的時候，橡膠密封墊更加擠向閥座，使之封閉而臭氣不得外漏。

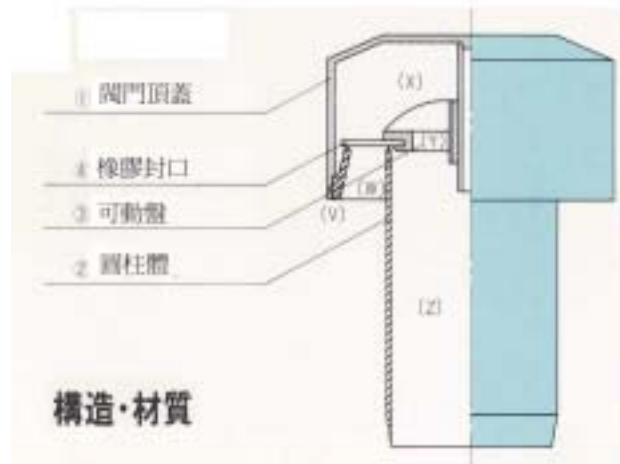


圖 5.13 通氣閥的構造

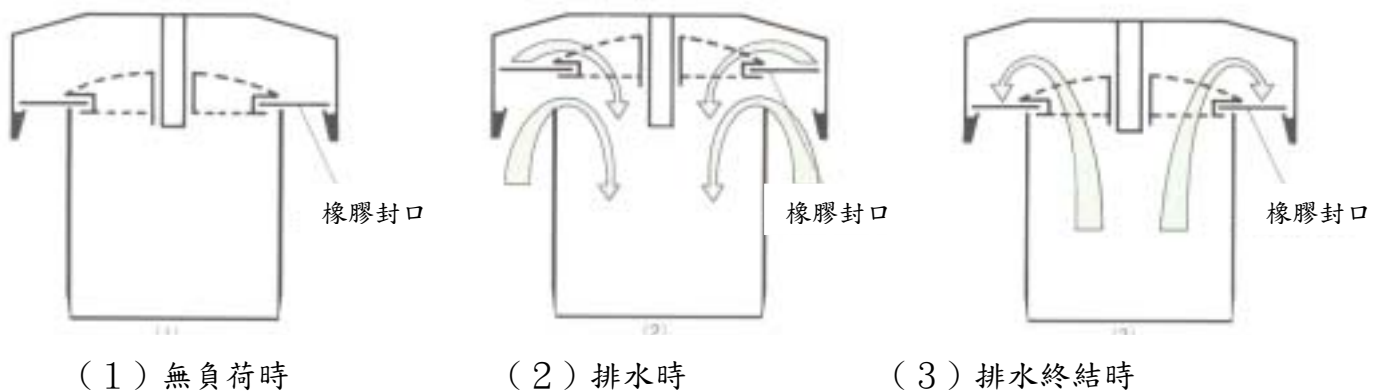
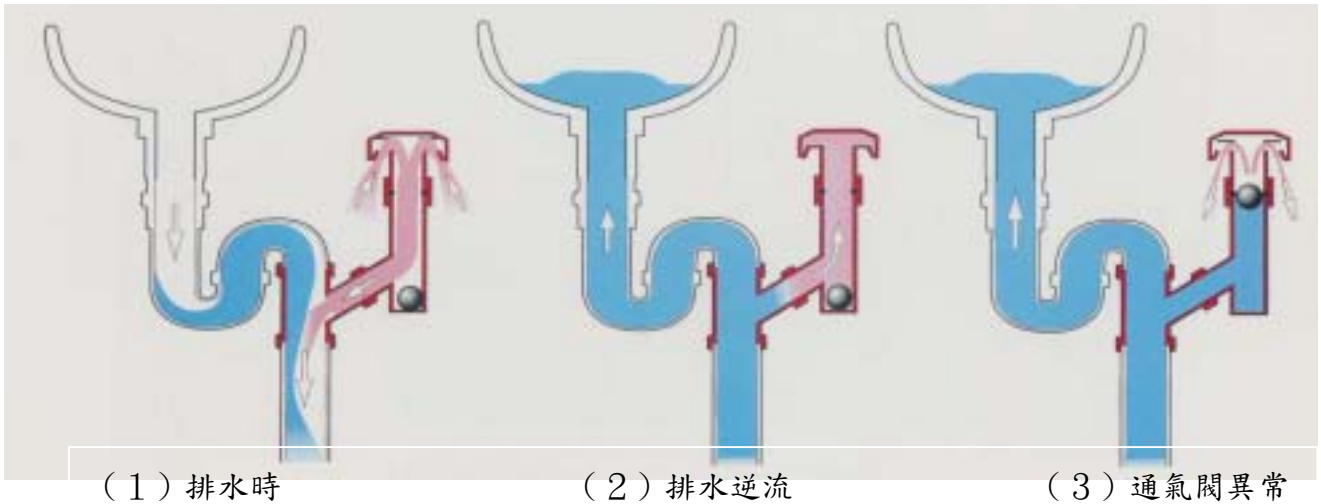


圖 5.14 通氣閥的機能

### 5.5.3 低位通氣閥的構造和機能

低位通氣閥的構造是由連接排水管的分支管、止水球的收藏管和大小只有 25mm 的微型通氣閥而構成。可直接安置在廚房洗滌槽碗狀存水彎的下部，也可設置在洗面器的 S 型存水彎流出管的直管上。其安裝照片由圖 5.12 所示。機能請參照圖 5.15。

- (1) 排水時：微型通氣閥打開，吸進空氣，促使排水順暢。此外，還可以防止由於負壓較大導致的自我虹吸或誘導虹吸而引起的對存水彎封水的破封。
- (2) 排水逆流時：排水管堵塞等引起排水逆流時，通氣閥關閉，止水球收藏管內出現氣密封，因而通常不必擔心漏水發生。
- (3) 通氣閥異常時：通氣閥由於某種原因而出現氣密封性損壞時，儘管水會流入，但是，漂起來的止水球能防止漏水。



(1) 排水時

(2) 排水逆流

(3) 通氣閥異常

圖 5.15 低位通氣閥的機能

#### 5.5.4 低位通氣閥的效果

在通氣不善或沒有通氣的地方會出現排水不良的情形，如排水噪音的異常、存水彎水封因破封而引起的臭氣逸散。在這種情況下，為安裝新的通氣管而破壞地面和牆壁，在建築方面是有許多困難的。和破壞牆壁、地面相比較，在本來已經明管露出的排水管上安裝通氣閥（如廚房洗滌槽或洗面化妝台的露明排水管），有施工簡單，不傷外觀，和設計上優越等特性。而且方便於結構體完工後再安裝，一旦用戶發生排水不良等情形時，可以用安裝低位通氣閥來作為解決之良策。

#### 5.5.5 低位通氣閥的通氣性能

##### (一) 實驗概要

圖 5.16、5.17 說明了實驗的系統概要。排水立管直徑為 75mm(鹽化塑料管)，排水橫向主管的管徑是 100mm。在各樓層的排水橫向支管上

設有大便池(沖刷式)、洗面器以及浴缸這三種衛生器具。在 A 系統中，屋頂通氣管及排水橫向支管都採用密閉狀態；在 B 系統中，屋頂通氣管密閉而在各層的洗面器上設有「低位通氣閥」。

為了確認低位通氣閥的通氣性能，做了以下實驗。排水負荷取為：取設置有大便池和浴缸的第三層為負荷層，採取大便池單獨排水和大便池+浴缸同時排水兩種情形。至於排水流流量，根據規範所規定的「定常流量法」，實驗所用器具的平均排水流量 (qd) 為，大便池 1.5(l/s)，浴缸 1.0(l/s)。

對於 A 系統和 B 系統，在單獨排水和同時排水時測定伸頂通氣管內的風速變動、各層的排水橫向支管內的壓力變動和存水彎中封水損失，從而確定排水時低位通氣閥的相關通氣性能。

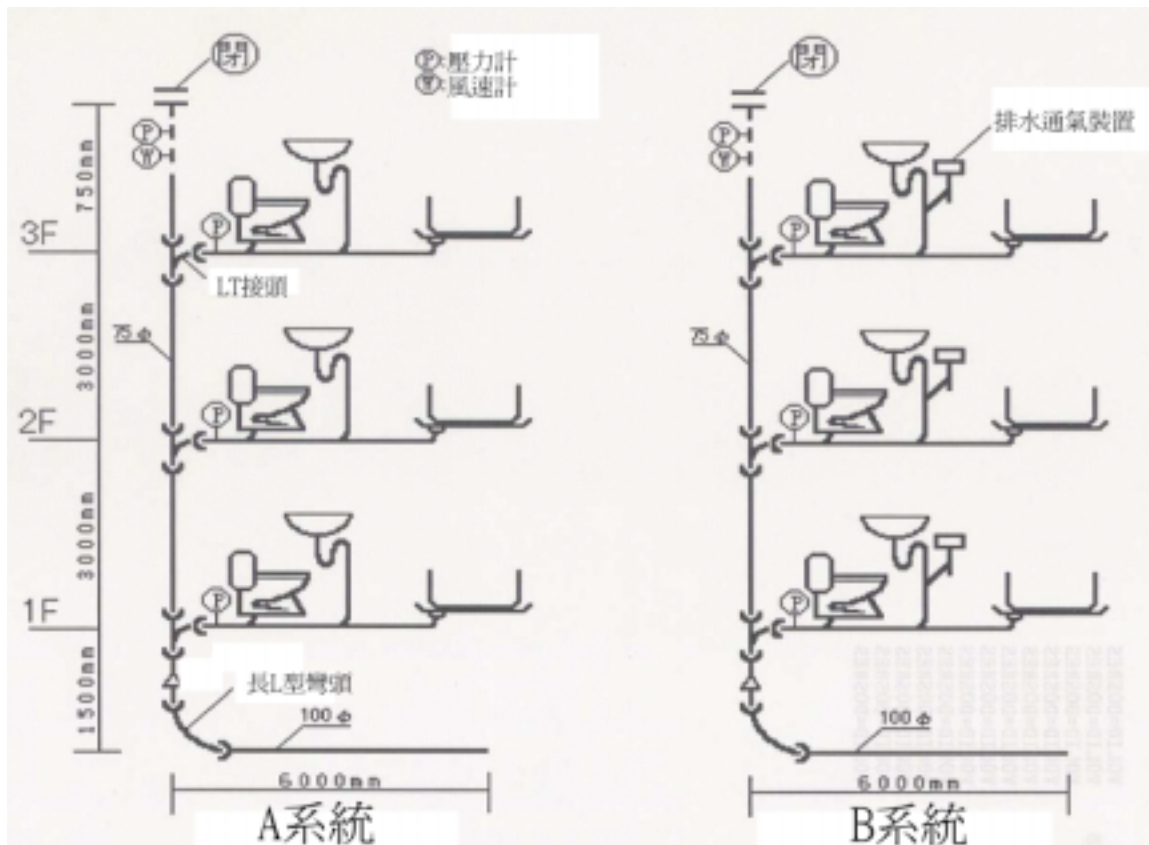


圖 5.16 低位通氣閥實驗的系統概要

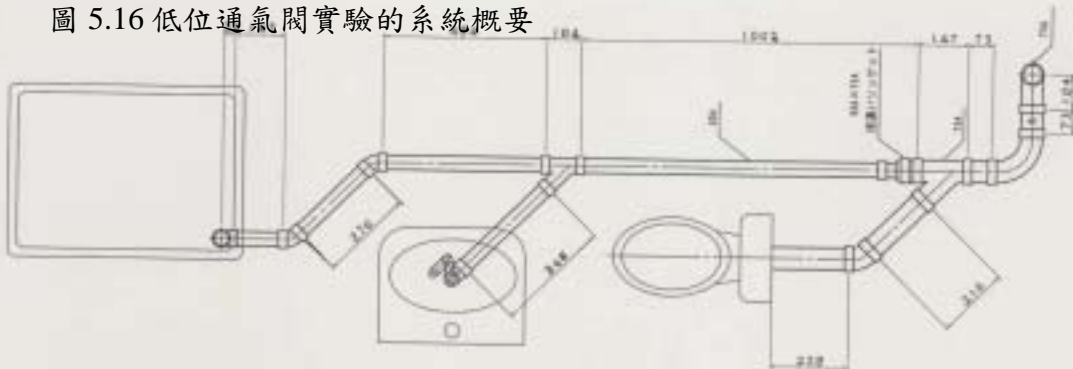


圖 5.17 低位通氣閥實驗的系統概要

(二) 實驗結果

(1) 排水能力的改善：

圖 5.18 是在 3F 上進行排水實驗時的管內壓力分布情況。請看管道中所產生的最大負壓，在 A 系統中，單獨排水時是  $-36\text{mmAq}$ ，同時排水時是  $-86\text{mmAq}$ (存水彎瞬間破封)，但是在設有低位通氣閥的 B 系統中，單獨排水時是  $-28\text{mmAq}$ ，同時排水時是  $-68\text{mmAq}$ ，兩種情形的負荷都有 20% 的負壓緩和效果。

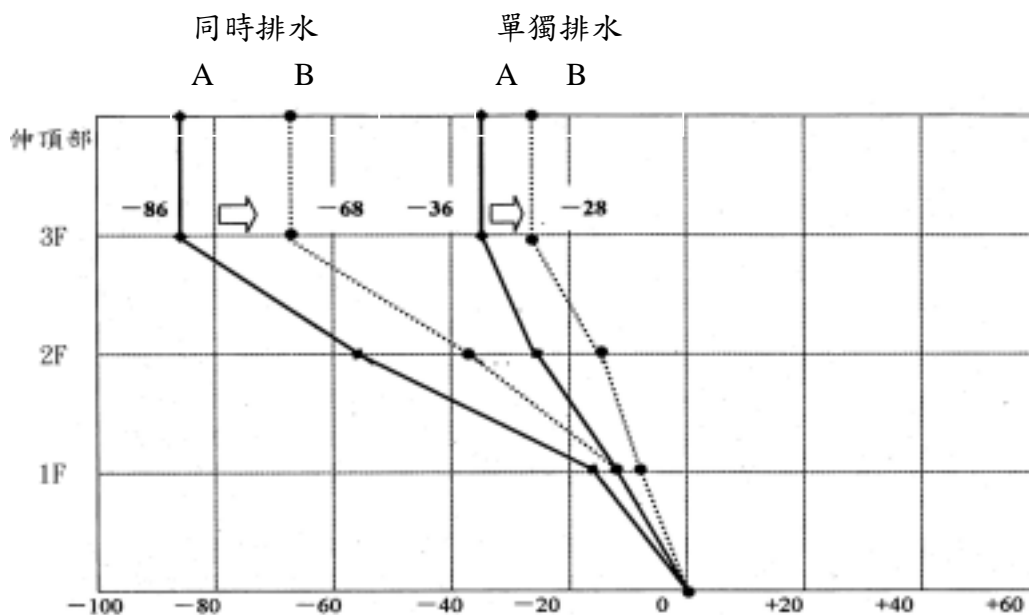


圖 5.18 3F 排水時的管內壓力

在 2F 上做同樣的排水實驗，如圖 5.19 所示。單獨排水情況下最大負壓從  $-36\text{mmAq}$  變為  $-21\text{mm}$ ，通時排水時從  $-48\text{mmAq}$  變為  $-34\text{mmAq}$ 。所獲得的負壓緩和效果是 30~40%。

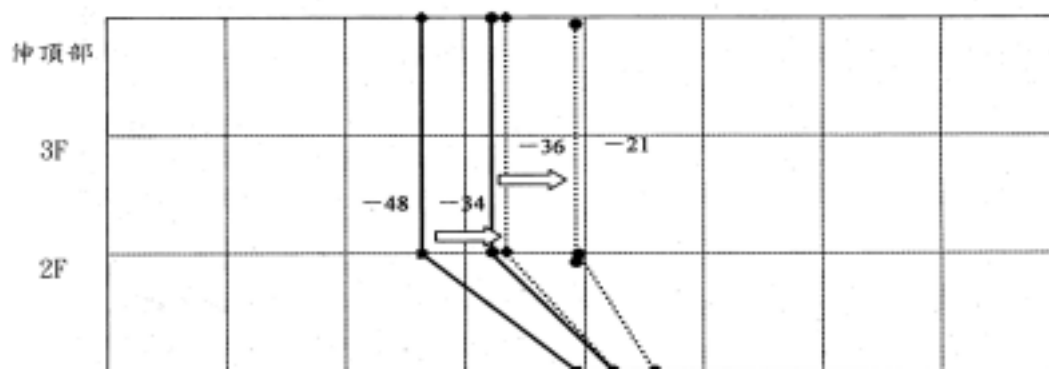


圖 5.19 2F 排水時的管內壓力

(2) 負荷層的誘導虹吸防止效果

圖 5.20 顯示了在排水負荷層的排水橫向支管上洗面器存水彎的封水損失情況。在無通氣閥的 A 系統裏，洗面器存水彎的封水損失為 32mm，相當於封水滿水時 60mm 的一半以上。而在 B 系統中該值為 17mm 是在封水深度的三分之一以內。可以證明，設置通氣閥取得了良好的防止誘導虹吸的效果。

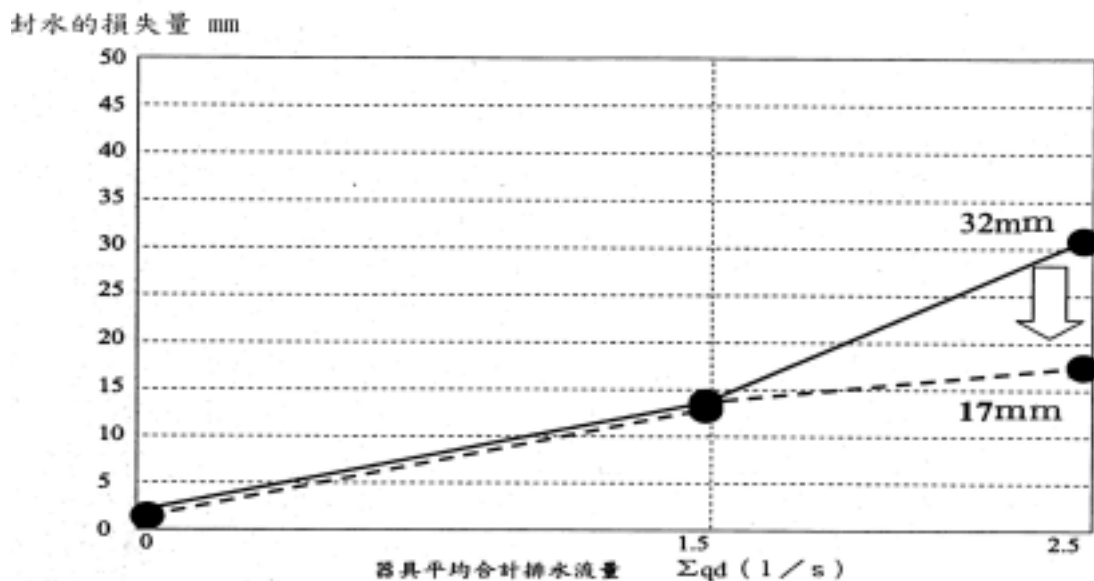


圖 5.20 3F 洗面器存水彎的封水損失量

(3) 對於下層的誘導虹吸防止效果

圖 5.21 顯示了 2F 浴缸用地板排水存水彎的封水損失情況。在無通氣的 A 系統中，封水損失是 37mm，為該 trap 封水深 50mm 的二分之一以上，並且有瞬間破封現象發生，B 系統中封水損失是 18mm，被控制在封水深的三分之一以下，得到了防止誘導虹吸的效果。

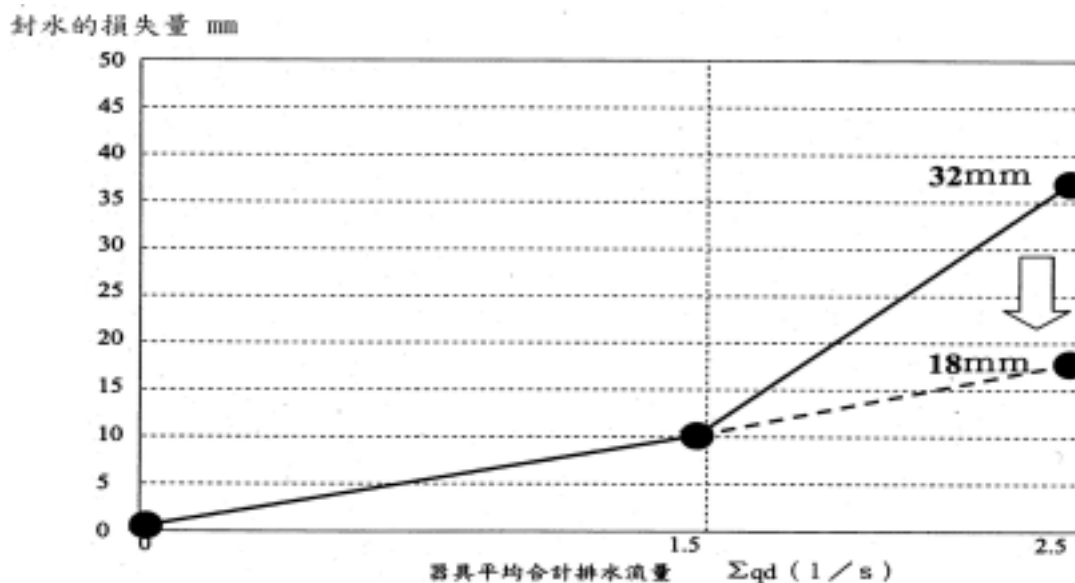


圖 5.21 2F 地面排水存水灣的封水損失量

### 5.5.6 小結

1. 使用小型 (25mm) 低位通氣閥，在建築物為 3 層左右的排水時，具有約 20% 的負壓緩和效果。但就負壓緩和效果而言還有其局限性，在伸頂通氣管密閉或者排水負荷層為 3 層以上並且流量較大時，還不能認為設置此通氣閥能夠完全防止存水彎破封。另外，在二層以下的無通氣系統中，洗面器用小型低位通氣閥的設置，可以保護存水彎的封水及使排水保持順暢。
2. 基於此，應該使用小型低位通氣閥作為洗面器、廚房洗滌槽等的單獨通氣管，或者作為排水橫支管的輔助通氣方式。
3. 使用型號較大的低位通氣閥時或是 2 個這種小型低位通氣閥一起使用，對管內負壓的緩和效果將再以實驗來進行確認。
4. 由於施工方面的考量，如 1F 單獨排水的橫主管上的通氣管設置，和不易在溢水邊緣上方設置通氣管等問題時，採用低位通氣閥是很有幫助的。因為是在衛生器具的溢水邊緣下方的隱蔽部設置，所以慎重施工是必要的技術條件。



## 第六章 結論與建議

本研究針對國內建築物排水通氣設備系統現況進行調查，並探討未來建立本土化設計技術規範之相關課題，同時從國內外既有研究文獻中，整理建築排水系統之性能評估理論與系統設計方法。詳細內容請參閱各章節之說明與論述，茲簡要歸納研究成果與結論如下：

- 一、文獻整理與理論方面，檢討中高層建築排水垂直立管之管內排水流體現象理論模式，初步建構合適國內之建築排水通氣系統性能實驗裝置，將排水垂直立管之流體現象與管內空氣壓力分佈現象明確化，確定建築物高度與排水立管內產生之壓力變化關係，提供國內排水垂直立管系統性能評估與問題對策之基本參考。
- 二、法令規範檢討方面，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，大多各自參考採用美、日各國之技術規範，國內並無明確之依循依據。目前國內作為集合住宅排水設備系統設計法令僅為建築技術規則之設備編，但沿用已久且未曾更新修訂，已無法滿足當今設計作業之需求，對應國際間規範基準之研訂或研究工作蓬勃發展，更顯國內建築排水法令與技術研究之迫切性。
- 三、透過案例調查分析，國內建築排水通氣系統及立管型式發展上，已出現相異於歐美、日本之作法，集合住宅特殊的排水立管結合通氣型式，目前仍缺乏排水系統性能確認方法，今後應加強釐清系統性能概念及於設計應用時之性能技術規範，以因應日新月異之新技術與新工法之發展。
- 四、加強推廣開放建築理念，導入局部雙層樓版及明管配管方式，是未來建築計畫在設備品質上進一步提升之作法與趨勢，本研究也檢討了可行之作法提供建築設計之參考，並完成四種給排水配管方式之成本效益分析，未來開放建築理念在設備計畫上相關技術課題也值

得繼續深入探討。

五、目前許多已被開發出來之特殊管接頭排水系統，具有配管施工簡便的特點及多口接頭的機能，同時在排水性能上也已經獲得確認，因此，在管道空間狹小的集合住宅和高層飯店等的建造中，作為經濟實惠的排水立管系統而被人們所採用，作為新技術新工法其未來之發展與應用也值得國內參考。

性能試驗系統的建置及實驗研究方面，國內仍屬起步階段，本研究也僅提出初步的階段性成果，未來仍須加強努力，希望不久的未來能在國內建立本土化建築排水通氣系統性能評估與試驗方法規範，提供國內建築給排水設備系統設計之參考，促進國內建築給排水衛生設備之進步與提升國人生活環境品質。本研究著重於國內建築過去從未加以重視的排水通氣系統之研究，乃以初步之基礎調查與相關技術規範檢討為主，並建構排水通氣性能測試方法以及可行性探討。建議未來針對舊有建築物排水立管改善、造價成本與效益比較分析、量化性能評估基準、排水立管與中水利用、雨水利用結合以及配合建築技術規則修正之相關課題研究，可作為後續研究方向。本研究也期待新的本土化設計技術規範的研議，未來能在相關基礎調查研究及可行新技術新工法獲得確認後，逐漸建構完成。

## 參考文獻

### A. 中文部份

1. 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。
2. 吳德憲, 1988, 〈給排水設備一問一答〉, 中華水電空調雜誌社。
3. 內政部建築研究所籌備處, 1997, 〈集合住宅系統化工法技術性規範分析整理—設備水電部分〉。
4. 財團法人中央營建技術顧問研究社, 1997, 〈建築物給排水衛生設備配管系統之研究〉。
5. 王啟明, 1991, 〈建築物給排水衛生設備配管系統之研究〉, 財團法人中央營建技術顧問研究社, 中華水電空調雜誌社, 內政部建築研究所委託。
6. 崔征國, 1994, 〈集合住宅管線容納方法之改良〉, 詹式書局。
7. 廖政治, 1995, 〈建築排水、衛生設備 配管施工標準圖例〉, 詹氏書局。
8. 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。
9. 中華水電空調雜誌 155 期, 1996.9, 〈建築設備的配管與施工〉, 中華水電空調雜誌社編。
10. 黃斌, 游義琦, 1997, 〈建築工程整體衛浴自動化技術之推廣與應用〉, 內政部建築研究所專題計劃成果報告。
11. 台灣區水管工程工業同業工會, 1998, 〈配管技術(給排水衛生工程)〉, 台灣區水管工程工業同業工會。
12. 中華水電空調雜誌 177 期, 1998.7, 〈給排水設備〉, 中華水電空調雜誌社編。
13. 聶華明, 林俊雄, 蕭振倉, 1999, 〈水電實習〉, 大中國圖書公司。
14. 空氣調和・衛生工學會, 2000, 〈給排水衛生設備規準・同解說(HASS-206)〉, 日本空氣調和・衛生工學會編。
15. 游森榮, 2000, 〈圖解建築個案實例〉, 詹氏書局。
16. 呂文弘, 鄭政利, 周衍均, 2001, 〈台灣地區中高層住宅建築排水通氣系統現況調查研究〉, 亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。
17. 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。
18. 李孟杰, 鄭政利, 2001, 〈建築陶瓷衛浴設備損壞因素探討〉, 亞洲地區建築給排水國際研討會論文集。

19. 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。
20. 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。

## B. 外文部份

1. Roy.B.Hunter，1941，"BMS 79 Water Distributing System for Building"。
2. R.S.Wyly and H.N.Eaton，Capacities of Plumbing Stack in Building,BMS Repoet,132 (1952)
3. R.S. Wyly and H.N. Eaton，1961，"Capacities of Stacks in Sanitary Drainage System for Building", N.B.S. Monograph 31。
4. B.J.Pink，1973，"A Study of Water Flow in Vertical Drainage Stacks by Means of a Probe",CIB-W62 Seminar。
5. M.Breda and Z.Najman，1973，"Flow Velocity and Rate in Drainage Piping Measured by Means of Isotopes",CIB-W62 Semminar。
6. Masayuki Ohtsuka, Heizo Saito，1985，"Basic Study for Performance Test and Theoretical Calculation of Drainage System", CIB-W62 Symposium。
7. Masayuki Ohtsuka, Heizo Saito，1988，"Basic Study on Performance Test and Theoretical Calculation System of Drainage Pipe Network"，Part 1, SHASE, No.36。
8. Masayuki Ohtsuka, Heizo Saito，1988，"Basic Study on Performance Test and Theoretical Calculation System of Drainage Pipe Network"，Part 2, SHASE, No.38。
9. SUZUKI Yukiito et al.，1992，"Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 1)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ。
- 10.ZHAO Lin-juan et al.; Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 2), Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ, (1993)
- 11.TANAKA Tohru et al.，1993，"Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 3)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ。
- 12.FU Li-wei et al.，1993，"Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 4)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ。
13. CHENG Cheng-li et al.，1993，"Study on Drainage System in Apartment Houses

- (Part 5)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ ◦
14. CHENG Cheng-li et al. , 1994 , "Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 6)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ ◦
  15. TANAKA Tohru et al. , 1994 , "Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 7)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ ◦
  16. TANAKA Tohru et al. , 1995 , "Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 8)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ ◦
  17. CHENG Cheng-li et al. , 1995 , "Study on Drainage System in Apartment Houses (Part 9)", Summaries of Technical Papers of Annual Meeting, AIJ ◦
  18. 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 Part 1" , J. Archit. Plann. Environ. Eng., AIJ, No. 481, Mar. ◦
  19. Cheng, Mei, Yih-Yung Yang, 1994 , "Production Rationalization of Architectural Construction: Design-Modeled on Existing Case" , Research Project Report of Architecture and Building Institute, Ministry of Interior.
  20. Lin, Hsin-Cheng , 2000 , "Preliminary Study on Housing Renovation Behavior in Taiwan" , Master Thesis, Department of Architecture, National Taiwan University of Science and Technology ◦
  21. Perng, Yeng-Horng, Kung-Jen Tu, 2000 , "The Development of an Open Building Housing" , Research Project Report of Architecture and Building Institute, Ministry of Interior ◦
  22. Stein, Benjamin, and John S. Reynolds, 2000 , "Mechanical and Electrical Equipment for Buildings" , John Wiley & Sons, Inc ◦
  23. Tu, Kung-Jen , 2000 , "Practical Issues of Open Building Implementation in Taiwan – A Case Study on an Open Housing Project" , Conference Proceedings of Open Building Tokyo 2000, October 16-18, Tokyo, Japan. pp. 449-454 ◦

## 附件一、會議記錄及處理情形

1. 期初簡報會議記錄及處理情形

2. 期中簡報會議記錄及處理情形

3. 期末聯合研討會會議記錄及處理情形

# 1. 期初簡報會議記錄及處理情形

時間：九十年二月七日（星期三）上午九時三十分

地點：內政部建築研究所會議室

主席：蕭所長江碧

審查意見	意見回應及處理情形
1. 中高層住宅排水通氣系統調查與設計之研究中，是否需要將噪音問題納入考量？	根據國外相關研究文獻，建築物排水噪音，特別是中高層集合住宅建築排水噪音問題，牽涉之技術問題相當複雜，而且涉及建築音響噪音控制之專門領域，或許需要跨領域之專家學者共同參與研究，本次研究計畫限於時間及經費，無法將此課題納入探討。
2. 此研究案是否包含低層建築？	本計畫擬針對中高層建築進行調查探討，係以有限的時間及經費從較具急迫性之課題著手，依一般理論判斷低層建築課題對策，亦可從中高層建築問題對策中獲得解決，在研究資源允許下，本研究也將盡量納入研究探討。
3. 其調查的地區及對象包含哪些？調查樣本數可否適度增加？	調查地區原則上以全國建築為對象，進行抽樣調查，本計畫將會兼顧樣本之取樣數及可信度。
4. 有關排水系統管線之材質及接管方式是否會對其排水通氣之功能產生影響？	排水系統管線之材質及接管方式會對其排水通氣之功能產生影響，這也是本計畫將探討之課題之一。

## 2. 期中簡報會議記錄及處理情形

時間：九十年七月十七日（星期二）上午九時三十分

地點：內政部建築研究所會議室

主席：丁副所長育群

審查意見	意見回應及處理情形
1. 本研究是否包括住宅之雨水排水？	從排水通氣設備之性能而言，雨水排水並無不同，唯設施及配管位置會有不同，本研究同意納入為檢討對象與議題之一。
2. 是否檢討排水通氣過程中之振動、噪音問題，以及排水通氣系統之固定方法？	類似意見於期初報告中已經答覆辦理，限於經費及時間恐怕無法全部納入探討研究。
3. 開放建築設計提出局部雙層樓版配管方式，至於本研究垂直管道部分以及廚房之給排水、陽台設置熱水器之給水管可否就此方式納入探討與提出建議？	本研究將盡量在允許範圍內斟酌納入檢討。
4. 第二、三章圖編號與內文所述圖編號不同，請修正。	遵照辦理。
5. 目前國內各建築物用水控制器材因節水之需要，用水量的減少及濃度增加，使原有設備性能均有重新檢討之必要，故建議亦能針對此課題加以研析。	此議題雖然重要並值得探討，但因研究經費及時間的限制，本研究僅能盡量斟酌納入檢討，未來或許仍有繼續深入探討的研究空間。
6. 有關各種排水通氣系統之施工難易度及支管阻塞問題宜納入評析。	此建議原屬本研究之排水設備性能議題，本研究會盡量斟酌納入檢討。
7. 第 15 頁中段「民國 63.2.15」應修正為「民國六十三年二月十五日」。	遵照辦理。

附註：關於審查委員對於期中報告內容不瞭解的意見及問題，已經於會中口頭溝通與說明回覆，在此不詳細重復敘述。



### 3. 期末聯合研討會會議記錄及處理情形

時間：九十年十一月九日（星期五）上午十一時整

地點：台北科大建築系設計館 8F 國際會議廳

主持人：何主任秘書明錦

審查意見結論	意見回應及處理情形
<p>1. 未來建議針對舊有建築物排水立管改善、造價成本與效益比較分析、量化性能評估基準、排水立管與中水利用、雨水利用結合以及配合建築技術規則修正之相關課題研究，作為後續研究方向。</p>	<p>本研究著重於國內建築過去從未加以重視的排水通氣系統之研究，乃以初步之基礎調查與相關技術規範檢討為主，並建構排水通氣性能測試方法之探討，研究內容與成果大致獲得會議與談專家學者之肯定，另外有關擴充探討課題及值得深入研究之議題建議，將列入報告書未來研究課題建議項目撰寫，敬請參照。</p>
<p>2. 本案期末審查原則通過，各與談人提供之意見，請計畫主持人參採並納入成果報告回應。</p>	<p>遵照辦理。</p>
<p>3. 請研究單位儘速完成研究計畫之修正，如期繳交成果報告及經費核銷。</p>	<p>遵照辦理。</p>

## 附件二、住宅排水衛生設備相關國家標準彙整

- 1.住宅用衛生設備組件模矩尺度
- 2.住宅用設備組件之排水試驗法

# 1.住宅用衛生設備組件模矩尺度

UDC 69.057.1:72.013:696.14:645.68

-1-

中國國家標準 <b>CNS</b>	住宅用衛生設備組件模矩尺度	總號	4 4 3 9
		類號	A 1 0 2 1

## Modular Co-ordinating Sizes of Sanitary Units for Dwellings

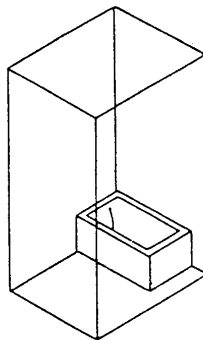
- 適用範圍：本標準規定住宅用衛生設備組件（以下簡稱衛生組件）之模矩尺度。  
備考：本標準模矩尺度係第 3.2 節所規定之相對組件基準面間之距離。
- 種類：衛生組件之種類如表 1 所示（參閱圖 1）。

表 1

種	類	符 號	說 明
單 件 式	浴室組件	B	沐浴用之室形組件
	廁所組件	T	如廁用之室形組件
	盥洗組件	L	洗面、或洗滌用之室形組件
多 件 式	浴室、廁所組件	BT	合沐浴、如廁用途於一室之室形組件
	浴室、盥洗室組件	BL	合沐浴、盥洗用途於一室之室形組件
	廁所、盥洗室組件	TL	合如廁、盥洗用途於一室之室形組件
	浴室、廁所、盥洗室組件	BTL	合沐浴、如廁、盥洗用途於一室之室形組件
組 合 式	浴室、廁所組所	BTC	浴室、廁所合為一體之室形組件
	浴室、盥洗室組件	BLC	浴室、盥洗室合為一體之室形組件
	廁所、盥洗室組件	TLC	廁所、盥洗室合為一體之室形組件
	浴室、廁所、盥洗室組件	BTLC	浴室、廁所、盥洗室合為一體之室形組件

圖 1 衛生組件之種類（例）

(1)單件式組件(B)



(共 5 頁)

公布日期  
67 年 7 月 24 日

經濟部中央標準局印行

修訂日期  
80 年 3 月 15 日

印行年月 80 年 4 月

本標準非經本局同意不得翻印

田 4(210×297)

## 2.住宅用設備組件之排水試驗法

UDC 696.14:621.648.057.4

— 1 —

中國國家標準	住宅用設備組件之排水試驗法	總號	5957
<b>CNS</b>		類號	A3106

### Method of Test for Drainage of Equipment Units for Dwellings

- 適用範圍：本標準規定住宅用設備組件<sup>(1)</sup>（以下簡稱組件）排水特性之試驗法。  
註(1)：本標準所稱設備組件為廚房設備組件、衛生設備組件，空氣調節設備組件及管路組件之總稱。
- 名詞定義：本標準中之主要名詞定義如下。  
(1)排水量 $V(I)$ ：排水量為組件之容水器具，於排水時間內所排出之總水量。  
(2)排水時間 $T(S)$ ：排水時間為排水組件所具有之器具，儲存總水量之97%，由開始排水到排放終止所需之時間。
- 試體：本標準所規定之試體如表1所示，以每一組件與排水管路組成一系統進行試驗。

表 1

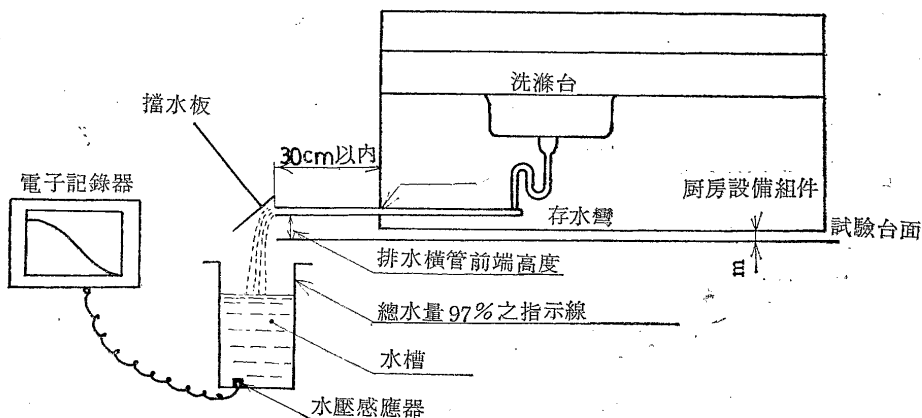
組件種類	試體
衛生設備組件	洗臉盆、洗手盆、洗衣機、浴缸、浴室洗濯台、馬桶、小便斗、其他。
廚房設備組件	廚房洗濯台、洗衣台、洗盤機。
空氣調節設備組件	儲水式熱水器。

#### 4. 試驗方法：

- 試驗裝置：組件按圖1所示，安置於試驗台上，組件與試驗台面之距離（空隙） $m$ 由製造廠指定。由組件之排水管排出之水須注入水槽中。以秒為計時單位，測出自水到達水槽底開始，到注入水量達到組件內容水器具總水量之97%為止，所需時間即為排水時間。

做此試驗時，需在組件上或器具上安裝規定之存水彎。若需延長排水橫管，以使排水能夠注入水槽時，應採用與組件規定之排水管相同口徑之水管，且延長至組件外部之長度不得超過 30 cm。如有附於組件外之豎管時，應將豎管取掉才進行試驗。為了正確讀取排水時間，最好選用水表面積較小之水槽，至於排水橫管前端之位置，由製造廠指定，但需符合 CNS \_\_\_\_\_（住宅用配管組件）第 \_\_\_\_\_ 節，接於排水豎管之排水橫支管出水口高度之規定。

圖 1 排水試驗裝置例圖



(共 2 頁)

公布日期 69年8月13日 經經部中央標準局印行 修訂日期 年 月 日

印行日期 69年10月

本標準非經本局同意不得翻印

甲4 (210×297)



## 附件三、訪談問卷格式

### 1. 專業技術者訪談問卷

### 1. 傳真徵詢訪談意願問卷與現場調查問卷

### 1. 專業技術者訪談問卷

計畫名稱： 中高層住宅排水通氣系統調查與設計規範之研究

#### 專業技術者訪談紀錄

訪談時間： 年 月 日

訪談人員：

受訪者： 事務所 代碼：

一、公司組織型態：

(一) 公司人力規模：5人以下 5-10人 10-20人 20-30人

(二) 業務發展主軸：1. 公有建築 私有建築

2. 辦公類 住宅類 醫院類 旅館類 學校類

(三) 業務合作對象：業主 建築師 其他 ( )

(四) 專業技術證照：電機技師 空調技師 工程顧問公司 其他 ( )

人數：

二、給排水設計業務執行概要：

(一) 給排水設備系統設計依據 (請填寫)

1 National Plumbing Code

2

3

(設計法規或規範，如International Plumbing Code或HASS 206給排水衛生設備規準・同解說)

(二) 設計原則與考量事項

1

2

3

(如營建業與建材市場發展趨勢、業主需求、成本)

(三) 變更設計或計畫執行窒礙之原因分析 (請訪談記錄)

1

2

3

4

5

6

(設計、施工圖說不符/施工技術能力與設計要求不符/噪音問題/接頭設計不當等)

## 2. 傳真徵詢訪談意願問卷與現場調查問卷

### —— 案例調查

調查時間： 年 月 日 代號： -

1. 工程地點： 縣/市 2. 構造別： RC、 S、 SRC

2. 建築物分類：

公共集會、 商業、 工業倉儲、 休閒文教、 辦公、  
 住宿

3. 建物規模：

地上 \_\_\_\_ 層，地下 \_\_\_\_ 層 ( ) 棟，

總戶數：\_\_\_\_\_ 標準層戶數：\_\_\_\_\_

標準層面積：\_\_\_\_\_ 總樓地板面積：\_\_\_\_\_

4. 設計時間： 年 月

5. 完工時間： 年 月

6. 污水下水道接管： 是、 否

7. 廢水處理場設置： 是、 否 (100 戶或 500 人以上)

7. 建物污水處理： 放流排水溝、 污水處理槽、 污水下水道

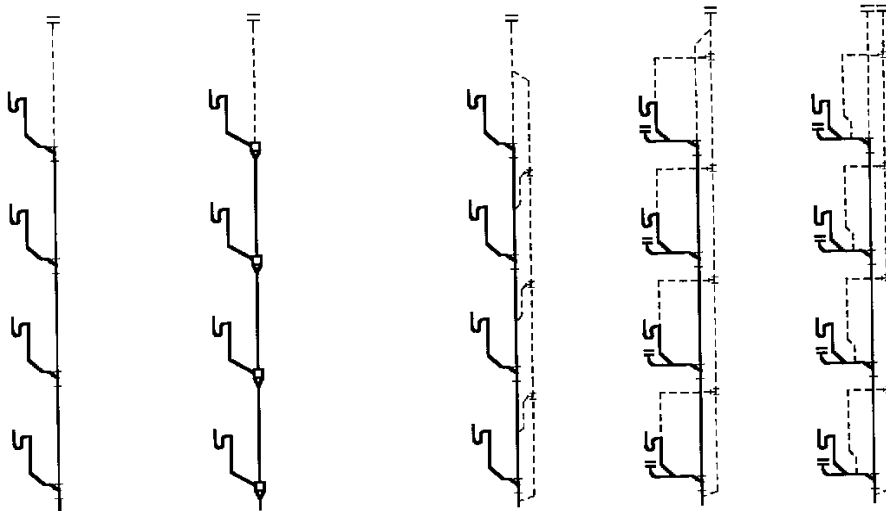
8. 一般廢水處理： 放流排水溝、 污水處理槽、 污水下水道

9. 內部管路材質： 銅管、 鍍鋅鋼管、 不銹鋼管、  
 PVC 管、 陶瓷管、 PE 管、 內襯管

10. 排水管材： PVC 管、 PE 管、 鑄鐵管

11. 排水通氣系統種類：

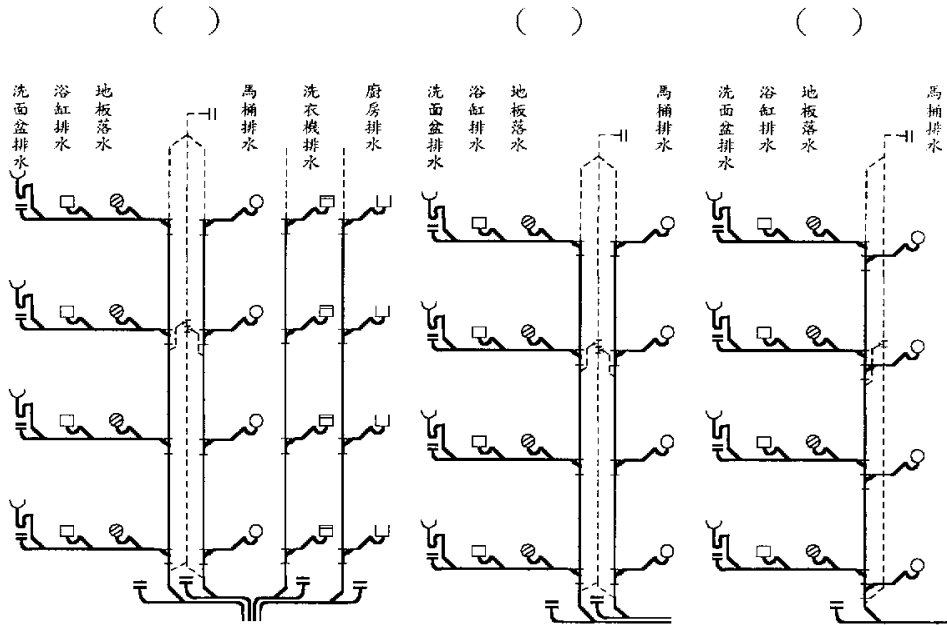
一般單管排水立管       特殊接頭排水立管       二立管單伸頂通氣       二立管單伸頂器具通氣       二立管二伸頂回路通氣



a. 單管式排水伸頂通氣系統

b. 二管式排水通氣系統

12. 排水形式的分類：



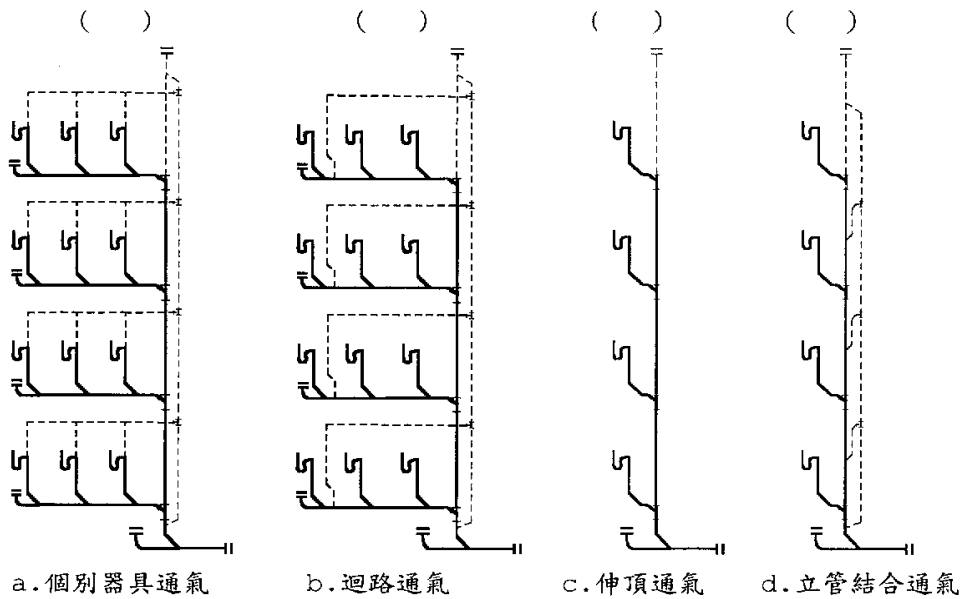
a. 各類排水分流 b. 二管式建築污水雜排水分流 c. 單管式排水合流

13. 排水橫主管和立管交會於：( ) B1 層、( ) 1 層、( ) 2 層、( ) \_\_\_ 層

14. 低樓層單獨排水立管設置：( ) 是，第 \_\_\_ 層、( ) 否

15. 採取獨立的排水：( ) 雨水、( ) 廚房、( ) 洗衣機 ( ) \_\_\_

16. 排水通氣形式種類：






## 附件四、實務項目與現況調查紀錄

- 1.水平配管的注意事項
- 2.排水管或壁體破壞的情形
  1. 配管穿越梁或防火區劃的方式
  2. 通氣管位置
  3. 雨水管的預埋施工
  4. 穿牆止水套管
  5. 屋頂配管設施
  6. 維護注意事項
- 9.排水系統設計圖例
- 10.明暗管系統比較

1.水平配管的注意事項
-------------

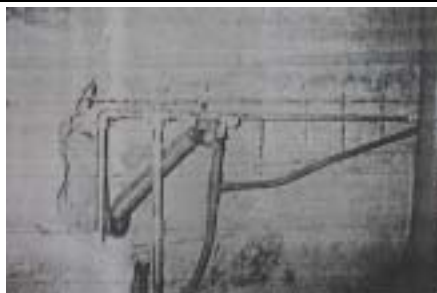
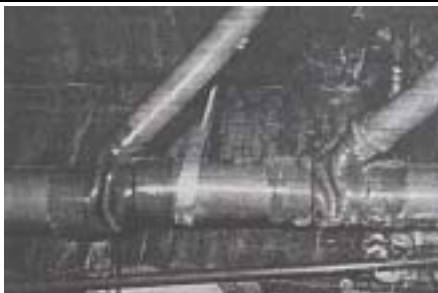

案例介紹：
-------

不良案例	優良案例
 <p>■ 排水管支管垂直接入橫主管。</p>	 <p>■ 排水橫支管以 45 度水平接入橫主管。</p>
 <p>■ 水管位於電氣排管上方。</p>	 <p>■ 排水橫管直角轉向下方加做滴水盤。</p>
<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 排水橫支管應以 45 度水平接入橫主管。</li> <li>2. 水管應位於電管的下方，避免漏水影響電管。</li> <li>3. 排水立管轉水平管時，應再下方佳作滴水盤，防止直接漏水。</li> </ol>	 <p>■ 排水橫管直角轉向以兩只 45 度 L 型頭銜接。</p>

	 <p>■排水橫管直角轉向以 45 度 L 型頭銜接</p>
--	--

## 2.排水管或壁體破壞的情形

案例介紹：

不良案例	不良案例
 <p>■ 暗管不易維修。</p>	 <p>■排水過熱使塑膠排水管扭曲變形。</p>
 <p>■ 排水管重疊坡度不足。</p>	

說明：

1. 將管道直接埋於結構體內導致損壞時需破壞結構體水管應位於電管的下方，避免漏水影響電管。
2. 隔間變更排水管重置坡度不足保護層坡度亦不足。
3. 熱水排水過熱使塑膠排水管扭曲變形。

### 3.配管穿越梁或防火區劃的方式

案例介紹：

不良案例



■未設套管或位置不當。

優良案例



■完全封閉防火隔斷。



■順應排水坡度而損毀部份結構體。



■預埋的穿版套管。

說明：

1. 防火-各層水平管線進入管道間處完全封閉能有效作為防火隔斷。
2. 防火-垂直管道間以預置的鐵板組成防火板
3. 套管-垂直管道間使用套管。
4. 穿梁套管事先配管和套圖溝通。

#### 4.通氣管的位置

案例介紹：

優良案例



■ 通氣立管銜接位置。

說明：

1. 補助通氣管之上端接通氣利管位於地板面 90 公分以上。
2. 器具通氣管接入立管位置，應再高於最高衛浴設備溢水面 15cm 以上處接入立管。



■ 器具通氣管接入立管位置。

## 5. 雨水管的預埋施工

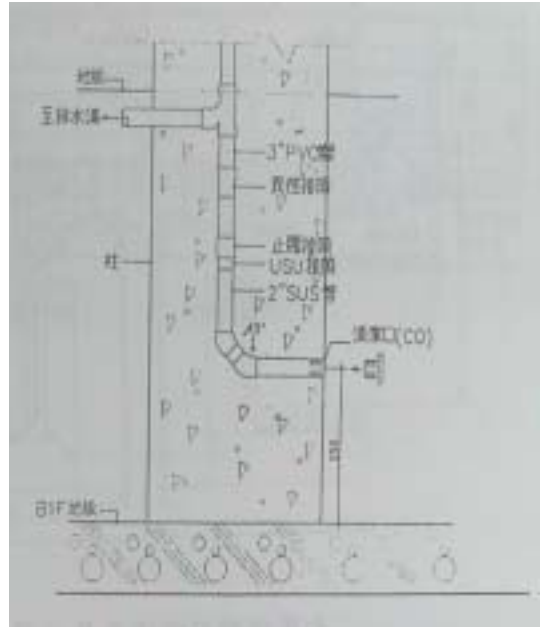
案例介紹：

不良案例



■雨水配管位置不良。

優良案例



■雨水管延伸集清潔口安裝示意圖。

說明：

1. 下層筋配置好後，水電工進場配管，完成後再予以施做上層鋼筋的埋設良，可避免暗管的保護層不足。
- 2.
5. 防火-垂直管道間以預置的鐵板組成防火板
6. 套管-垂直管道間使用套管。

## 6. 穿牆止水套管-1

案例介紹：

不良案例



- 污水沿著污水管壁流入地下室。

優良案例



- 施工中的止水套管。



	 <p data-bbox="965 728 1252 766">■止水板或止水套管。</p>
--	---

說明：

1. 為防止污水排除的過程中，在戶外側產生阻塞或溢流的情形，導致排水沿著穿牆的縫隙回流入室內，應在外牆部分預埋止水版或止水套管。
2. 止水套管以預埋為主，避免事後打鑿。

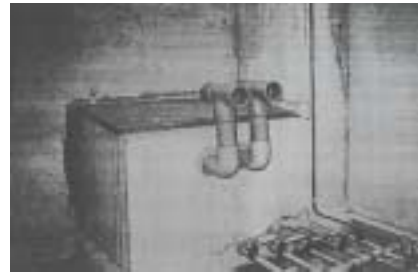
## 7.屋頂配管設施

案例介紹：

不良案例	優良案例
------	------



■通風口過小且僅單邊設置通風不良。



■開口設置活動不銹鋼蓋可方便維修時管線抽換。



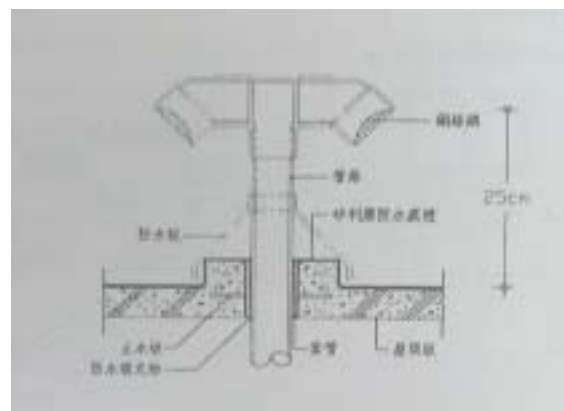
■透氣罩開口面積未加大且無泛水罩保護。



■透氣罩兩個開口面積大於通氣管斷面積且有泛水罩保護。

說明：

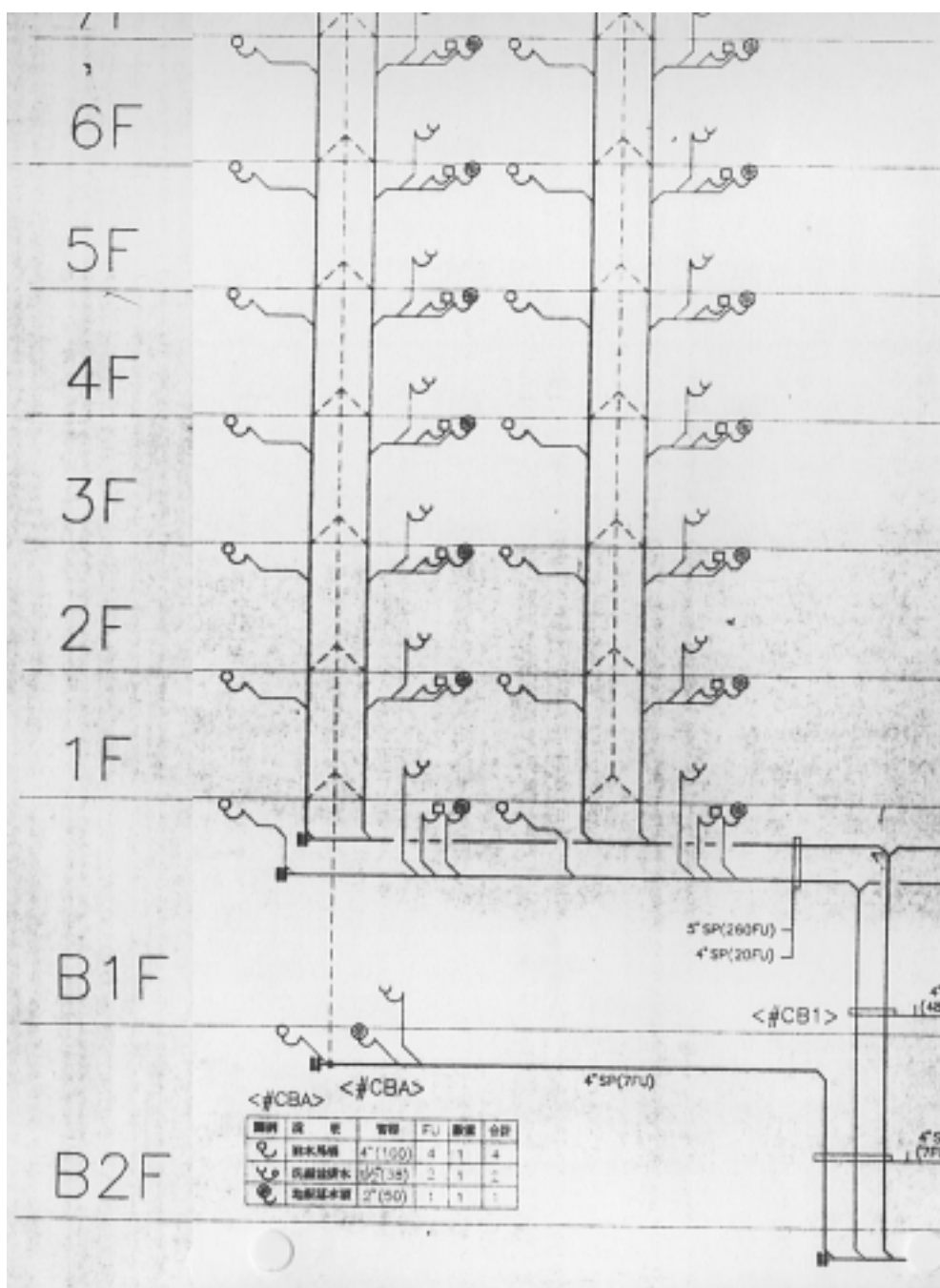
1. 透氣泛水罩須確保期通氣的性能和防水的保護。
2. 右圖為泛水罩的接合施工圖。



## 8.維護注意事項

案例介紹：	
優良案例	優良案例
 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 管道間開口裝設鋁玻璃窗於防火不利。</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 標示排水方向和名稱。</li> </ul>
	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 利用外牆凹處明管配置維修保養便利。</li> </ul>
	 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 露明管線加保護措施。</li> </ul>

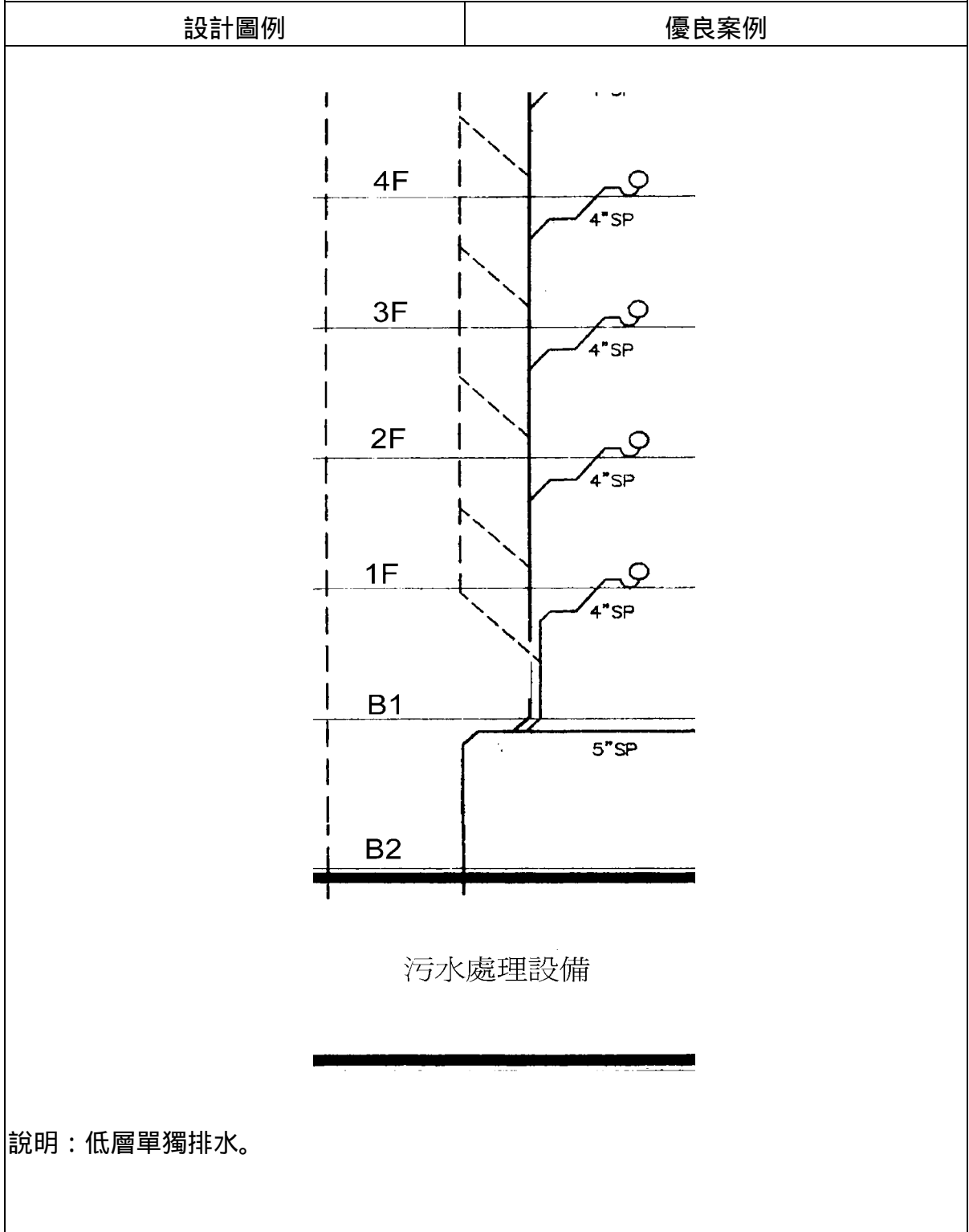
<p>■低層住宅設置易維修的管道間</p>	<p>說明：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 地下室供停車使用時，直立露明管線若未加保護措施，容易被汽車碰損。</li> <li>2. 排水管標示排水種類和流向時，方向日後查驗和維修。</li> <li>3. 利用建築物的與澆配置明管方便維修。</li> </ol>
<h3>9.排水系統設計圖例-1</h3>	
<p>案例介紹：</p>	
<p>設計圖例</p>	<p>優良案例</p>



說明：低層 1F 單獨排水。

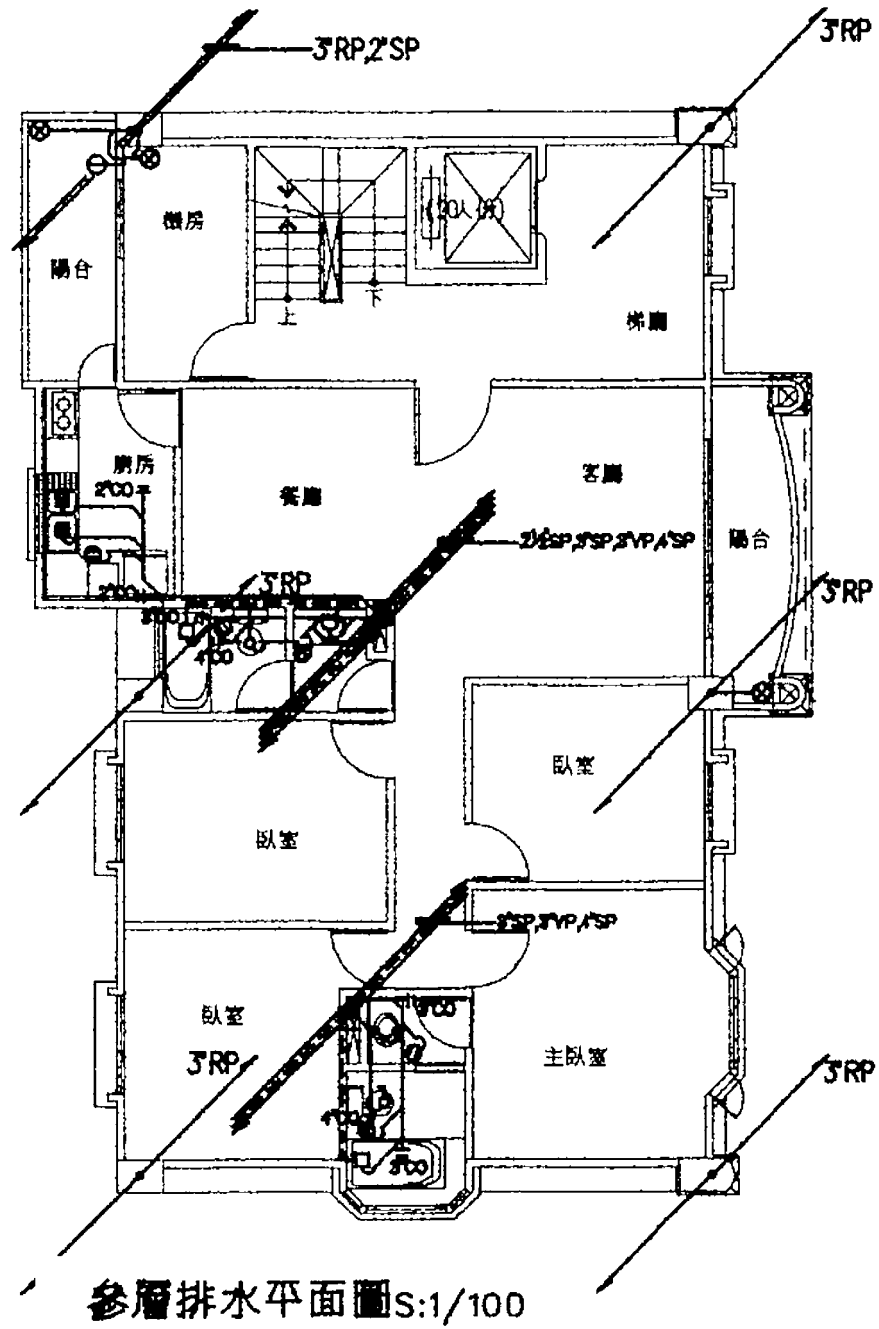
排水系統設計圖例-2

案例介紹：



### 排水系統設計圖例-3

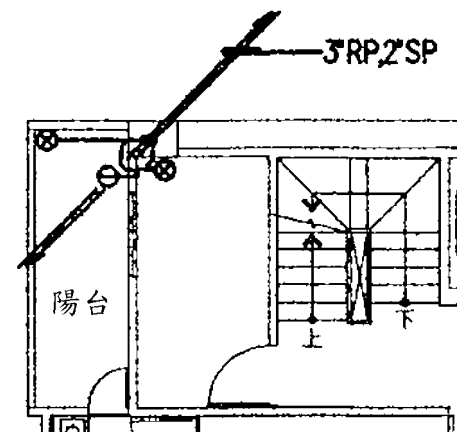
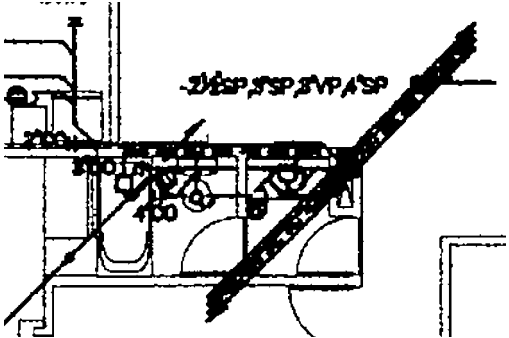
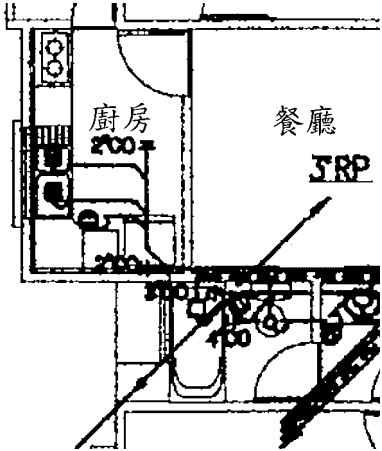
案例介紹：



說明：排水平面圖-分流。

排水系統設計圖例-4

案例介紹：

設計圖例	設計案例
<p>說明：排水平面圖-分流-洗衣機。</p>	
<p>說明：排水平面圖-分流-浴室。</p>	
<p>說明：排水平面圖-分流-浴室。</p>	

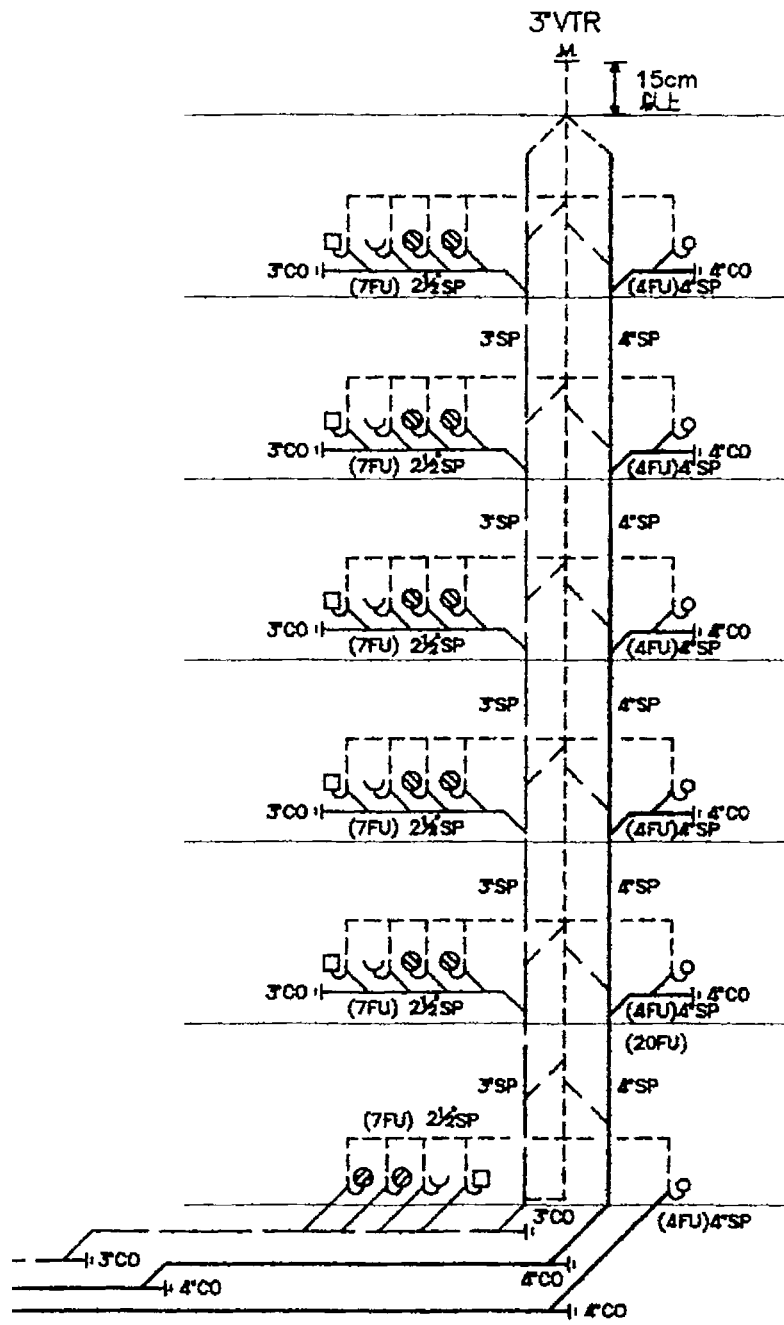


## 排水系統設計圖例-5

案例介紹：

設計圖例

設計案例



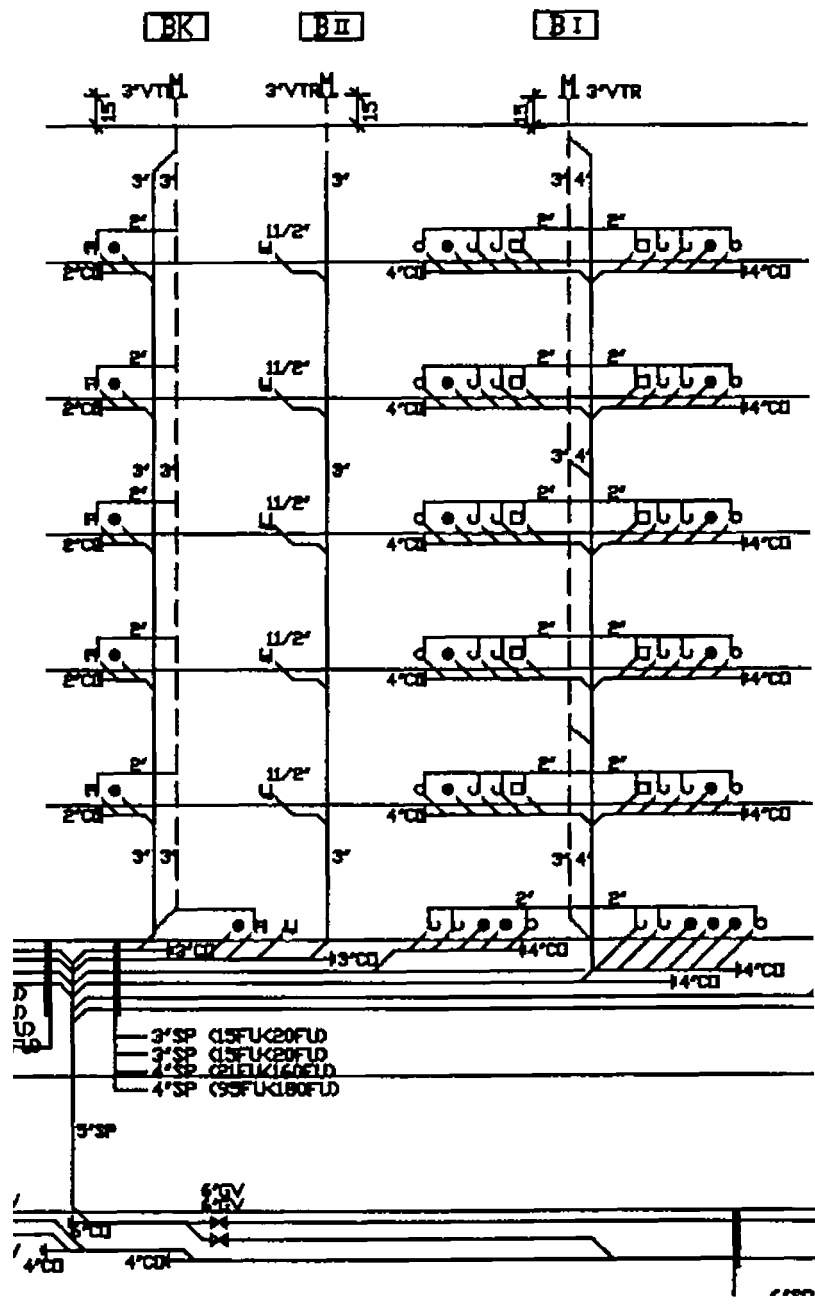
說明：低層單獨排水-個別器具通氣。

## 排水系統設計圖例-6

案例介紹：

設計圖例

設計案例



說明：各類排水分留昇位圖。

## 10.明暗管系統比較

	明管系統	暗管系統
設備空間	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 需設置水平、垂直管道空間，配管架設於管道空間內。</li> <li>2. 配管採彈性支承及伸縮接合，可承受地震等側向力的作用及溫差變大產生的伸縮變位</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 無需獨立管道空間，管線埋設於結構體內，佔用柱樑斷面積，影響結構強度。</li> <li>2. 配管埋設於 RC 結構體，固定接合，配管與結構體之變位量需一致。僅適合於低層建築。</li> </ol>
設備費	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設備成本較高，需考慮配管於結構體上之支撐、固定吊裝方式。</li> <li>2. 需考慮管道間之防音、防火、防振對策，增加設備成本。</li> <li>3. 整體施輟費用較案偉系統多，但後續維修替換費用較省。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 埋設方式，減少固定及支撐之費用</li> <li>2. 噪音、振動、防火之間題較少。</li> <li>3. 整體施作費用較省。但後續維修費用較多。</li> </ol>
維修使用、防音、防火	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 管道間上留設檢修口、維修操作上較方便，並可實施更新作業。</li> <li>2. 垂直管道上下貫穿各樓層，火災發生時，易產生煙囪效應；故管道間應設置防火檢修門，配管與防火構造之間孔隙以防火材料填塞。</li> <li>3. 管道間形成傳音路徑，故需考慮管道構造及檢修口門扇之隔音性能。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 更換管線需打鑿結構體。</li> <li>2. 配管埋設於 RC 構造體內，防火性能佳。</li> <li>3. 配管有滲漏現象時，維修、更新作業操作困難。</li> </ol>



■ 明管系統的給水管和排水橫管



- 低層住宅設置易維修的管道間