

建築物中水道系統——

廢水再利用之可行性研究

(期末報告)

委託單位：內政部建築研究所籌備處

執行單位：中國土木水利工程學會

中華民國八十年九月二十七日

目 錄

第一章 前言	1
1.1 諸論	1
1.2 研究目的及內容	2
1.3 研究方法及進行步驟	2
1.4 預期成果	3
第二章 文獻回顧	4
2.1 台灣地區現有水資源之開發利用概況	4
2.2 處理水回收再利用之基本概念	6
2.2.1 單獨建築物之處理水再利用	6
2.2.2 下水處理水再利用	10
2.2.3 下水處理水循環再利用計劃	11
2.3 國外研究情形	14
2.3.1 建築物處理水再利用情形	14
2.3.2 各種循環再利用水之用途	20
2.3.3 再利用水之水質標準	20
2.3.4 各種循環水再利用之水量關係	41
2.3.5 循環水再利用之處理流程	41
2.3.6 美國再利用水之實例及水質標準	58
2.3.7 中水道系統設施之安全管	59
第三章 結果與討論	61
3.1 各測定地點之水量探討	61
3.2 各測定地點之水質分析及探討	67
3.3 再利用水處理程序	86
3.3.1 混凝沈澱→砂濾程序	87

3.3.2 混凝沈澱→活性炭過濾·····	103
3.3.3 混凝砂濾與混凝活性炭比較·····	118
3.3.4 加氯消毒·····	126
3.3.5 雨水水質·····	126
3.3.6 建議中水道系統之水質及其處理程序·····	107
3.3.7 經濟規模分析·····	129
第四章 結論與建議·····	132
附錄一 中水道系統—廢水再利用之可行性研究問卷調查·····	137
附錄二 中水道系統—廢水再利用之可行性研究問卷調查及統計分析··	141

圖 目 錄

圖2.1	台灣地區水資源利用現況(民國七十五年).....	5
圖2.2	中水道處理水循環再利用之方式.....	7
圖2.3	建築物循環用水系統圖(三棟共用).....	9
圖2.4	自來水系統及下水再利用系統(中水道)配管示意圖.....	12
圖2.5	下水處理水之循環再利用計畫.....	13
圖2.6	日本各都市相關區域中建築物廢水再利用之比例數.....	16
圖2.7	日本各都市每天設計循環再利用容量地區分佈比例數.....	16
圖2.8	再利用水不同用途別之百分比.....	17
圖2.9	下水處理水循環利用設施程序.....	52
圖2.10	典型再利用水之處理流程.....	53
圖3.1	各採樣單位每日使用洗手台人數.....	64
圖3.2	各採樣單位洗手台每日之洗手水量.....	65
圖3.3	各採樣單位洗手台每人平均用水量.....	66
圖3.4	不同採樣次序之固體物濃度(台北工專).....	74
圖3.5	不同採樣次序之BOD與COD之比值(台北工專).....	75
圖3.6	不同取樣次序之BOD及COD值(台北工專).....	76
圖3.7	不同採樣次序之固體物質含量(中興工程顧問社).....	77
圖3.8	不同採樣次序之T-N及T-P值(中興工程顧問社).....	78
圖3.9	不同採樣之BOD及COD濃度(中興工程顧問社).....	79
圖3.10	各採樣次序之固體物質(省住都局).....	80
圖3.11	各採樣次序之ABS，T-P，T-N濃度(省住都局).....	80
圖3.12	各採樣次序之pH值(省住都局).....	81
圖3.13	各採樣次序之BOD／COD比值(省住都局).....	81
圖3.14	各採樣次序之BOD與COD值(省住都局).....	82

圖3.15 各採樣次序之PH值，各採樣次序之ABS濃度(中鼎工程公司)·····	83
圖3.16 各採樣次序之BOD／COD比值	
各採樣次序之固體物濃度(中鼎工程公司)·····	84
圖3.17 不同採樣次序之BOD與COD濃度(中鼎工程公司)·····	85
圖3.18 中鼎(Ⅱ)混凝後砂濾後之結果關係圖·····	89
圖3.19 東怡(Ⅱ)混凝後砂濾後之結果關係圖·····	92
圖3.20 台北工專(Ⅲ)混凝後砂濾後之結果關係圖·····	94
圖3.21 住都局(Ⅲ)混凝後砂濾後之結果關係圖·····	96
圖3.22 中鼎(Ⅲ)混凝後砂濾後之結果關係圖·····	99
圖3.23 東怡(Ⅲ)混凝後砂濾後之結果關係圖·····	102
圖3.24 中鼎(Ⅱ)活性碳過濾後關係圖·····	105
圖3.25 東怡(Ⅱ)活性碳過濾後之關係圖·····	107
圖3.26 台北工專(Ⅲ)活性碳過濾後關係圖·····	109
圖3.27 住都局(Ⅲ)活性碳過濾後關係圖·····	112
圖3.28 中鼎(Ⅲ)活性碳過濾後關係圖·····	114
圖3.29 東怡(Ⅲ)活性碳過濾後關係圖·····	117
圖3.30 BOD的去除率與混凝劑關係·····	121
圖3.31 COD ₁ 的去除率與混凝劑關係·····	122
圖3.32 COD ₂ 的去除率與混凝劑關係·····	123
圖3.33 ABS的去除率與混凝劑關係·····	125
圖3.34 擬議之中水道系統處理流程·····	128
圖3.35 擬議中水道系統處理流程及設備·····	130

表 目 錄

表2.1	日本再利用系統之建築物數目	15
表2.2	再利用系統的建築物調查	18
表2.3	不同建築物(樓地板面積)之水再循環率	19
表2.4	各種用途的容忍度	21
表2.5	都市用水的用途分類	22
表2.6	接觸可能性與給水用途之區分	23
表2.7	污水處理再利用之實例	24
表2.8	日本各處理水再利用單位之利用量及用途	25
表2.9	社區公寓中水道系統設置地點及用途	26
表2.10	水利利用的要素與水質項目	28
表2.11	日本建設省建築物計劃原水水質及再利用水質	29
表2.12	日本住宅都市整備公團中水道水質標準(最大值)	30
表2.13	日本住宅公寓中水道水質標準	31
表2.14	芝山社區公寓再利用水水質基準值	32
表2.15	日本香川縣中水道水質標準	33
表2.16	雜用水之水質標準	34
表2.17	不含沖洗廁所雜用水水質	35
表2.18	水洗灑水修景的水質標準	36
表2.19	福岡市的下水處理水循環利用的目標水質	37
表2.20	沖洗廁所用之水水質參考質	38
表2.21	辦公室各種用水水量及水質	39
表2.22	超級市場再生用水各處理單元之水質分析結果	40
表2.23	每人每日用水量及再利用水量	43
表2.24	每人每日各種用途使用水量	44

表2.25 各種器具的1次利用水量	45
表2.26 器具的同時使用率	46
表2.27 建築物種類別使用時間	47
表2.28 不同建築物別單位面積給水和再利用水量	48
表2.29 不同業務別水使用所佔比例	49
表2.30 不同建築物種類每人水量，使用時間及使用人員	50
表2.31 水再利用系統設計值	51
表2.32 處理程序分類	54
表2.33 再生處理方式的實例	55
表2.34 再利用水之目標水質與處理程序	56
表2.35 日本著名都市污水再利用之實例	57
表2.36 下水處理水的再利用基準	59
表2.37 中水道系統誤接，誤使用防止對策	60
表3.1 各測定位置之水量量測資料	63
表3.2 調查洗手後水質平均值(台北工專)	69
表3.3 調查洗手後水質平均值(中興工程)	70
表3.4 調查洗手後水質平均值(省住都局)	71
表3.5 調查洗手後水質平均值(中鼎工程)	72
表3.6 調查洗手後水質平均值(東怡營造)	73
表3.7 中鼎(II)原水經混凝砂濾程序之水質	88
表3.8 東怡(II)原水經混凝砂濾程序之水質	91
表3.9 台北工專(III)原水經混凝砂濾程序之水質	93
表3.10 住都局(III)原水經混凝砂濾程序之水質	95
表3.11 中鼎(III)原水經混凝砂濾程序之水質	98
表3.12 東怡(III)原水經混凝砂濾程序之水質	101
表3.13 中鼎(II)原水經混凝活性碳過濾程序之水質	104
表3.14 東怡(II)原水經混凝活性碳過濾程序之水質	106

表3.15 台北工專(III)原水經混凝活性碳過濾程序之水質·····	108
表3.16 住都局(III)原水經混凝活性碳過濾程序之水質·····	111
表3.17 中鼎(III)原水經混凝活性碳過濾程序之水質·····	113
表3.18 東怡(III)原水經混凝活性碳過濾程序之水質·····	116
表3.19 採樣點混凝砂濾之去除率·····	119
表3.20 採樣點混凝活性碳過濾之去除率·····	120
表3.21 中水道系統之餘氯測定·····	126
表3.22 未來中水道系統水質之建議標準·····	127
表3.23 芝山住宅公寓中水道設施建設費用·····	129
表3.24 30 CMD中水道系統處理設備費之工程清單·····	131

第一章 前言

1.1 諸論：

水是人類生活活動不可或缺之物質，也是人類文明之基本條件。對產業界而言，水是產業的生命線，也是維持經濟發展之要素。自古以為水是取之不盡、用之不竭，而未加以重視，但是近年來由於人口的增加，生活水準的提升，用水量也急遽增加。再加上經濟的成長，在高度成長下造成使用量的增加，而導致用水量的不足，以及大量使用後之廢水的排出，造成河川之嚴重污染。

根據台灣省自來水公司調查研究報告顯示，台灣省水源大都來自河川，受到污染情形特別嚴重，全省200多處水源，均遭不同程度污染，其中最嚴重的是南部的高屏溪、東港溪，北部的基隆河及中南部的急水溪。由於情況已經相當惡化，去年下半年，台灣省自來水公司還曾首度因無法處理水源的過度遭污染，而關閉了台南新營淨水廠。

另台北市部份，台北市水源主要為新店溪及雙溪、陽明山水源，但目前新店溪直潭取水口、上游北勢溪翡翠水庫集水區，和雙溪取水口都佈滿別墅、違建、遊憩設備而造成污染。

由於水資源污染嚴重，加上民衆沒有節約用水觀念，我國供水成本逐年大幅提升，自來水開發成本由以往之五千萬元／cms，提高至10億元／cms，甚至40億元／cms（坪林地區）。因此，若不考慮降雨因素的話，缺水和高水價可能是未來台灣水資源方面的兩大問題。

此外，根據行政院經建會之估計，未來六年國家建設計畫將斥資二千億元，在全省興建十餘座水庫，並估計民國八十五年用水總量將達201億立方公尺，與現行用水狀況比較將增加9億立方公尺，增加之量不可謂不大。

為提供國民充足生活用水之需求及健全經濟發展，除繼續推動水庫建設以調蓄水量，確保水之供需外，對於水資源的開發利用、自然環境的保護、產業用水的調整、河川水及地下水共同利用配合、海水之淡化、廢水處理之再利用等新技術，亟待導入及積極推動，並從長期水之供需研訂水資源綜合對策，已是刻不容緩。

對於大量使用水之地區的國民，水是一貴重的資源，除應抑制水之

浪費使用外，如何達到水利用之合理化並形成節省型之用水，有待加強認識推行。再水資源的有效利用及多重利用，水之回收再利用以提供作為大量用水地區之「第二水源」的觀念，也有待建立。

1.2 研究目的及內容

本研究有鑑於目前台灣地區每日用水量約700萬噸，使用後皆與污水混合後排出，但因家庭用水可分為廚房洗濯、洗澡及沖洗廁所等，各種分類使用之用水量不同，其污染差異極大，若能檢討各種用水種類中，部份予以適當處理後，提供做為沖洗用水或其他利用，將可減少水源開發及輸配水供水所造成之壓力及負擔，而此一可行性有待深入研究之必要。

有鑑於水資源日益珍貴，為使家庭用水充份再利用，本研究內容包括：

- (1)了解生活用水中廚房、洗衣、浴室及沖洗用水四種不同用水之用水量及水質特性。
- (2)了解辦公室、各廳舍之用水量及水質特性。
- (3)檢討各種用水再利用之可能處理方法。
- (4)檢討廢水再利用之可行性。
- (5)依據研究結果提供再利用規模及其經濟值。

1.3 研究方法及進行步驟

- (1)調查未來都市生活之趨勢。
- (2)調查分析各種生活用水（浴室、廚房、洗衣及沖洗廁所）之水量及水質特性。
- (3)調查分析辦公廳舍之用水特性。
- (4)檢討分析各種生活用水中可再利用之種類及其量和質之特性。
- (5)收集國外文獻了解生活污水再利用之狀況。
- (6)問卷調查民衆、辦公人員、自來水單位及衛生人員對於再利用之衛生觀感及安全之看法。
- (7)瞭解各月降雨分佈及單位面積可收集之水量及其利用為中水道用水之可行性。
- (8)舉辦座談討論有關中水道之問題。

1.4 預期成果

本計畫預期之成果如下：

- (1)瞭解各種生活用水（廚房、浴室、洗衣、沖洗廁所）之污水量及水質特性。
- (2)確定生活用水中所排出之污水，可再利用之水質項目。
- (3)瞭解國外中水道利用現況及有關技術法規問題。
- (4)調查民衆對再利用之可行性看法。
- (5)瞭解建築物使用中水道之適當規模及經濟效益。
- (6)探討中水道系統引進國內施行之可行性，並提供有關技術及法規之建議。

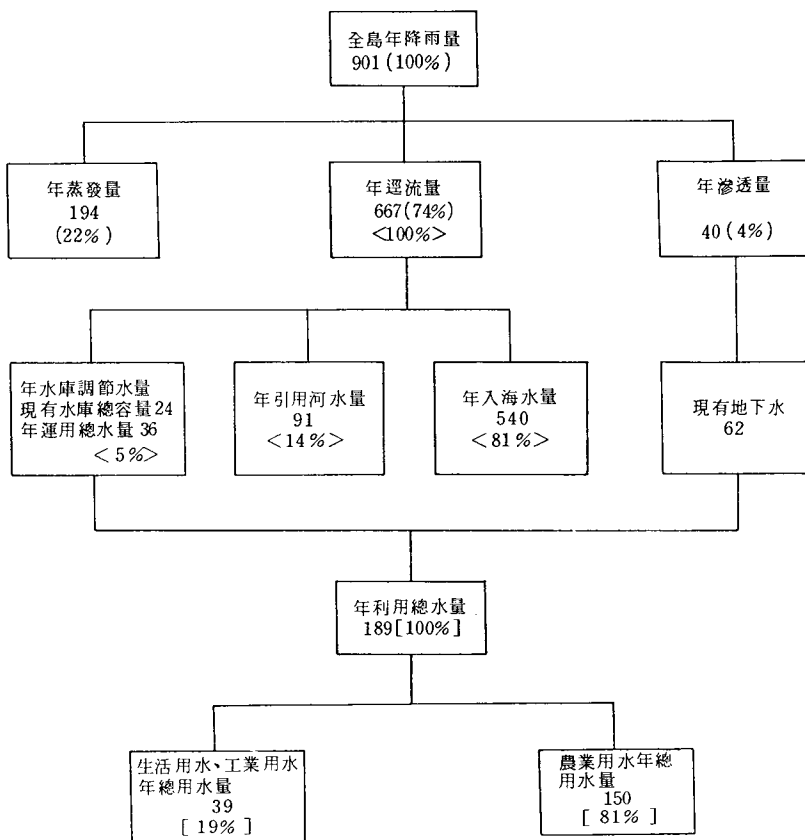
第二章 文獻回顧

2.1台灣地區現有水資源之開發利用概況

台灣地區位處亞熱帶，每年七～八月颱風帶來大量之豪雨，充沛本地區之水資源，但因本省河川陡峻，除部份降雨可滯留於水庫中供吾人使用外，其餘均流入海洋中，又本省雨量在時間及空間之分佈亦不均勻，78%之雨量集中在每年5月～10月，旱季期間部份河川幾呈乾涸狀態。

根據經濟部水資會之調查，台灣地區年利用總水量為183.7億立方公尺，約為年雨量之27.4%。其中取自河川者有104.7億立方公尺，水庫調節為38.5億立方公尺另抽取地下水利用約40.5億立方公尺，農業用水149億立方公尺，佔總用水量之80.9%，其餘生活用水及工業用水各為19及16億立方公尺，分別佔10.3%及8.8%，利用狀況如圖2-1所示。

又根據台灣省自來水公司之調查報告顯示，民國65年至74年間，用水量幾乎增加3倍，水源主要來自地下水、河川及水庫，其中地下水佔30%，河川水佔22%，水庫水則佔48%，目前地下水之開發利用量已漸飽和且受若干限制，且更曾出現遭受抵制之情形，河川則受季節水量變化大之影響而無法直接加以利用，因此往後水源之開發，勢必倚重水庫之興建加以解決，然而本省因處亞熱帶，水源區若因管理不善時，極易產生優養(Eutrofication)之困擾，且為防止水源遭受污染，水庫地點之選定往往深入山區，增加管渠敷設及維修之負擔，造



單位：億立方公尺

附註：() 以年降雨量為基數 100。

< > 以年河川逕流為基數 100。

[] 以年利用總水量為基數 100。

資料來源：依據水資會資料分析

圖2-1 台灣地區水資源利用現況(民國七十九年)

成水車建設成本之大幅提高。

由上述水資源利用之情形可知，本省水資源之問題在有特殊之地域因素，除東部地區尚存有部份之地表水及地下水可供利用外，西部地區昔日大量廉價水量之取得情形已不復存在，因此有效管理水資源，利用行政管理手段或技術改良之方式促成用水之回收再利用，為今後最重要之課題。

2.2 處理水回收再利用之基本概念

鑑於前述台灣地區用水之壓力日增，有必要積極推動節約水資源之措施，治本之道為不浪費任何可供使用之資源，由於各類用水目的之不同，其水質之要求亦有差異，下水處理水回收再利用之方式，包括閉鎖循環(close system)及開放循環(open system)，其中閉鎖循環又分(1)單獨建築物的處理水再利用，自成一再利用體系，以及(2)下水處理水再利用，即將經污水處理廠之放流水回收再利用等二種，其示意如圖2-2所示。

2.2.1 單獨建築物之處理水再利用

都市化地區由於人口持續增加，用水量也隨著人口及生活水準而增加。但由於水源開發不易，將導致供水能力不足，而不能無限制供給用水，為未來將面臨的問題。尤其是自來水供水系統已完成的舊市區，新建大型高層建築物供辦公或住宅用後，將會導致鄰近水壓之不足而影響附近供水，若需抽換大口徑自來水管，不僅影響全區系統，施工費分擔及地下複雜化的埋管遷移也是一大問題。

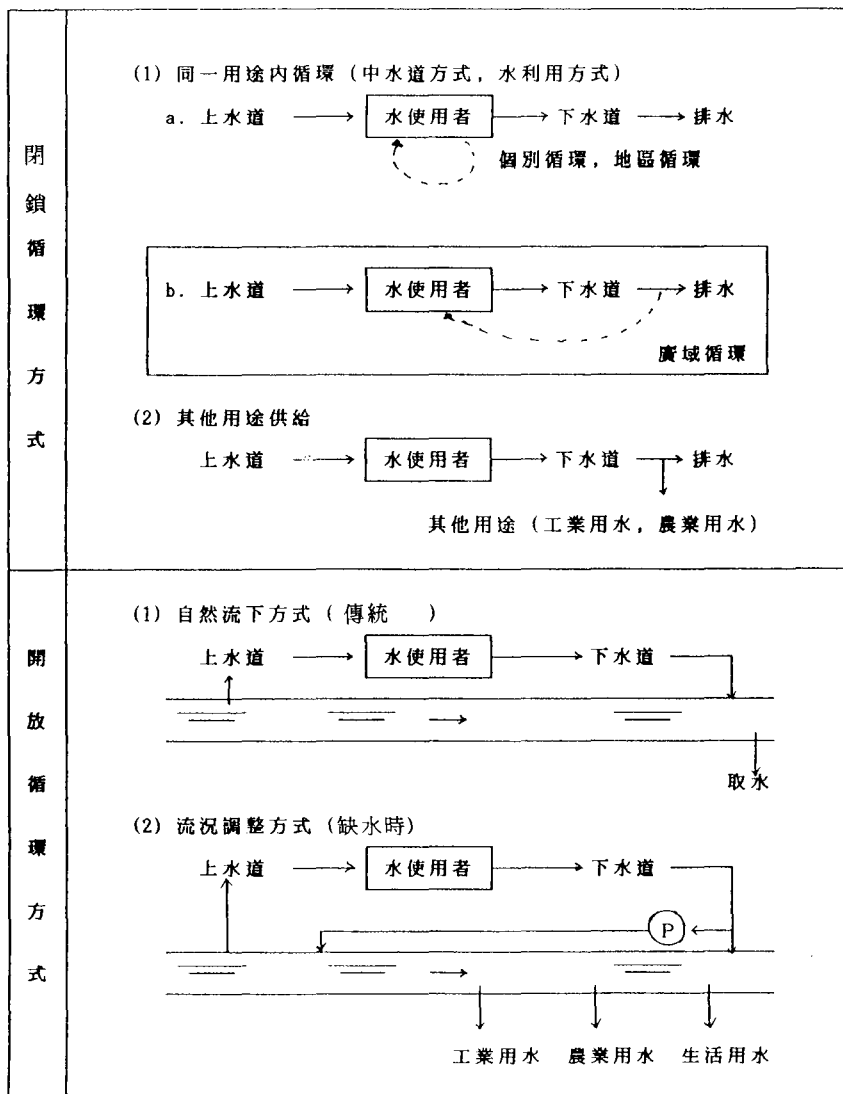


圖2.2 中水道處理水循環再利用之方式

（資料來源：下水處理水循環利用技術指引）

為維護都市的生活環境，將來對於大建築物採取節水或排水循環再利用是必須採取的措施。單獨建築物處理水循環利用系統，乃將生活污水之一部份或全部予以處理後，提供建築物內雜排水之用。建築物用水循環再利用系統如圖2.3。

建築物用水循環利用，除可達到節省用水外，也可減少下水量，且斷水時緊急雜用水兼具有貯存效果，對於供水量不足的地區，也可減少用水量需求的壓力，以下僅就循環利用水之用途，水質及處理方法檢討如下：

1. 循環利用水之用途

生活用水包括飲用水、炊事用、洗臉用、洗衣服用、浴用、清潔用、洗車用及散水用等，可概分為經口用水、皮膚接觸用水及雜用水等。

循環用水則以提供廁所沖洗及冷卻水補充水為主要用途，但也可提供為洗車用水、散水等用水之利用。

對於辦公大樓、廁所沖洗用水佔總用水量的50%，故採用循環水甚具效果。

2. 循環利用水的水質

現階段尚未有有關循環利用水的水質標準，惟對於目標水質的檢討上必須考慮下列各項：

(1) 衛生上的問題

病原微生物、有毒物質的吸收及皮膚之接觸等對健康之影響。

(2) 使用上的障礙

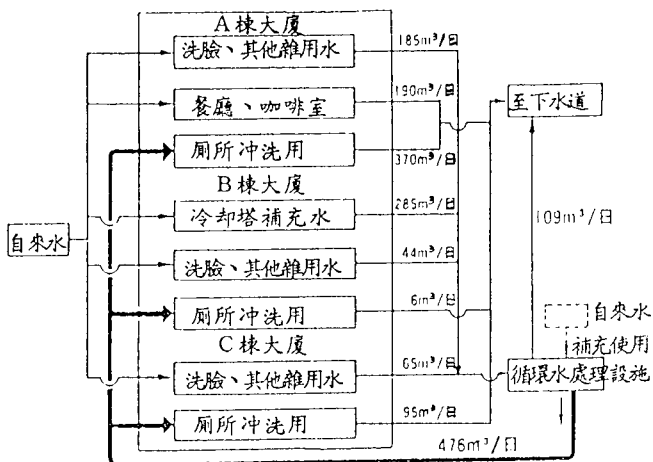
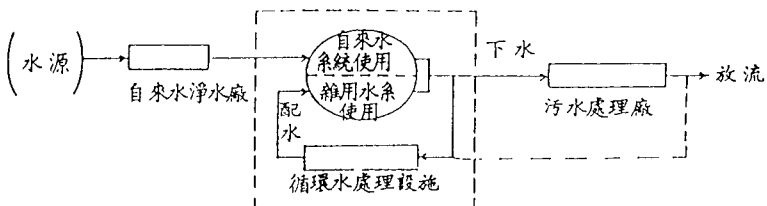


圖2.3 建築物循環用水系統圖 (三棟共用)
(資料來源：排水的個別循環利用)

避免引起使用者不快感之項目包括下列有濁度、著色、臭氣、發泡、附著物、水溫、硬度等。

(3)對於設施的障礙

對於供水設施各種器具，不致於造成下列問題：軟泥、垢殼、阻塞、腐蝕等。

3.雜用水再利用之處理方法

依用途、水量、水質及操作管理等詳加規劃後，選擇下列方法處理之：

(1)物理化之處理法

凝聚沉澱法、過濾法、活性炭處理、臭氧處理等。

(2)生物化學理法

活性污泥法、接觸曝氣法等。

(3)生物化學處理法 + 物理化學處理法

(4)滲透膜過濾法 + 生物化學處理法

2.2.2 下水處理再利用

台灣地區污水下水道尚未普及，惟在污水下水道建設計劃時，如何將污水處理廠處理水視同為「第二水資源」，針對水資源利用做整體性的考慮，對於改善局部地區用水不足、水權更換以及水資源利用等，皆有待積極加以重視。

下水處理水再利用時所需之目標水質，則依再利用用途而異，其處理方法、處理水質有待進一步研究。

下水處理水再利用途徑包括：

- (1)新闢社區雜用水(中水道系統)
- (2)農業用水
- (3)市區散水
- (4)消防用水

下水處理水再利用之中水道系統與自來水配管形式例示如圖2.4。

2.2.3 下水處理水循環再利用計畫

處理水再利用在水資源缺乏之地區被社會認知之程度愈高，一般民衆擔心者，不外乎安全衛生及感觀之問題，然而再利用水之水源不外乎降雨之雨水，洗手台之使用水和器皿清潔洗濯用水等，其使用之對象亦用於非飲用及非經皮膚使面方面，如沖洗廁所、路面清潔、花木灌溉及洗車等，此概念應為可行，但為使水循環再利用系統發揮其最大之功能，有必要針對循環利用之方式，綜合評價及管理加以計畫，完整之水循環再利用計畫如圖2.5所示。

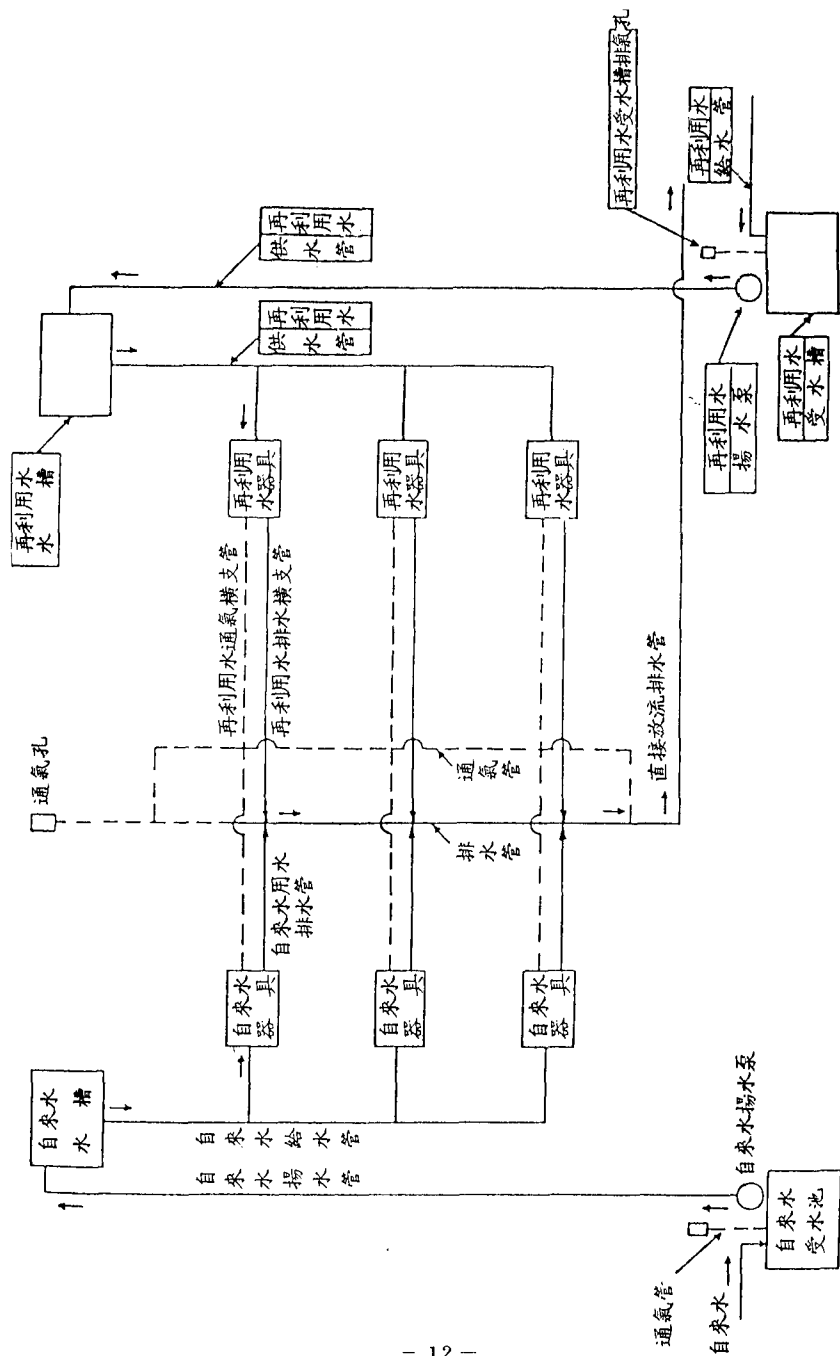


圖2.4 自來水系統及下水再利用系統（中水道）配管示意圖
（資料來源：建築物之排水再利用）

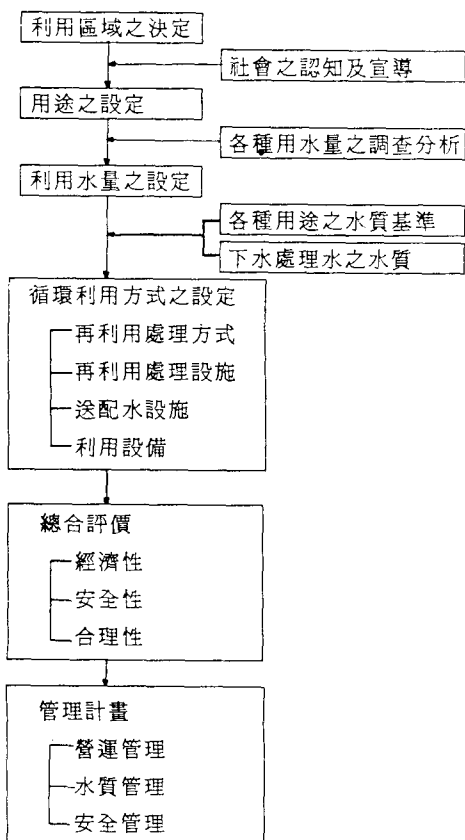


圖2.5 下水處理水之循環再利用計畫
(資料來源：下水處理水循環利用技術指針)

2.3 國外研究情形

台灣地區雖已漸感用水不足之壓力，但每年五～十月尚有充沛降雨可資補充，並貯在於水庫以供乾旱時期之用，但在國外地區，尤其是日本，已明顯感受用水之壓力，因此對於水資源之管理措施十分積極，其推動中水道系統—污水處理水再利用亦頗有成效，實施之期間亦有多數之歷史(1970年開始)。

根據調查資料顯示，大部份再利用廠在水質方面非常良好，而水量方面則略嫌不足，即處理廠之操作最大容量經常沒有如原先設計一樣完全利用，經過推動再利用制度後，確實解決水源不足之問題，並減輕流入下水道及處理廠之污染總量，此一措施明顯的減輕水道之過量負荷，節省了置換及擴充下水道之設備在實質及教育上頗具意義可供國內實用之參考。

2.3.1 建築物處理水再利用情形

根據日本Fumitoshi引用日本國土廳1989年之調查報告顯示在1965年時，日本僅有10座建築物有中水道系統，1980年共有274座，1987年則高達792座建築物有處理水再利用設施，其增加情形如表2.1所示。此外，在調查相關區域中建築物再利用水之數目及其設計容量如圖2.6及2.7所示。

表2.1 日本再利用系統建築物數目

年 份	1965	1970	1975	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	未知	總數
建築物數目	10	37	107	274	346	424	501	584	663	726	792	52	844

(資料來源：參考文獻 5)

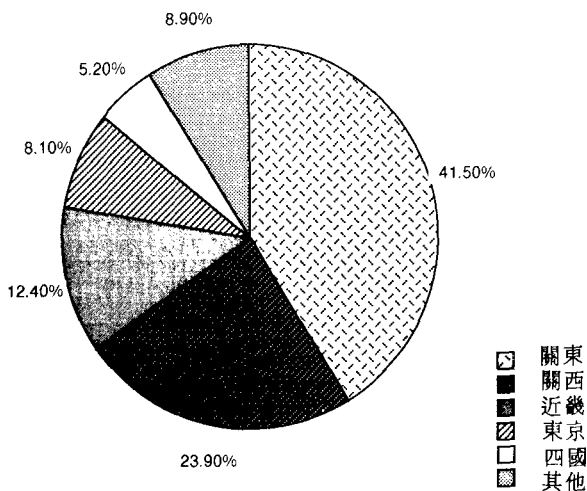


圖2.6 日本各都市相關區域中建築物廢水再利用之比例數

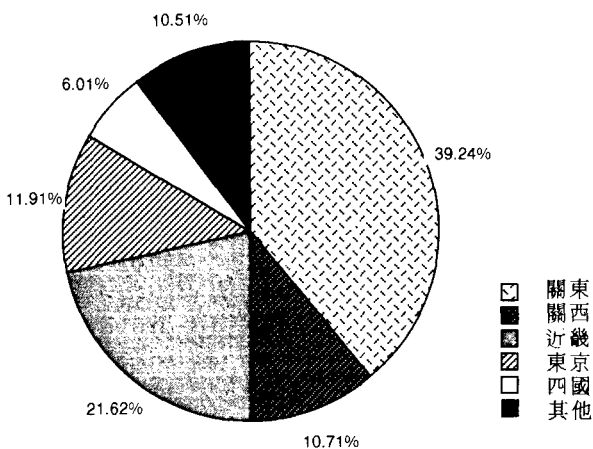


圖2.7 日本各都市每天設計循環再利用容量地區分佈比例數

(資料來源：參考文獻 5)

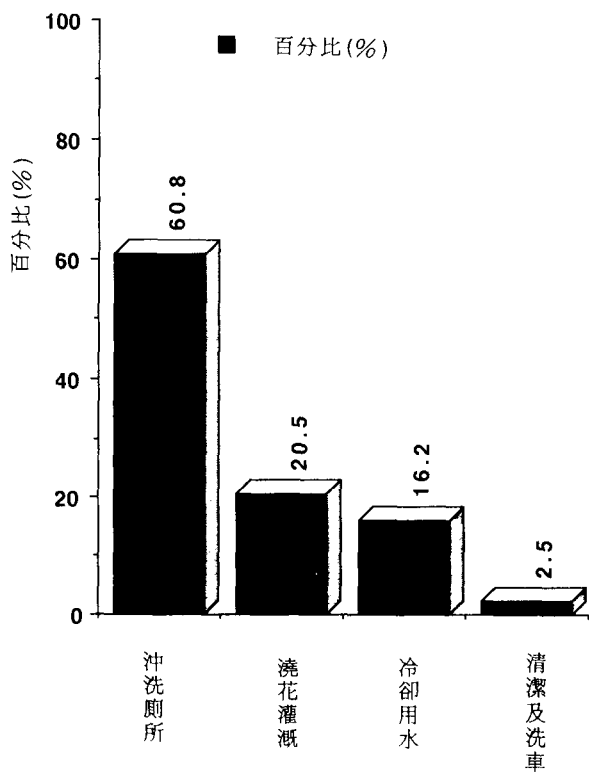


圖2.8 再利用水不同用途別之百分比
(資料來源：參考文獻 5)

表2.2 再利用系統的建築物調查

建築物	總樓板面積 (M ²)	屋數		調查日期	使用方面
		地上	地下		
A	12,310	9	2	3/'78	辦公室
B	38,290	16	2	4/'80	辦公室及宿舍
C	66,300	16	4	/'80	辦公室
D	135,000	32	4	2/'81	辦公室
*E	269,280			11/'81	
F	44,040	22	3	12/'81	辦公室及商店
G	76,540	17	3	4/'82	旅館
H	38,920	17	5	6/'82	辦公室及戲院
I	42,300	10	3	6/'83	辦公室, 工作室及商店
J	37,340	15	1	11/'82	辦公室
K	44,640	12	3	6/'83	旅館
L	57,490	20	3	6/'83	辦公室
M	25,420	11	2	8/'83	辦公室及旅館
N	56,690	14	4	10/'83	醫院
O	136,000	19	3	6/'84	政府辦公室
*P	1,594,640			9/'84	地方區域系統
Q	54,540	20	2	10/'84	辦公室

(資料來源：參考文獻 5)

表2.3 不同建築物(樓地板面積)之水再循環率

建築物	總樓板面積 (M ²)	擁有數		城市消耗水			再循環消耗水			實際總消耗量 (M ³)	再循環率 (%)
		設計數	實際數	設計量(D)	實際量(A)*1	D/A	設計量(D)	實際量(A)*1	D/A		
A	13200	1200	1075	60	69	1.150					
B	38250		1584	106							
C	68302		3000	580	491	0.847	360	281	0.739	772	36.4
D	135000		2800	355	306	0.862	210	176	0.838	482	36.5
E	269286		2100				1440	467	0.324		
F	44040		2798		492		130*2	70	0.538	586	12.5
			1813*3								
G	76254		603	1500	900	0.600	150	120	0.800	1020	11.8
			1933*3								
H	38923		1100	273	200	0.733	142	100	0.704	300	33.3
I	42300		2500	260	260	1.000	160	138	0.863	398	34.7
J	37336		1500	250	130	0.520	120	94	0.783	224	42.0
K	44640			885	713	0.834	600				
L	57185		3200	353	210	0.595	210	130	0.619	340	38.2
M	25425		400	280	182	0.650	175	41	0.234	223	18.4
N	56692		1040	1000	632	0.632	300	175	0.583	807	21.7
			1350								
			2600*3								
O	136000		5000	631	280	0.444	122	103	0.844	383	26.9
P	1594643		2500	2055			476	400	0.840		
Q	54539		8938								

*1:每日消耗水量(年平均) *2:商店 *3:訪客數

(資料來源:參考文獻 5)

2.3.2 各種循環再利用水之用途：

根據日本文獻資料顯示一般社會民衆對於水循環再利用大都已建立共識，並訂出法規允許其用於適當之用途。表2.4為各種用途的容忍度，該表調查了平城、芝山住宅公寓，西春日住宅公寓及福岡市等地對於循環利用的理解度與用途的容忍度。對於再利用水的理解度積極促進贊成者有38%~60%，而消極的贊成者(包括前者)則高達89%~97%。對再利用水的容忍用途，則以水洗廁所散水，景觀用水，洗車用水及清掃用水等用途。

表2.5則為都市用水的用途分類，對於都市再利用水可區分為生活用水、業務用水，工業用水、農業用水及都市機能用水等。在處理等級用途區分方面，A為需極高度處理者，如飲料用水及廚房用水等，B為較高度處理者如浴室用水、洗手用水、掃除用水、空調用水及冷卻用水，C為較簡單處理者，如洗廁用水、洗車、散水....等用水。表2.6列出接觸可能性(如經口或皮膚)之高低作一比較。表2.7~表2.9為再利用水對其用途之實例。這些利用水之用途綜合而言，都市地區高樓建築物以水洗廁所、散水用水、洗車用水及清掃用水為主，而公司工廠則以水洗廁所、冷卻水、工業用水、洗車用水等為主。將來我國推行中水道廢水再利用時，這些再利用水之用途可做為參考，如此較為民衆接受，並且能達其最佳之用途。

2.3.3 再利用水之水質標準：

中水道廢水的循環再利用水質標準，為其最基本的要項，這些水質標準也就關係到推展循環再利用的成功與否。若沒有處理良好的水

表2.4 各種用途的容忍度

	平城(奈良市)	芝山園地(船橋市)	西春日園地(高松市)	福岡市
調查年次 再利用率 理解度	1979.7 對再利用率的理解度很高，積極贊成者佔45%，因水不足而同意協助佔49%，因此94%的人贊成下水處理水的再利用。	1978.8 對再利用積極贊成者佔52.6%，因水不足而同意協助者佔35.6%，兩者合計89.1%的人贊成。	1977.3 積極贊成者佔38%，因水不足而同意者佔51%，兩者合計89%的人贊成。	1979.6 60%的人大部分利用過37%的人願意配合，合計對下水再利用積極贊成者達97%。
對用途的 容忍度	對水洗廁所、灑水修景及洗車用水等項目，有90%的人可容忍。	對水洗廁所、灑水清掃等有較大的容忍度。	有50~75%程度同意洗車、灑水，做為池水等之再利用。	對水洗廁所、洗車、做為池水、灑水贊成者較反對者多，但做為清掃用水則反對者較贊成者多。但對用於工業用水農、農業用水的再利用贊成者亦很多。 水洗廁所達100%，做為池水、灑水、洗車也有90%以上的人贊成。

(資料來源：下水處理的循環利用相關調查報告書)

表2.5 都市用水的用途分類

用途的小分類 用途的大分類	A 極高度處理	B 高度處理	C 簡單處理
生活用水	飲料用水 廚房用水	浴室用水，洗濯用水，洗手用水，掃除用水	水洗廁所用水，洗車用水，灑水用水
業務用水	飲料用水 廚房用水	空調用水	水洗廁所用水，洗淨用水，洗車用水，灑水用水
產業用水 (工業用水)	原料用水 製品處理水	冷卻用水	洗淨用水
產業用水 (農業用水)			灌溉用水
都市機能用水			道路清掃用水 樹木灑水用水 融雪用水，消防用水，河川維持用水，公園維持用水

(資料來源：水的循環再利用調查報告書)

表2.6 接觸可能性與給水用途之區分

接觸的可能性 用途 的大分類	一定接觸 的用途項目 (經口的)	一定接觸 的用途項目 (經皮膚的)	接觸可 能性高	接觸可能性 較低
生活用水	飲料用水 廚房用水	浴室用水 洗濯用水 洗手用水 掃除用水	洗車用水 灑水用水	水洗廁所 用水
業務用水	飲料用水 廚房用水	洗手用水 掃除用水	洗車用水 灑水用水	水洗廁所用 水，空調用水
產業用水	原料用水		洗淨用水， 製品處理用水	鍋爐用水 空調用水
農業用水				灌溉用水
都市機能 用水			樹木灑水用水 河川維持用水 公園維持用水	道路清掃用水 融雪用水 消防用水

(資料來源：水的循環再利用調查報告書)

表2.7 污水處理再利用之實例

都 市 名	處理場名	再利用水量 (m^3)	利 用 先 供給事業體	利 用 先	用	途
東京都下水道局	森 玠 崎	980	都清掃局	大井清掃工場	冷卻水，垃圾焚化灰冷卻 雜用水 工業用水	
東京都下水道局	砂 町	3,600	都水道局	南砂工業用水淨水場		
東京都下水道局	芝 浦	410	日本國有鐵道	品川客車區新幹線總局	車輛污物槽洗淨，車輛 外板洗淨	
東京都下水道局	芝 浦	145	中央卸發市場	芝浦食肉市場	污水處理希釋，污水處理 施設洗淨，場內清潔	
東京都下水道局	三 河 島	70,310	都水道局	南千住工業用水淨水場	工業用水	
川 崎 市	入 江 崎	15,417	水道局工業用水課	日本鋼管他2社	冷卻水，其他	
名古屋市 名古屋市	名 城 名 千 年	20 3,300	名古屋市工業用水道	下水道局 住友輕金屬他53社	管路清潔 洗淨，冷卻，其他	
大 阪 市	中 濱	3,500		大阪市公園局	大阪城公園外濠用水	
北九州市 北九州市 北九州市	日 明 皇 后 崎 皇 后 崎	5,464 15,700 2,000	市 市 市	清掃事業局 三菱化成(株) 清掃局垃圾焚化場	垃圾焚化場稀釋，洗淨 工業用水 冷卻，洗淨水	

(資料來源：下水處理水的再利用方向)

表2.8 日本各處理水再利用單位之利用量及用途(建築物方面)

事業所名	熱供給大手町會社 中心	本田技研工業(株) 熊本製作所	伊奈製陶(株) 大谷工場	日本清瀬旭公寓	三菱工業社	石橋輪胎(株) 東京工場
利用量(m^3 /日)	48.	30	60	24	15~30(30)	1,400
原水	手洗排水， 冷卻排水。	手洗排水， 浴場排水， 廚房排水， 洗濯排水， 沖洗用水。	手洗排水， 洗濯排水， 函水，冷卻 排水，鍋爐 排水。	手洗排水， 沖洗用水， 浴場排水， 廚房排水， 洗濯排水。	手洗排水， 廚房排水， 沖洗用水， 冷卻排水 (中華料理1， 咖啡廳)	手洗排水， 沖洗用水， 冷卻排水。
再利用用途	沖洗廁所所用	水洗便所用	水洗便所，冷 卻，雜洗淨用	沖洗廁所	水洗便所用	冷卻用水
開始時期	1976年9月	1976年1月	生活系 1975年 10月 工場系 1974年 4月	1975年3月	1976年3月	1975年11月
事業所名	學校法人 自治醫 科大學，附屬病院	三菱重工業(株)橫 濱造船所本牧工場	日 本 IBM(株)野洲工場	東辨(株)滋賀事 業所	大阪府廳舍 別館	香川縣營西春日 北園地
利用量(m^3 /日)	4,320 最小 2,800 最大 7,900	454	50~80(100弱)	16,000	20	1,400
原水	手洗排水， 浴場排水， 廚房排水， 洗濯排水， 沖洗廁所， 冷卻排水， 實驗排水， RI處理水。	手洗排水， 浴場排水， 廚房排水， 洗濯排水， 沖洗廁所， 冷卻排水	手洗排水， 廚房排水， 沖洗廁所。	冷卻排水	手洗排水， 廚房排水，	手洗排水， 浴場用水， 廚房排水， 洗濯排水， 沖洗廁所。
再利用用途	水洗便所， 冷卻，雜用 水淨用	水洗便所用 雜洗淨用 (部品洗淨) ，洗車，散水 ，消防用水	沖洗廁所，散 水，消防用	冷卻，雜洗 淨用	水洗便所用 ，洗車用	水洗便所， 散水用
開始時期	1974年4月	1976年2月	1970年8月	——	1976年12月	1976年12月

(資料來源：建築物之排水再利用)

表2.9 社區公寓中水道系統設置地點及用途

	地 名	所 在 地	戶 數	給水人口	計畫1日 給水量	供給用途
污水處理 水利用	西春日	香山縣高松市	300戶	1,200人	110m ³ /日	水洗便所用水、散水用水
	芝 山	千葉縣船橋市	889戶	3,200人	161m ³ /日	水洗便所用水、屋外清掃用 水、池、小河用水
工業用 水利用	新田二丁目	都內足之區新田	114戶	336人	17m ³ /日	水洗便所用水
	下篠崎町	江戸川區下篠崎	143戶	500人	25m ³ /日	水洗便所用水
	大谷田一丁目	足立區大谷田	1,093戶	3,880人	194m ³ /日	水洗便所用水
	赤羽化三丁目	北區赤羽北 2	517戶	1,843人	92m ³ /日	水洗便所用水
	金町第 2	葛飾區水元恰町	535戶	2,055人	104m ³ /日	水洗便所用水

(資料來源：住宅公寓雜排水的再利用(中水道))

質，則不易為民衆接受，也就無法達成前述之各種用途。一般再利用之水質項目可分為(1)心理情緒因子，如水溫、透視度、外觀、臭味及濁度(2)物理因子，如TS、TDS、SS、硬度、鹼度、導電度及DO(3)化學因子，如BOD、COD、TOD、PH、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、T-P、 Cl^- 、ABS、Fe及Mn(4)生物因子，如大腸菌落、一般細菌、氨鹽及病毒。而這些水質項目與人體安全性、感官問題(如不快感、審美性、及發泡性)及設施機能問題(如腐蝕性、閉塞性及貯留性)有關，如表2.10為水利用的要素與水質項目。而表2.11～2.15 為日本各地對於再利水水質要求標準的實例。這些地方有日本建設省、住宅都市整備公居中水道、住宅公寓中水道、芝山住宅公寓及香川縣中水道等。

一般這些地方的處理後再利用水水質基準要求，在外觀要清澈無不快感，無臭味之不快感。色度、濁度小於10度，而TS在500mg/l以下，SS在5mg/l以下，pH介於5.8～8.6間，COD在20mg/l以下、BOD在10mg/l以下、ABS在1mg/l以下、大腸菌不得檢出及餘氯大於0.2mg/l以上....等。表2.16為雜用水之水質標準，即水質項目及用途之標準，若是供廁所或空調使用其水質標準較低，而洗車、散水、掃除、噴水池等用途所要求的水質標準較高。表2.17為不含沖洗廁所雜用水水質。表2.18為水洗、灑水、景觀等用途與水質基準與部分目標水質的關係，水質標準列如前表2.11～2.15。表2.19為福岡市的下水處理水循環利用的水質標準、其標準與表2.11～2.15類似。表20不同使用單位沖洗廁所用之水水質參考標準。表2.21為辦公室各種用水量及水質。而表2.22為超級市場再生用水各單元之處理水質結果。包括了對原水、曝氣槽、第一沈澱出口、生物過濾、第二沈澱出口、放流水及再利用水等單元水質標準的比較。

表2.10 水利用的要素與水質項目

分類	水質項目	水利用要素 ○代表關係密切 △代表有關係						
		安全性的問題	人體的不快感	感官問題 審美性	設施問題 發泡性	機能性問題 腐蝕性	閉塞性	貯留性
心理的 情緒 因子	水溫					△		△
	透視度			△			△	
	外觀		○	○				
	臭味		○					
	濁度		○	△			△	
物理的 因子	TS					△	○	
	TDS					△	○	
	SS		△	△			△	
	硬度						○	
	鹼度					○	△	
	導電度						△	
化學的 因子	DO					△		△
	BOD			○				△
	COD			○				△
	TOD			○				△
	pH					○	△	△
	NH ⁴ -N			○				△
	NO ² -N			△				
	NO ³ -N			△				
	T-N			○				△
	T-P			○				△
	Cl ⁻					○		
	陰離子界面				○			
	活性劑							
生物學的 因子	Fe			△				
	Mn			△				
	大腸菌群數	○						△
	一般細菌	○						△
	氮鹽	○						○
因子的	病毒	○						

(資料來源：下水處理水循環利用技術指針)

表2.11 日本建設省建築物計劃原水水質及再利用水水質

項 目	原水水質濃度	再利用水水質濃度
BOD (mg/l)	300	15
COD (mg/l)	200	30
SS (mg/l)	250	10
大腸菌群數		10
pH		5.8 ~ 8.6
臭 氣		無不快感
外 觀		無不快感

(資料來源：中央官廳水循環利用—建設省)

表2.12日本住宅都市整備公團中水道水質標準(最大值)

項目	水質標準	單位	項目	水質標準	單位
臭氣	不可有臭氣 不愉快感覺	—	BOD ₅	10 以下	mg/l
色度	10 以下	度	總磷酸鹽	1.0以下	mg/l
濁度	10 以下	度	陰離子界面活性劑	1.0 以下	mg/l
總固體物	500以下	mg/l	大腸菌落	檢測不出	個/ml
懸浮固體物	5 以下	mg/l	一般細菌	100 以下	個/ml
pH	5.8 - 8.6	—	餘氯	0.2以上	mg/l
COD(mn)	20 以下	mg/l	TOC	15	mg/l

(資料來源：集合住宅團地循環利用—住宅、都市整備公團)

表2.13 日本社區公寓中水道水質標準

項 目 \ 用 途	廁所、水池、小河
濁度(度)	5以下
色度(度)	10以下
臭味	無不快感
pH	5.8~8.6
COD (mg/l)	20以下
BOD (mg/l)	10以下
SS (mg/l)	5以下
硬度 (mg/l)	200
氯鹽 (mg/l)	200
ABS (mg/l)	1.0
鐵 (mg/l)	0.5
錳 (mg/l)	0.5
TS (mg/l)	500
餘氯 (mg/l)	0.2
一般細菌	100
大腸菌	不得檢出
(1975年3月)	

表2.14 芝山社區公寓再利用水質基準值

基 準 項 目	單 位	基 準 值
臭 味	—	無不快臭味發生
色 度	度	10以下
濁 度	度	5以下
總固體物	mg/l	500以下
懸浮固體物	mg/l	5以下
pH		5.8~8.6
COD(KMnO ₄)	mg/l	20以下
BOD	mg/l	10以下
磷 酸 鹽	mg/l	1.0以下
陰離子界面活性劑	mg/l	1.0以下
大腸菌群	個/ml	檢測不出
一般細菌群	個/ml	100以下
餘 氯	mg/l	0.2以上
TOC	mg/l	15

(資料來源：住宅團地中水道方式開發研六)

表2.15 日本香川縣中水道水質標準

項 目 \ 用 途	廁所、散水、用水
濁度(度)	20
色度(度)	10
臭味	無不快感
pH	6.5~8.6
COD (mg/l)	20
BOD (mg/l)	10
SS (mg/l)	5
餘氯 (mg/l)	0.2
氯鹽 (mg/l)	0.4
TS (mg/l)	500
陰離子溶解性物質 (mg/l)	1.0
鐵 (mg/l)	1.0
錳 (mg/l)	0.3
一般細菌	100
大腸菌	

(1973年12月)

(資料來源：住宅團地水的再利用(中水道))

表2.16 雜用水之水質標準

分類	I 類		A	II				類	B
	① 便 所	② 空調用		③ 洗 車	④ 散 水	⑤ 掃 除	⑥ 池、噴水		
項目	用途		①~② 水質目標值						(③~⑥) 水質目標值
濁度(SS)	30以下	10以下	10以下	5以下	5以下	5以下	5以下	5以下	5以下
色	無不快感	無不快感	無不快感	30以下	50以下	30以下	30以下	30以下	30以下
臭	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味
pH	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0	6.5-9.0
BOD(mg/l)	20以下	10以下	10以下	10以下	10以下	20以下	10以下	10以下	10以下
COD(mg/l)	40以下	20以下	20以下	20以下	20以下	40以下	20以下	20以下	20以下
溶解性物質(mg/l)	5,000以下	1,000以下	1,000以下	500以下	1,000以下	500以下	1,000以下	1,000以下	500以下
氨氮	20以下	20以下	20以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下	10以下
硬度	400以下	300以下	300以下	200以下	300以下	200以下	300以下	300以下	200以下
氯鹽(mg/l)	400以下	300以下	300以下	200以下	300以下	200以下	300以下	300以下	200以下
A B S	2以下	1以下	1以下	1以下	2以下	1以下	1以下	1以下	1以下
鐵 + 錳	1以下	0.5以下	0.5以下	0.3以下	1以下	0.3以下	1以下	1以下	0.3以下
殘留鹽素	—	—	—	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2以下	0.2-0.5	0.2-0.5
大腸菌群	—	—	—	—	(—)	(—)	(—)	(—)	(—)

(資料來源：東京都首都整備局：水循環利用適合性調查報告書)

表2.17 不含沖洗廁所雜用水水質(平均值)

水質項目	1	2
水溫(℃)	21.7	20.8
pH	5.43	5.29
濁度(度)	46.7	60.8
色度(度)	26.4	22.5
SS(mg/l)	30.5	60.0
BOD(mg/l)	70.0	179.5
溶解性BOD(mg/l)	52.2	75.0
COD(mg/l)	36.1	90.6
正己烷萃取物(mg/l)	11.5	16.3
ABS(mg/l)	3.25	5.43
氯鹽(mg/l)	26.8	45.8
硬度(mg/l)	38.2	39.0
TS(mg/l)	225.5	347.3
NH ⁻⁴ -N(mg/l)	0.20	0.18
T-N(mg/l)	—	4.63
PO ⁻⁴ -P(mg/l)	1.08	0.77
TOC(mg/l)	—	111.5

(資料來源：雜排水的再利用)

表2.18 水洗、灑水、修景的水質基準

項	目	水洗用水	灑水用水	修景用水
水質基準	大腸菌群數(個/ml)	10以下	不能檢測出	不能檢測出
	結合餘氯(mg/l)	保持有餘氯	0.4以上	—
	外觀	沒有不快感	沒有不快感	沒有不快感
	濁度(度)	—	—	—
目標水質	BOD(mg/l)	—	—	—
	臭味	沒有不快感	沒有不快感	沒有不快感
	pH	5.8~8.6	5.8~8.6	5.8~8.6

(資料來源：下水處理水循環利用技術指針)

表2.19 福岡市的下水處理水循環利用的目標水質

	主要基準			備註
	BOD ppm	SS ppm	色 臭味	
使用用途				
水洗廁所 散水	10以下	10以下	無不快感 無不快臭 味發生	不與人手 接觸

(資料來源：下水處理水的循環利用相關調查)

表2.20 沖洗廁所用水水質參考質

水質項目	單位	住宅公寓水之高度利用調査 1972年3月	近畿地建	水高度利用計畫 調查報告書 1972年3月	近畿地建	水循環利用適合性調查報告書 1973年3月	東京都首都整備局	水道調査報告書 1973年3月	日本住宅公寓芝山園地中水道計畫 1976年	日本住宅公寓 日本水道協會	雜用水道技術指針(案) 1977年3月
濁度 色度 臭度 透明度	() () () cm	20以下 無特殊臭味 15以下	無異常 無異常	無異常 無異常	30以下 無不快感 無不快臭味	30以下 50以下 無不快臭味	日本河川協會	50以下 10以下 無不快臭味	20以下 30以下 無不快臭味	日本水道協會	20以下 30以下 無不快臭味
過錳酸鉀消耗量 BOD COD SS 大腸菌群 一般細菌	ppm ppm ppm ppm MPN/ 100ml MPN/ 100ml	幾平沒有 300	300以下	300以下	20以下 40以下 30以下	1以下		20以下 10以下 5以下 測不出 100以下	60以下		
pH 硬度 殘留鹼度 氯 溶解性物質 TS ABS MBAS 硝基 亞硝酸 性氮素 磷 鐵 錳	ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm	5.8~8.6 1.0 500 1.0以下 20以下	5.8~8.6 1.0以上 1.0以下 20以下 1.0以下 0.3以下	5.8~8.6 1.0以上 1.0以下 20以下 1.0以下 0.3以下	6.5~9.0 400以下 400以下 5000以下 2以下 20以下 1以下	5.8~8.6 500以下 400以下 1000以下 20以下 0.5以下 0.5以下 0.5以下	5.8~8.6 200以下 0.2以上 200以下 500以下 1.0以下 0.5以下 0.5以下 0.5以下	5.8~8.6 200以下 0.2以上 200以下 500以下 1.0以下 0.5以下 0.5以下 0.5以下	1以下 0.5以下		
有機磷 重鉛 六價鉻 實鉛 水銀	ppm ppm ppm ppm ppm	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下	1.0以下					

資料來源：日本住宅設備協會—建築物污水循環再利用處理裝置研究資料集

表2.21 辦公室各種用水水量及水質

用 途	水 量		負 荷 量		水 質(BOD)	
	構成比		(BOD) 構成比			
水洗便所 (大)	10.8M ³ /日	10.1%	6,300g/日	25.8%	583.3ppm	325.0
水洗便所 (小.女用)	21.6	20.3	2,250	9.2	104.2	
水洗便所 (小.男用)	21.6	20.3	9,000	36.9	416.7	
洗 車	1.2	1.1	224	0.9	186.7	
散 水	0.12	0.1	22	0.0	183.3	
掃 除	10.0	9.4	1,800	7.4	180.0	
冷 房	9.0	8.4	49	0.2	5.4	
冷房 (廚房)	0.09	0.1	0.5	0.0	5.6	
暖 房						
廚房(冷藏庫)	2.0	1.9	0.5	0.0	0.3	185.3
廚房(料理)	10.0	9.4	2,360	9.7	236.0	
洗 碗	10.0	9.4	1,520	6.2	152.0	
洗地板	0.4	0.4	270	1.1	675.0	
手洗及洗臉	8.0	7.5	560	2.3	70.0	
熱水供應	1.0	1.7	48	0.2	26.7	
合 計	106.6	100.0	24,404	100.0	228.9	
樓地板面積日用水量	10.71/m ² 日		2.4g/m ² 日			
每人每日用水	106.6l/人 日		24.4g/人 日			

資料來源：日本建設省近畿地方建設局、大阪事業單位

表2.22 超級市場再生用水各處理單元之水質分析結果

處理單元		原水	曝氣槽	第1沈澱(出口)	生物過濾	第2沈澱(出口)	放流水	再利用水
水	溫	17	—	—	—	—	15	13
pH		6.8	—	—	—	—	6.5	6.4
透視度	cm	—	—	>30	—	>30	>30	>30
SS	mg/l	135	—	6	—	11.8	4	—
BOD	mg/l	295	—	4.5	—	4.5	2.6	2.4
COD	mg/l	117	—	12	—	14.3	11.7	11
溶解氧	mg/l	2.0	4.2	—	8.5	—	—	6.5
正己烷抽出物質	mg/l	18	—	—	—	—	3.2	—
NH ₄ -N	mg/l	8.5	—	0.3	—	0.12	—	N.D
NO ₂ -N	mg/l	N.D	—	N.D	—	N.D	—	N.D
NO ₃ -N	mg/l	0.4	—	14.5	—	14.9	—	18.92
T-N	mg/l	21.4	—	14.8	—	15.02	—	18.92
大腸菌群數	n/ml	—	—	—	—	—	0	—

(資料來源：雜排水的再利用)

2.3.4 各種循環水再利用之水量關係

表2.23就每人每日用水量及再利用水量探討。由上水系統的供給水量與再利用水系統供給水量。做為供水來源由表可知再利用水系統可供給的水量約佔全部供水量的15~25%。表2.24為每人與日各種用途使水量。係針對日平均用水。與日最大用水量對於各種用途所消耗

之水量關係加以探討。表2.25表2.26調查各種便器所消耗的水量及其使用率。表2.27則調查各種建築物種類之使用時間。表2.28為不同建築物單位面積之給水和再利用水量，調查顯示不同建築物如百貨店、車站...等使用上水系統所供給水量與使用再利用水系統所供給的水量統計，學校之再利用水之使用率則高達50~70%。表2.29為不同業務別用水所佔比例，即公司行號、醫院、百貨公司及大學，考慮其廁所用水／總使用水量和冷卻用水／總使用水量之比例。表2.30調查不同種類建築物行號、政府機關、銀行、醫院...等與每日平均使用水量，一日平均使用時間、使用人員、單位、面積人員數及有效面積／地面積等之關係。根據以上調查可訂出各種設備、用途的消耗水量之各種設計值，表2.31則為日本中水道系統典型之水再利用系統設計值。

2.3.5 循環水再利用之處理流程

前述討論完再利用水的用途、水質標準、用水量後，最重要的是應以何種方式來處理中水道廢水。在日本文獻中各採取的方式亦有所不同，簡單整理如下：

圖2.9爲下水處理水循環利用設施程序。包括了廣域的循環方式及個別地區循環方式。即下水經預備處理再經一級、二級、三級處理後以臭氧及氯鹽處理，經送配水設施而後到利用設備。圖2.10則爲典型再利用水處理之流程，即下水經一級、二級處理再經臭氧及活性碳吸附而後再到再利用設施。表2.32爲各處理程序的分類，將預備處理，一級二級處理與三級處理和再生處理，針對各種水質項目而採取的一些處理程序加以歸納。表2.33列出各種生處理方式之實例分別就平城、西春日、芝山、福岡等地之再生處理方式以及再利用水之用途加以整理，一般都是經過二級處理後再用砂濾，再以活性碳吸附或臭氧處理，而後加氯消毒即爲再利用水。而表2.34爲再利用水之目標水質與處理程序。舉了8種處理程序與水洗廁所、灑水用水、景觀用水等用途之水質項目做一關係比較。而表2.35爲日本各都市污水再利用之實例，表中就採行再利用的地區與實際處理廠及處理水量、再利用水供給單位，供給水量及其每日平均使用時間、各種用途及再利用水之費用與再處理方法做一完整的歸納比較，可供做我國再利用水研究的參考。

表2.23住宅每人每日用水量及再利用水量

上 水 系					再 利 用 水 系				備	註 來源
廚房 (1/人・日)	洗手 洗面 (1/人・日)	浴室 (1/人・日)	其他 (1/人・日)	合 計 (1/人・日) %	計 廁 (1/人・日) %	所 洗 (1/人・日)	車 水 (1/人・日)	合 計 (1/人・日) %		
35	27	34	11	152.0	82	32	17	1	1.5	186.5 1日平均 1)
48	27	68	11	238.0	86	32	12	1	4.5	275.5 1日最大 1)
50	30	50	10	200.0	80	40	16		含洗車 10	250.0 日平均 2)
66	40	66	13	204.0	76	53	20		含洗車 13	270.0 日最大 2)
42.6	6.1	30.4	19.2	123.4	83	25.9	17			149.3 桂木園地冬季3個月 3)
50.9	7.3	34.7		139.9	69	31.0	15	2.9	28.3	202.1 阪急 4)
45.2	20.7	36.2	12.6	157.7	79	41.2	21		41.2	198.9 5)

來源：1)水の循環再利用調査報告書，S49.10 (財)團上開發技術研究所

2)中水道調査報告書，S48.3 日本河川協會

3)家庭處理水の再利用，S47.8 日本住宅公團大阪支所計畫部

4)水高度利用計畫調査報告書，S47.3 近畿地建企畫部

5)下水處理水の二次處理實驗調查(中間報告)，S49.3 大阪市下水道局，水道局

表2.24 每人每日各種用途使用水量 (單位 1/人一日)

用途 水量	洗澡	洗濯	洗手 洗臉	廁所	台所	清掃	灑水 洗車	合計
日平均	50	60	30	40	50	10	10	250
日最大	60	79	40	53	66	13	13	330

(資料來源：住宅團地水の再利用(中水道))

表2.25 各種器具的1次利用水，1小時利用回數等

器 具 種 類	1次 使用量 $q_1(l)$	1小時 使用回數 1(回)	瞬時最大流量 (l/mm)	接繞管口徑 (mm)	備 註
大 便 器 (洗淨閥)	13.5~16.5	6~12	110~100	25	平均15l/回/10s
大 便 器 (洗淨槽)	15	6~12	10	13	
小 便 器 (洗淨槽)	4~6	12~20	30~60	20	平均5l/回/6s
小 便 器 (洗淨槽)	9~18	12	8	13	2~4人用 器具1個約4.5l
小 便 器 (洗淨槽)	22.5~31.5	12	10	13	5~7人用 器具1個約4.5l
洗 手 盆 (13mm水管)	15	6~12	15	13	
洗 手 盆 (20mm水管)	25	6~12	15~25	20	
散 水 管			20~50	13~20	

資料來源：空氣調和・衛生工學便覽」(1967) P.1157.(社)空氣調和・衛生工學會

表2.26 器具的同時使用率(%)

器具種類	器具數											
	1	2	4	8	12	16	24	32	40	50	70	100
大 便 器 (洗淨閥)	100	50	50	40	30	27	23	19	19	15	12	10
一般器具	100	100	70	55	48	45	42	40	40	38	35	33

資料來源：空氣調和・衛生工學便覽第9版」(1975) P. III -68. (社)空氣調和・衛生工學會

表2.27 建築物種類別使用時間(H)

建築物種類	1日平均使用時間	建築物種類	1日平均使用時間
辦公室	8	住宅	8~10
醫院	10	旅館	10
百貨公司	8	小・中學校	5~6
店鋪	7	高等學校以上	6
餐廳	5		

資料來源：「空氣調和・衛生工學便覽第9版」(1975)

P.Ⅲ-56.(社)空氣調和・衛生工學會

表2.28 不同建築物別單位面積給水和再利用水量

	上 水 系						再 利 用 水 系						備 註	資料 來源		
	飲料 (1/m ²)	浴室 1/m ²	洗手 1/m ²	餐廳 1/m ²	其他 1/m ²	合 計 1/m ²	廁 所 1/m ²	洗 車 1/m ²	水 合 1/m ²	計 總合計 1/m ² ·日						
											%	%			%	%
百貨店			1.51	9.48	3.71	14.7	62	8.84	38		8.84	38	23.54	地板面積	1)	
車站	0.80		1.22	21.95	5.89	29.86	81	7.14	19		7.14	19	37.00	地板面積	1)	
旅館	0.72	2.48	含洗濯 1.99	8.45	2.89	16.53	78	4.42	21	0.15		4.57	22	21.10	地板面積	1)
醫院	0.08	1.63	2.00	2.10	12.80	18.61	68	8.59	32			8.59	32	27.20	地板面積	1)
小學	0.20	游泳池 2.60	1.42	1.39	0.33	5.94	43	7.79	57			7.76	57	13.70	地板面積	1)
中學	0.13	游泳池 3.14	0.90	0.79	0.28	5.24	45	6.36	55			6.36	55	11.60	地板面積	1)
高等學校	0.17	0.74	0.77	0.24	0.36	2.28	34	4.52	66			4.52	66	6.80	地板面積	1)
大學								文系 35~70 理系 10~20						10~23	地板面積	2)

資料來源：1) 都市活動用水的使用實態調查報告書・S48 東京都水道局計畫部
2) 事業所用水的排水利用計畫調查・S52.3 近畿地建一大阪府

表2.29 不同業務別使用水所佔比例

業務別	規 模	廁所用 水 / 總使用水量	冷卻用水 / 總使用水量
公司行號	大規模	0.3~0.5	0.25
	小規模	0.5~0.8	
醫 院		0.2~0.3	0.3~0.4
百貨公司		0.15~0.35	0.3~0.5
大 學	文學院	0.35~0.7	
	理學院	0.1~0.2	

(資料來源：東京都首都整備局－水循環再利用

適合性調查報告書)

表2.30 不同建築物種類每人給水量、使用時間及使用人員

建築物種類	1日平均使用水量 (L)	1日平均 使用時間	使用人員	單位面積 人 員 數	有效面積 —— (%) 地面積
公司行號	100-120	8	每一上班者	0.2人/m ²	60
政府機關、銀行	100-120	8	每一職員	0.2人/m ²	55~57
醫 院	高級 1000以上 中級 500以上 其他 250以上	10	每一病床 外賓 8 職員 120 病人 160	3.5人/床	45~48
寺廟、教會	10	2	參加者		
劇 場	30	5	每一座位		53~55
電 影 院	10	3	每一人		
百貨公司	3	8	每客人每次 店員100(L)	1.0人/m ²	55~60
店 鋪	100	7	常住160(L)	0.6人/m ²	
小賣市場	40	6			
公眾餐廳	15	7	每一客人	1.0人/m ²	
料 理 店	30	5	每一客人	1.0人/m ²	
酒 吧	30	6	每一客人		
社交俱樂部	30		每一客人		
舞 廳	120-350		每一座位		
住 宅	160-200	8~10	每位民住者		
高級住宅	250	8~10	每位民住者		
公 寓	160-250	8~10	每位民住者		
無廚房公寓	100	8~10	每位民住者		
宿 舍	120	8	每客人數		
旅 館	250-300	10	每客人數		
小、中學校	40-50	5~6	每一學生		
高中以上學校	80	6	每一學生		
研 究 所	100-200	8	每位研究員		
圖 書 館	25	6	每位閱覽者	0.4人/m ²	
工 場	60-140	6	每一人	0.3人/m ²	
停 車 場	3	15	乘降人數		

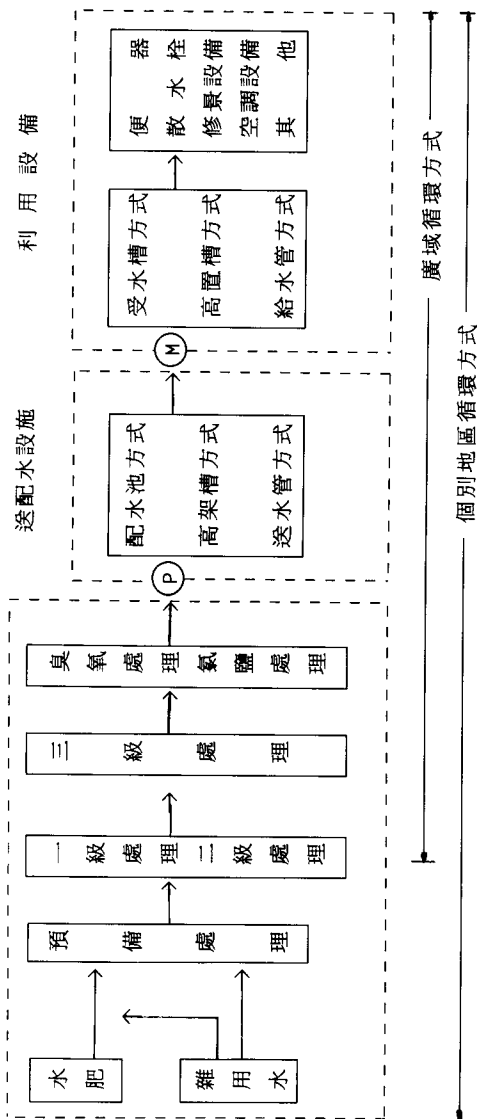
資料來源：(空氣調和・衛生工學便覽)

表2.31 水再利用系統設計值

樓地板面積		6,000	15,000	30,000	備註
人,設備	人 數	400	1,000	2,000	15m ² /人
	男 人	340	850	1,700	佔85%
	女 人	60	150	300	佔15%
	餐 數	332	830	1,660	佔83%
	冰箱數(USRt)	162	405	811	37m ² /USRt
	汽車數目	14	40	60	
水 廁所消耗 (m ³ /天)	先生,站立式	4.1±0.3	10.2±0.9	20.4±1.7	12±1.1/天/人
	先生,坐式	3.1±1.5	7.7±3.8	15.3±7.7	9±4.5/天/人
	女 士	4.2±0.3	10.6±0.6	21.2±1.7	70.7±5.5/天/人
	總數	11.4±2.1	28.5±5.5	56.9±11.1	
使用量	洗手(男人)	1.5±0.1	3.8±0.3	7.7±0.5	4.5±0.3/天/人
	洗手(女人)	0.4±0	1.0±0.1	2.0±0.2	6.5±0.7/天/人
	加熱水	3.0±1.5	7.5±3.8	15.0±7.5	7.5±3.8/人
	清洗	0.5±0.3	1.2±0.6	2.4±1.2	1.2±0.6/人
	其他	0.7±0.2	1.8±0.4	3.6±0.8	1.8±0.5/人
不定用量	餐廳,廚房	10.0±4.0	24.9±10.0	49.8±19.9	30±12/每餐
	冷卻塔	9.6±2.1	23.9±5.3	47.8±10.5	59±13/USRt/天
暫時性用量	停車場噴水	(1.5-0)	(3.0-0)	(6.0-0)	最大使用量
	停車用水	(1.2-0)	(3.3-0)	(5.0-0)	洗車佔23%
	花園灌溉	(7.2-0)	(8.5-0)	(12.0-0)	最大使用量
	清 洗	(-)	(-)	(-)	
廢水 (m ³ /天)	廁所下水	11.4±2.1	28.5±5.5	56.9±11.1	排放率 1.0
	普通下水	6.1±2.1	15.3±5.2	30.7±10.2	排放率 1.0
	廚房放流	8.0±3.2	19.9±8.0	39.8±15.9	排放率 0.8
	冷卻水	3.9±0.8	9.7±2.0	19.5±4.1	24±5/USRt/天
	其他	不確定	不確定	不確定	
摘 要	室內總量	17.5m ³ /天	43.8m ³ /天	87.6m ³ /天	
	不包括廚房	43.8/天/人	42.8/天/人	43.8/天/人	消耗水量/
	廚房	25.0/天/人	24.9/天/人	24.9/天/人	建築物
	總量	68.8/天/人	68.7/天/人	68.7/天/人	

(資料來源：參考文獻 5)

下水處理設施與再生處理設施



(資料來源：下水處理的循環利用相關調查報告書)

圖2.9 下水處理水循環利用設施程序

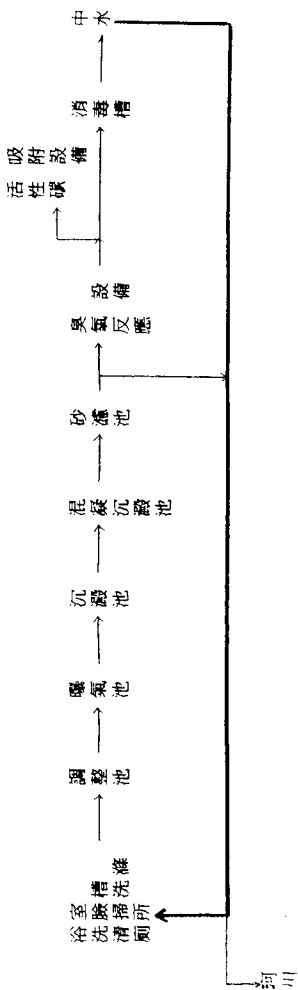


圖 2.10 典型再利用之處理流程

表2.32 處理程序分類

處理名稱	預備處理	一級處理 二級處理	三級處理和再生處理			
			浮游性有機物	溶解性有機物 (色度，臭味成分 也包含)	細菌	無機鹽類
對象物質	2次處理有障礙的廢水	SS, BOD				
處理程序	欄污柵 沈砂池 初沈池 污水調整槽	生物處理 (活性污泥法 回轉圓盤法(RBC) 物理化學處理 薄膜處理法 藥品沈澱法	凝集沈澱法 石灰凝集 硫酸凝集 其他 過濾 砂過 快	生物處理程序 接觸酸化法 回轉圓盤法(RBC) 其他 活性碳吸附法 臭氣處理	臭氣處理法 氮鹽處理法	逆滲透法 離子交換法 電透析法

(資料來源：水的循環再利用調查報告書)

表2.33 再生處理方式的實例

實施地點	再生處理方式	利用用途
平 城 (奈良市)	①二次處理實驗水—————氯鹽——再生水 ②二次處理過節水——砂濾—————氯鹽——再生水 ③二次處理過節水——砂濾——活性碳吸附——氯鹽——再生水 ④二次處理過節水—————氯鹽——再生水 ⑤二次處理實驗水—————氯鹽——再生水 ⑥二次處理過節水—————氯鹽——再生水 ⑦二次處理過節水——砂濾—————氯鹽——再生水 ⑧二次處理過節水——砂濾——活性碳吸附——氯鹽——再生水	水洗 灑水 修景
西 春 日 (高松市)	二次處理水—接觸酸化—凝集沈澱—砂濾—活性碳吸附—氯鹽—再生水	水洗 灑水
芝 山 (船橋市)	二次處理水—凝集沈澱—砂濾—臭氣———活性碳吸附—氯鹽—再生水	水洗 灑水 修景
福 岡 (福岡市)	二次處理水—————砂濾—臭氣—————氯鹽—再生水	水洗 散水

(資料來源：下水處理水循環利用技術指針)

表2.34 再利用之目標水質與處理程序

NO.	處理程序	水洗廁所用水					灑水用水					修景用水				
		外觀	濁度	BOD	大腸菌 群數 (個/ml)	總合	色度	濁度	BOD	大腸菌 群數 (個/ml)	總合	色度	濁度	BOD	大腸菌 群數 (個/ml)	總合
1	一次處理實驗水+氯(3~5mg/l)	×	-	-	○	×	×	-	-	○	×	×	○	×	○	×
2	二次處理過節水+氯(3~5mg/l)	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	×	○	○	○	×
3	砂濾水+氯(3~5mg/l)	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	×	○	○	○	×
4	活性碳處理水+臭氣+氯 (20mg/l) (3~5mg/l)	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	×	○	○	○	×
5	二次處理實驗水+臭氣+氯 (20mg/l) (3~5mg/l)	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	○	○	×	○	×
6	二次處理過節水+臭氣+氯 (20mg/l) (3~5mg/l)	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○
7	砂濾++臭氣+氯 (15mg/l) (3~5mg/l)	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○
8	活性碳吸附處理水+臭氣+氯 (10mg/l) (3~5mg/l)	○	-	-	○	○	○	-	-	○	○	○	○	○	○	○

(資料來源：下水處理水循環利用技術指針)

表2.35 日本著名都市污水再利用之實例

都市名	污水處理廠	處理水量 (CMD)	再利用水 供給單位	供給 水量 (CMD)	1日平均 使用時間	用 途	費用 日元/m ³	再處理方法
東 京 都	三河島 砂 町	520,000 680,000	東京都下水 道局	76190	102,952	工業用水 雜用水	基本費10 超量費18	混凝沈澱、快濾法
東 京 都	芝 浦		東京都下水 道局	311	600	車輛洗淨 用水	3.45	混凝沈澱、快濾法
東 京 都	芝 浦	770,000			150	車輛洗淨 用水	3.45	混凝沈澱、快濾法
東 京 都	芝 浦			110	175	花台、景觀 噴水池	3.45	混凝沈澱、快濾法
東 京 都	三河馬 砂 町	—	東京都下水 道局	—	1170	廁所、消防、 空調、其他	基本費10 超量費18	混凝沈澱、快濾法
川 崎 市	入江崎	208,000	川崎市 水道局	472	18.85	工業用水 冷卻用水	2.0	加氯處理
名古屋市	千 年		名古屋市 水道局	103.61	64	工業用水 冷卻用水	17	混凝沈澱、快濾法 加氯處理
大 阪 市	中 濱		大阪市	1.46	4	大阪市外 環境維持用水	0	快濾法→加氯處理
北九州市	皇后崎		北九州市 下水道局	10.95	30	工業用水 冷卻用水	1.8	加氯處理
池 田 市	池 田		池田市	13,800	11,400	農業用水	—	加氯處理
熊 本 市	蓮台寺		石碓土 壤改良局	2,800	—	農業用水	—	加氯處理

(資料來源：平城地區下水處理的循環利用相關調查報告書)

2.3.6 美國再利用水之實例及水質標準：

美國加州為全美第一大州，人口有2,100萬人，大部份(約80%)聚集在洛杉磯市，年平均雨量約300mm。因降雨期間集中，且該市位於半乾燥地帶，地表水蒸散量大，故須從其他地方引水使用。再者，由於1960年代後人口膨脹，水的使用量增大，同時其他州不願再供應大量水給予該市，故協議於1985年後供水量達一半。為解決此問題，必須提高地域水的使用率，故進行人工水的再利用調查，而在1960年開始實施。剛開始時，一般民眾對再利用水的關心程度低，最近幾年，經宣導而提高了對再利用水的認識，尤其是近二、三年的乾旱時期，而使用了約30%的再利用水。

至於對地域水的再利用型式包括了下列三項：

- (1)直接利用：處理水直接用於工場用水，表面灌溉。
- (2)表面貯留型：處理水以人工湖方式貯存利用。
- (3)地下貯留型：處理水貯存於地下及地下水的補充。

為了考慮到再利用水對人體的危害，加州政府於是訂定了處理的各種用途及所須處理的目標水質，其水質標準是以大腸菌落數來規定如表2.36

表2.36 下水處理水的再利用基準

處理水的用途	所須處理方法	大腸菌群數標準值
食用農作物	生物處理、滅菌、凝集 沈澱、濾過	中間值*2.2個 100ml以下
地表噴射灌溉 (a)食用農作物 (b)果樹	生物處理及滅菌 簡易處理以上	中間值2.2個 100ml以下 ——
家畜的飼料，纖維 植物	簡易處理以上	——
乳用家畜(牛、羊) 的牧草	生物處理及滅菌	中間值2.3個 100ml以下
景觀設施(高爾夫、 墓地、公園、旅 遊地、高速公路) 之灑水	生物處理及滅菌	中間值2.3個 100ml以下
娛樂用水 a)人體接觸	生物處理、滅菌、凝集 沈澱、濾過	中間值2.2個 100ml以下
b)人體不接觸	生物處理及滅菌	中間值2.2個 100ml以下
灑水用水的貯水池	生物處理及滅菌	中間值2.3個 100ml以下

註：*中間值為連續7月間算出之值

(資料來源：Wastewater Reclamation criteria California Admin-
istrate Cold Title 22, Division 4 Environmental
Health 1975.)

2.3.7 中水道系統設施之安全管理：

未來中水道系統設立時，除了須考慮水質安全，使用者觀感問題外，最重要即是設施的管理與設備之檢點修理。當未來流入原水的水質超乎設計或再處理能力不足時，如何與下水道系統連接，電力不足、停電時，再利用系統如何應變，都是將來設立管理中水道之一大課題。同時須注意再利用系統與給水系統應如何設計，以避免誤接，誤使用之現象發生。表2.37為中水道系統誤接誤使用的防止對策。

表2.37 中水道系統誤接，誤使用防止對策

配管等		誤接合，誤使用的防止對策（施工方法）
屋內配管	防漏配管	1.防漏前的裸管應塗成草綠色 2.防漏材料於曝露地方用草綠色膠帶繞了圈，並每隔一公尺纏繞一次
屋內露出配管	防漏配管	1.防漏前的裸管應塗成草綠色 2.防漏材料重要地方要表示「再利用水」
屋外露出配管	防漏配管	1.防漏前的裸管應塗成草綠色 2.防漏材料重要地方要表示「再利用水」
地裡埋設之配管	—	1.埋設前的裸管用黃色防蝕之膠帶纏繞且在同管腐蝕處，先塗成草綠色，再用玻璃纖維纏繞，後用聚合物固定，且每隔1公尺纏繞3圈。 2.其他埋設管怕誤接處，在管的埋設處須標示清楚。
混凝土管埋設	—	埋設前的裸管塗上草綠色
量測表		處理水的量測表蓋內，寫明「再利用水」，且應能永不剝落
閥	—	爲了擔心誤操作處，要有表示板，且處理水閥要易於辨識

（資料來源：下水處理水循環利用技術指針）

第三章 結果與討論

本計畫調查建築中水道系統之廢水再利用之可行性研究選定之實驗地點，包括台北工專土木館、台灣省住都局、中興工程顧問公司、中鼎工程顧問公司及東怡營造大樓等，這些建築物大樓包括了學校、政府機構、辦公大樓及商業大樓等各式特色之大樓，故此等大樓較具代表性，可做為評斷標準。

由歷次實驗調查中，可獲得之結果整理如表3.1～3.6及圖3.1～3.10所示：

3.1 各測定地點之水量探討

一、就水量方面而言：

(1)在台北工專測定二次，第一次有洗手者，有111人，收集的水量85公升，平均用水量 0.77公升/人。因在收集時，部份學生上完體育課，而在廁所洗臉，以致收集水量較多。第二次分別於二層樓施測，在 2樓方面，測得洗手人數264人，收集水量120公升，平均用水量 0.64公升/人，4F洗手人數71人，收集水量30公升，平均用水量0.43公升/人。因2F全樓上課總人數120人較4F全樓總人數65人為多。所以2F洗手人數，收集水量皆較4F為多，但是平均用水量則差不多。

(2)中興工程顧問公司測得11F洗手人數159人，收集水量60公升，平均用水量0.377公升/人，12F洗手人數180人，收集水量55公升，平均用水量0.306公升/人。平均用水量偏低，是因裝置有

節水型之水龍頭，加上採樣當天氣溫較低，以致採的水樣的水量較少，而每人之平均用水量也就較其他測點為少。

(3)台灣省住都局，因每一層樓在左右兩側皆有廁所，同時4F之辦公人員較其他層樓為多，所以測定點選擇4F。第一次採樣時只選男廁。結果4F右邊廁所測得有洗手人數79人，收集水量 98公升，平均用水量1.24公升/人。而4F左邊廁所測得有洗手人數37 人，收集水量25公升，平均用水量0.68公升/人。二者數據有差異原因，乃左側有一間茶水房，部份職員在大量用水時皆至此側，右側則無。若需大量用水則只能在右側廁所使用。此外，由於同一層樓有兩間廁所，很多人可自由選擇任一間使用，至右邊廁所洗手、使用人數、收集水量及平均用水量皆較左側為多。第二次測時，在右側廁所增加女廁的測量。結果4F右側男廁，有洗手人數51人，收集水量75公升，平均用水量1.47公升/人。4F右側女廁，有洗手人數65人，收集水量75公升，平均用水量1.15公升/人。 4F 左側男廁，有洗手人數29人，收集水量12公升，平均用水量0.412公升/人。結果與第一次採樣接近。惟女性之平均用水量反較男性用水少。

(4)中鼎工程顧問公司，測得14F洗手人數240人，收集水量182公升，平均用水量0.76公升/人，21F洗手人數260人，收集水量160公升，平均用水量0.62公升/人。因廁所裡裝有清潔劑，而且使用量很大。相對的若使用清潔劑，則所消耗的用水量將比較大，所以使得每人的平均用水量皆較其他測點高。

(5)東怡營造公司，測得10F男廁洗手人數105人，收集水量60公升，平均用水量0.5714公升/人，而10F女廁洗手人數74人，收集

表3.1 各測定位置之水量量測資料

測定地點	日 期	男廁	女廁 洗手 人 數	收 集 水 量	平 均 用 水 量	全樓總人數	單 位
台北工專	79.12.17	✓	111人	85公升	0.77公升/人		
台北工專	80.1.16	✓	2F 264人	120公升	0.455公升/人	120人	
			4F 71人	30公升	0.423公升/人	65人	
中興工程* 顧問公司	80.1.31	✓	11F 159人	60公升	0.377公升/人	44人	
			12F 180人	55公升	0.306公升/人	53人	
台灣省住 都局	80.2.1	✓	4F右 79人	98公升	1.24公升/人	22人	
			4F左 37人	25公升	0.68公升/人	22人	
台灣省住 都局	80.2.7	✓	✓ 4F右♂ 51人	75公升	1.47公升/人	20人	
			4F右♀ 65人	75公升	1.15公升/人	24人	
			4F左♂ 29人	12公升	0.412公升/人	20人	
中鼎工程 顧問公司	80.2.21	✓	14F 240人	182公升	0.76公升/人		
			21F 260人	160公升	0.62公升/人		
東怡營造 公司	80.3.4	✓	✓ 10F♂ 105人	60公升	0.5714公升/人	18人	
			10Z♀ 74人	40公升	0.540公升/人	19人	

註一：*：有使用省水裝置者

註二：量測地點位於廁所內之洗手台

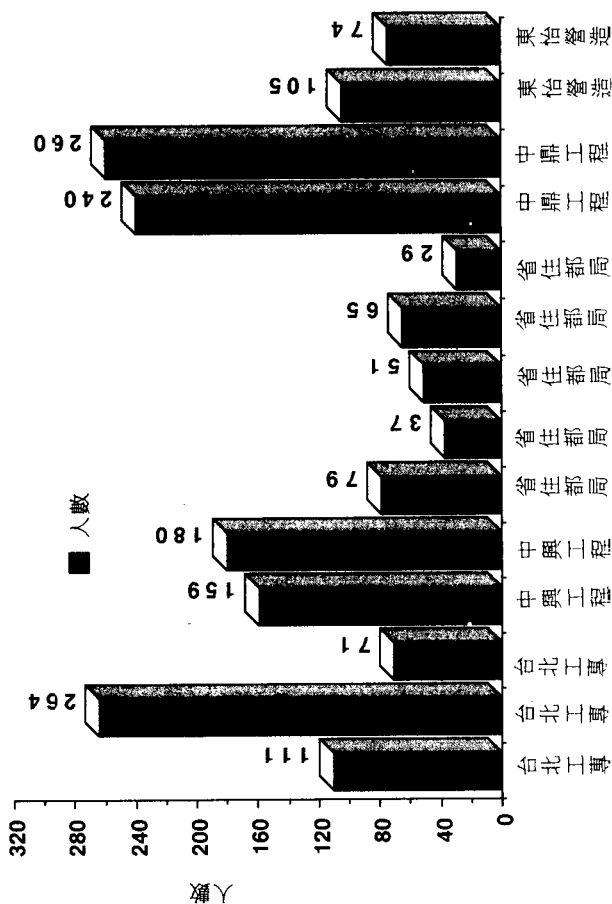


圖 3.1 各採樣單位每日使用洗手台人數

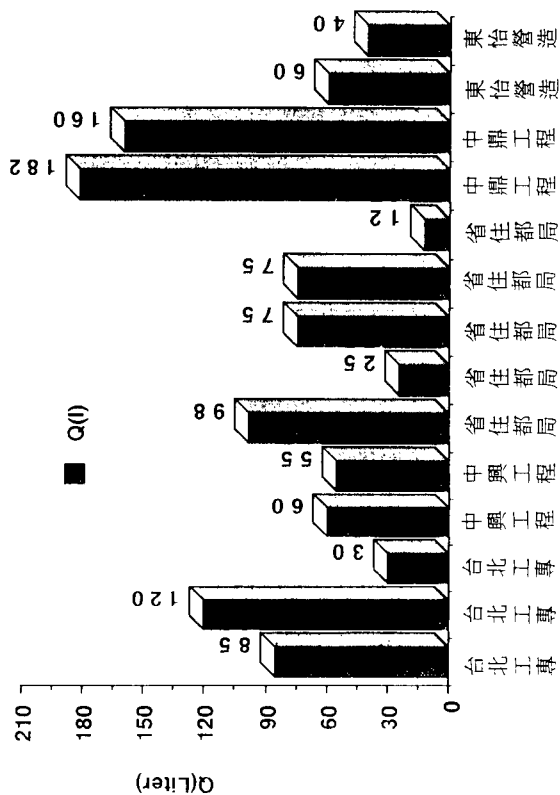


圖3.2 各採樣單位洗手台每日之洗手水量

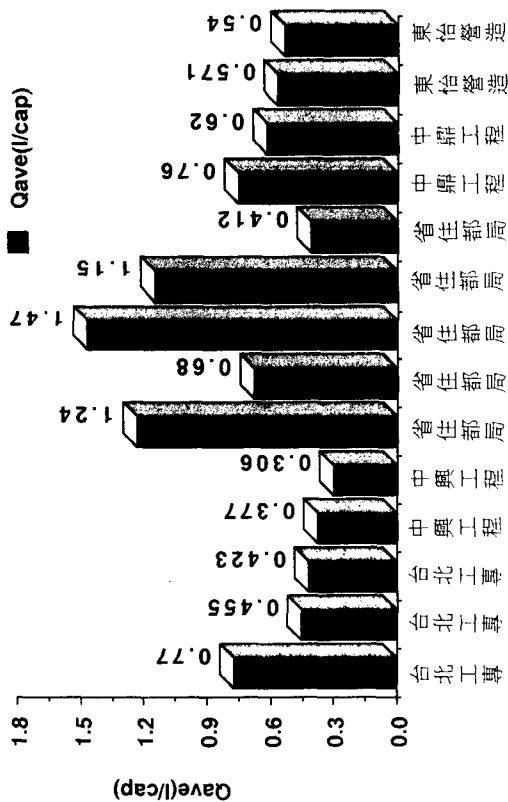


圖 3.3 各採樣單位洗手台每人平均用水量

水量40公升，平均用水量0.540公升/人。

3.2 各測定地點之水質分析及探討

二、再就水質方面而言：

- (1)台北工專所採得水樣外觀清澈，因有使用清潔劑，有芳香的味道，無不快感。因此在心理情緒，不會排斥此種用水將有利於回收再利用。而BOD值介於50~81mg/l之間，COD值80~140mg/l之間BOD/COD值介於0.5~0.7，可見其污染性不高，可用簡單設備即能處理。且其生物的分解性很好，可用生物處理即可達水質標準，此外，水中因無大腸菌，故在衛生安全方面應沒有問題。
- (2)中興工程顧問公司之水樣外觀清澈，並無臭味，故不會引起不快感。而且BOD值約在30mg/l左右，COD值介於65~90mg/l之間，且BOD/COD值約0.4。而pH值約等於7。總氮都小於1mg/l，總磷也都小於10mg/l，大腸菌數檢測不出。可見其平均水質污染性不高，在安全衛生方面也沒有問題，同時也不會造成利用者的心理情緒障礙，將有利於再利用的實施。
- (3)台灣省住都局之水質外觀清澈，也沒有不快的臭味。將不會使利用者心理產生障礙。BOD也都小於53mg/l，而COD一般也在100mg/l以下，但在第一次採樣時的第三個水樣其COD值580mg/l，乃因有人清洗茶杯，造成茶葉之咖啡因溶出使COD值之升高。此外，總磷及總氮都很低，陰離子界面活性劑也都小於1mg/l，利用簡單處理，即可達再利用水水質標準。
- (4)中鼎工程顧問公司方面，由於該公司有使用清潔劑，使水質外

觀顯現略濁且有泡沫。有清潔劑之芳香味道。因其廁所為供水的惟一地方，大部份人員利用此處清洗物品，故其BOD與COD皆較其他地方為高，但是由實驗結果顯示並未測得有大腸菌。

- (5)東怡營造公司測得之水質，外觀顯現略濁以致透視度較低。但並沒有臭味以致使人感覺不快而BOD與COD也都不高，pH值略低於7，可見水質並不太差，可簡單處理即可再利用。

表3.2 調查洗手後水質平均值

分類	水質項目	調查地點：台北工專						單 位
		I (79年12月17日)	II (80年1月16日)					
心理的外觀情緒因子	水 溫	20.5	15.6	15.3	15.0	15.0	14.9	℃ cm
	透 視 度	19.5	>30	>30	>30	>30	>30	
	外 觀	清澈	清澈	清澈	清澈	清澈	清澈	
	臭 味	有清潔劑之芳香味無不快感	有清潔劑之芳香味無不快感	有清潔劑之芳香味無不快感	有清潔劑之芳香味無不快感	有清潔劑之芳香味無不快感	有清潔劑之芳香味無不快感	
物理的懸浮因子	總固體物	119	98	100	123	140	192	mg/l
	溶解固體物	94	16	2	25	24	106	mg/l
	懸浮固體物	25	2	1	3	4	4	mg/l
	導電度	21	146	118.1	118.7	129.6	157.9	μ mho/cm
化學的因子	BOD	116	60.6	51.3	54.8	66.3	81.5	mg/l
	COD	8.9	94.4	83.9	78.0	89.0	143.7	mg/l
	pH		7.53	7.47	7.51	7.44	7.35	
	T-N							mg/l
	T-P							mg/l
	陰離子界面活性劑							mg/l
生物學的因子	大腸菌群數	0	0	0	0	0	0	個/ml
	餘 氯	>1	>1	>1	>1	>1	>1	mg/l

表3.3 調查洗手後水質平均值

分類	水質項目	調查地點：中興工程顧問公司				單 位
		I (80年1月31日)				
心理的情緒因子	水溫 透視度 外觀 臭味	16.8 >30 清澈 無臭味，無不快感	17.8 >30 清澈 無臭味，無不快感	17.1 >30 清澈 無臭味，無不快感	17.3 >30 清澈 無臭味，無不快感	℃ cm
物理的因子	總固體物 溶解固體物 懸浮固體物 導電度	49 19 13 134.8	192 150 10 116.2	146 76 16 141.2	250 212 4 117.2	mg/l mg/l mg/l μ mho/cm
化學的因子	BODs COD pH T-N T-P 陰離子界面活性劑	35 79.9 7.32 0.008 8.67	27 87.4 7.19 0.008 0.86	34 75.1 7.19 0.01 9.64	29 65.6 7.14 0.006 8.85	mg/l mg/l mg/l mg/l mg/l
生物學的因子	大腸菌群數 餘 氯	0 >1	0 >1	0 >1	0 >1	個/ml mg/l

表3.4 調查洗手後水質平均值

分類	水質項目	調查地點：台灣省住都局									單位
		I (80年2月1日)				II (80年2月7日)					
心理的情緒因子	溫度	18	18	18	17.6	17.3	17.6	16.9	17.0	17.2	℃
	透視度	清澈	清澈	清澈	清澈	清澈	清澈	清澈	清澈	清澈	cm
	外觀	略帶黃色									
物理的因子	臭	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	無不快臭味	
	味										
	導電度	112.9	116.0	120.4	127.1	120.4	118.9	121.3	115.1	128.9	μmho/cm
化學的因子	BODs	19	30	53	34	18	41	22.5	35	32	mg/l
	COO	40.5	52.0	*580.5	50.9	100	92.9	78.6	67.9	82.1	mg/l
	pH	7.19	7.04	6.97	6.72	7.02	7.42	6.96	7.12	6.54	
	T-N	0.006	0.006	0.032	0.008	0.004	0.005	0.004	0.002	0.001	mg/l
	T-P	0.226	0.059	0.823	9.14	0.184	1.365	0.268	15	2.49	mg/l
	陰離子界面活性劑					0.074	0.079	0.077	0.059	0.051	mg/l
生物學的因子	大腸菌群數 餘氯										個/ml mg/l

*乃因有人清洗茶杯，茶葉中之咖啡因造成COO值之升高

表3.5 調查洗手後水質平均值

分類	水質項目	調查地點：中鼎工程顧問公司								單 位
		I (80年2月21日)								
心理透視的外觀情緒因子	溫度	23	17	14	20	19	30	16	20	℃ cm
	臭 味	略有泡沫 無不快 感臭味	略有泡沫 無不快 感臭味	略有泡沫 無不快 感臭味	略有泡沫 無不快 感臭味	略有泡沫 無不快 感臭味	略有泡沫 無不快 感臭味	略有泡沫 無不快 感臭味	略有泡沫 無不快 感臭味	
物理的因子	總固體物	90	140	113	159	136	125	103	97	mg/l
	溶解固體物	37	117	84	110	96	75	56	46	mg/l
	懸浮固體物	47	25	26	64	32	52	46	39	mg/l
	導電度	137.9	133.2	125.6	181.7	153.7	135.4	148.3	133.1	μ mho/cm
化學的因子	BODs	65	68	68	79	74	44	67	64	mg/l
	COD	85	97.3	77	135	34.1	49.4	165.9	188.1	mg/l
	pH	6.54	6.86	7.13	7.16	7.31	7.26	7.05	6.86	
	T-N									
	T-P									
生物學的因子	陰離子界面 活性劑	0.34	0.32	0.26	0.29	0.36	0.33	0.34	0.32	mg/l
	大腸菌群數 餘 氯	0	0	0	0	0	0	0	0	個/ml mg/l

表3.6 調查洗手後水質平均值

分類	水質項目	調查地點：東怡營造公司 I (80年3月4日)					單位
心理的 情緒 因子	水溫 透視度 外觀 臭味	20 略濁 無不快 感之臭味	15 略濁 無不快 感之臭味	19.8 略濁 無不快 感之臭味	21.3 略濁 無不快 感之臭味	24 略濁 無不快 感之臭味	℃ cm
物理的 因子	總固體物	328	310	300	274	249	mg/l
	溶解固體物	307	274	290	35	207	mg/l
	懸浮固體物	13	29	7	31	20	mg/l
	導電度	127.7	124.0	129.6	128.7	126.5	μ mho/cm
化學的 因子	BODs	24	42	23	34	40	mg/l
	COD	54	74	69	81	59	mg/l
	pH	6.53	6.41	6.54	6.44	6.43	
	T-N						mg/l
	T-P						mg/l
	陰離子界面 活性劑						mg/l
生物學的 因子	大腸菌群數 餘氯						個/ml mg/l

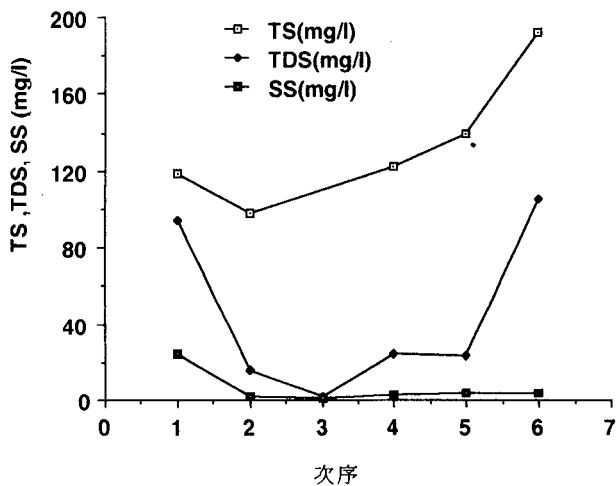


圖3.4 不同採樣次序之固體物濃度
(台北工專)

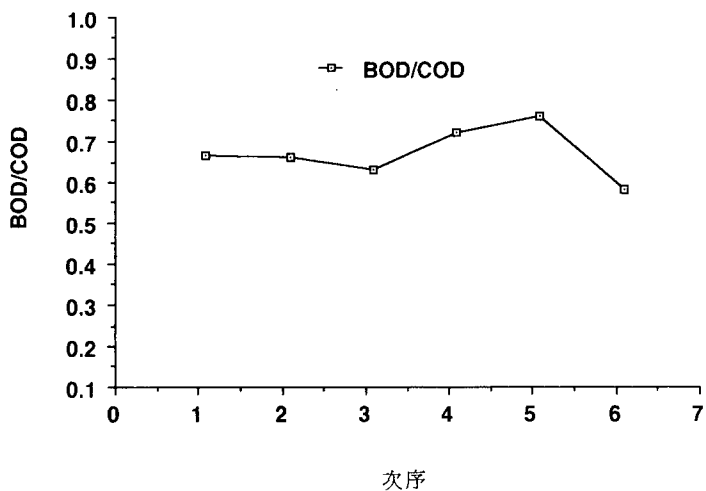


圖3.5 不同採樣次序之BOD與COD比值
(台北工專)

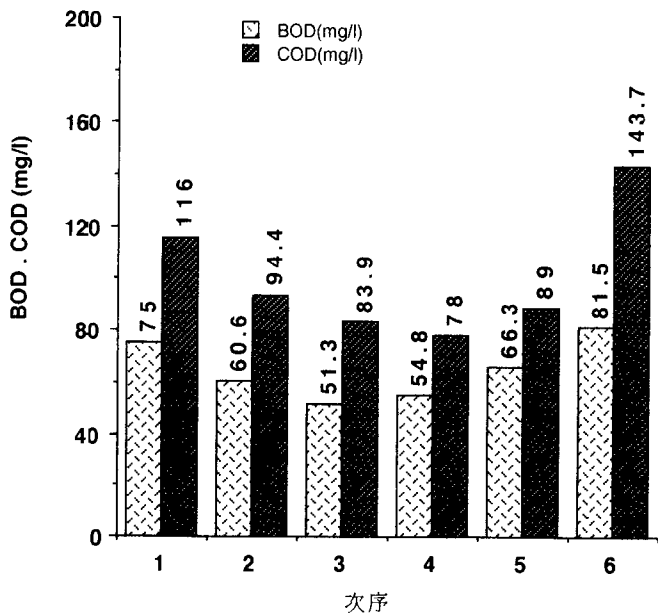


圖3.6 不同採樣次序之BOD與COD比值
(台北工專)

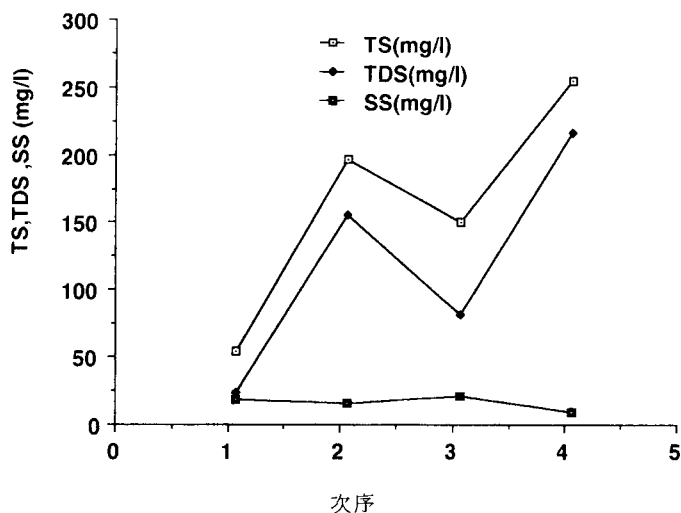
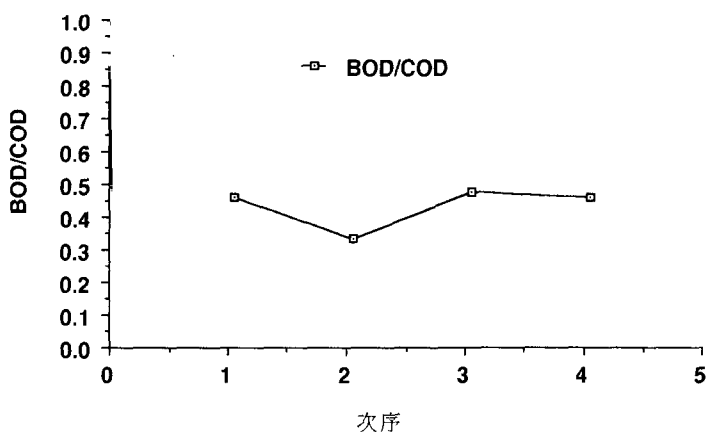


圖3.7 不同採樣次序之固體物質含量
(中興工程顧問社)



不同採樣次序之BOD與COD比值

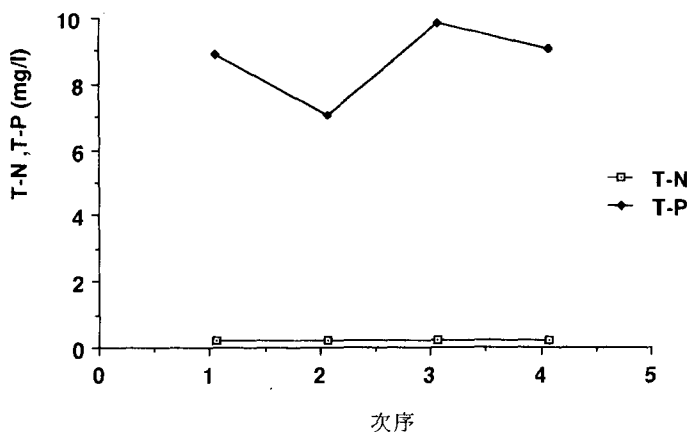


圖3.8 不同採樣次序之T-N與T-P值
(中興工程顧問社)

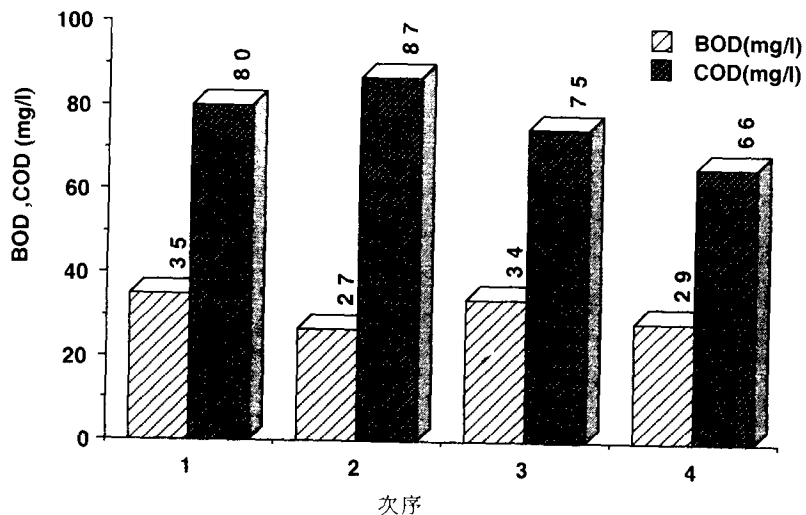


圖3.9 不同採樣次序之BOD與COD濃度

(中興工程顧問社)

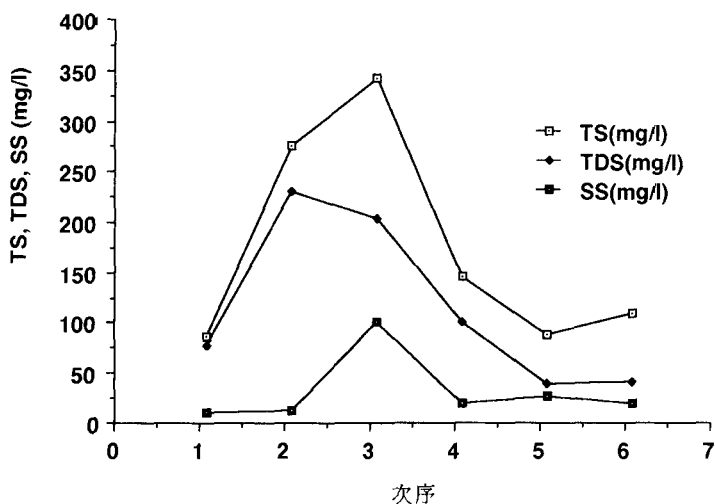


圖3.10 各採樣次序之固體物質含量

(省住都局)

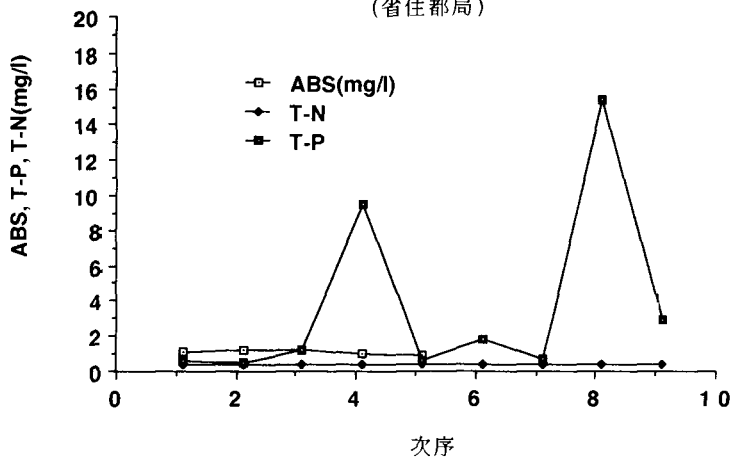


圖3.11 各採樣次序之ABS, T-P, T-N濃度

(省住都局)

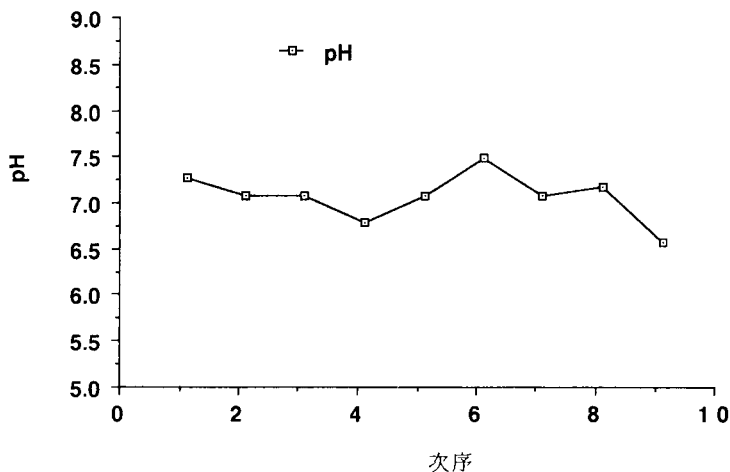


圖3.12 各採樣次序之pH值
(省住都局)

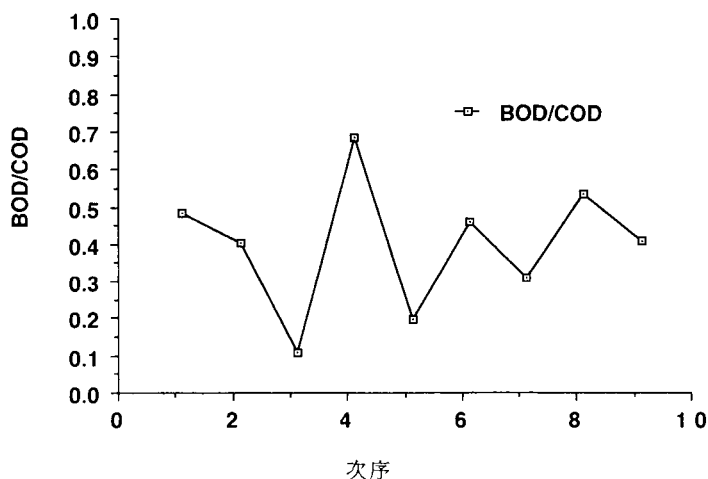


圖3.13 各採樣次序之BOD/COD比值
(省住都局)

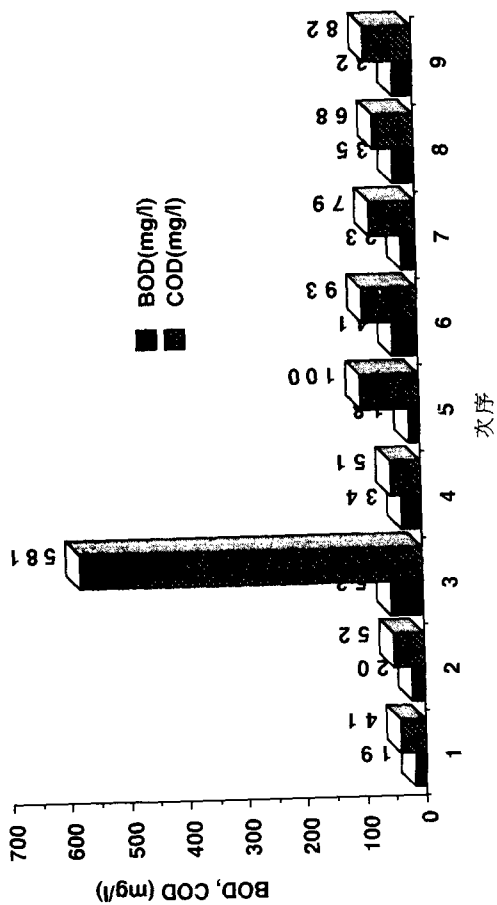
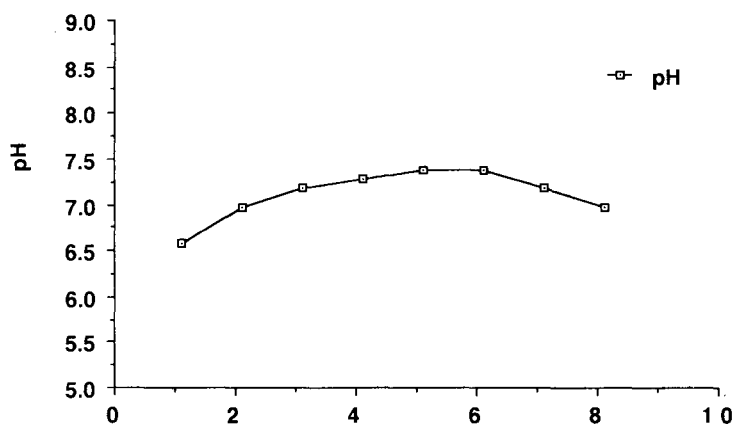


圖 3.14 各採樣次序之 BOD 與 COD 值

(省住都局)



次序
各採樣次序之pH值
(中鼎工程公司)

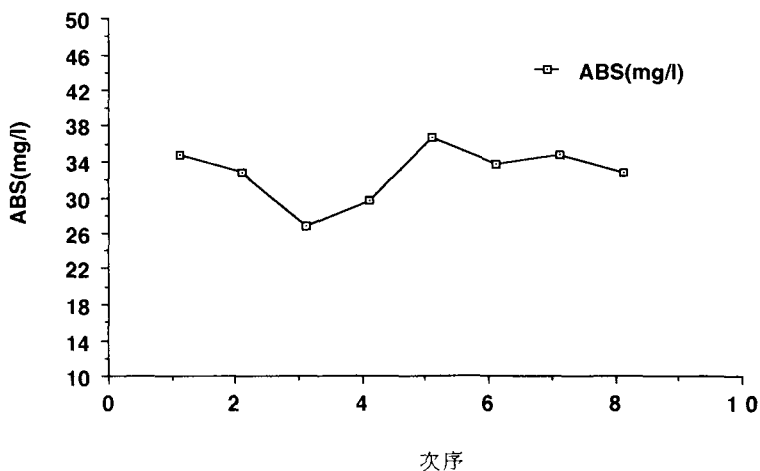
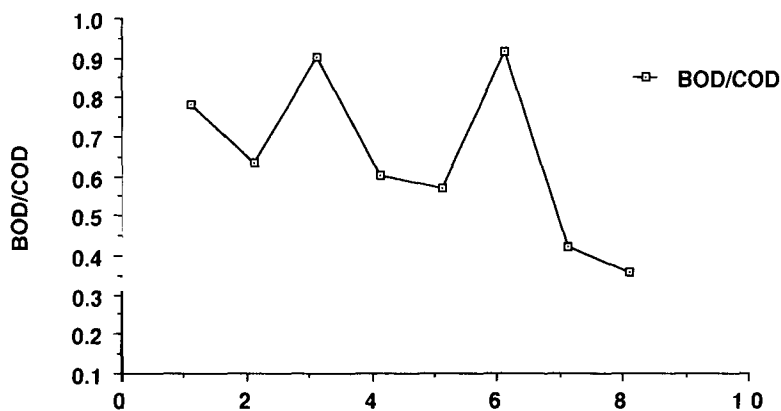
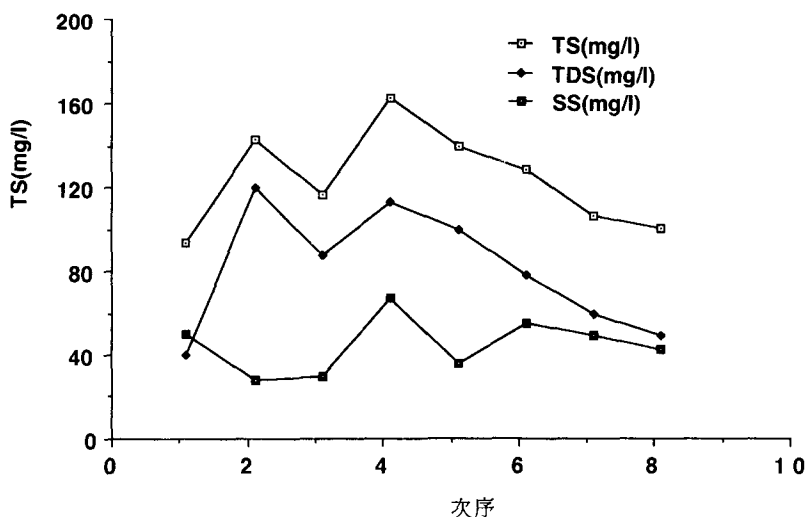


圖3.15 各採樣次序之ABS濃度
(中鼎工程公司)



次序
各採樣次序之BOD與COD比值

(中鼎工程公司)



次序
圖3.16 各採樣次序之固體物濃度

(中鼎工程公司)

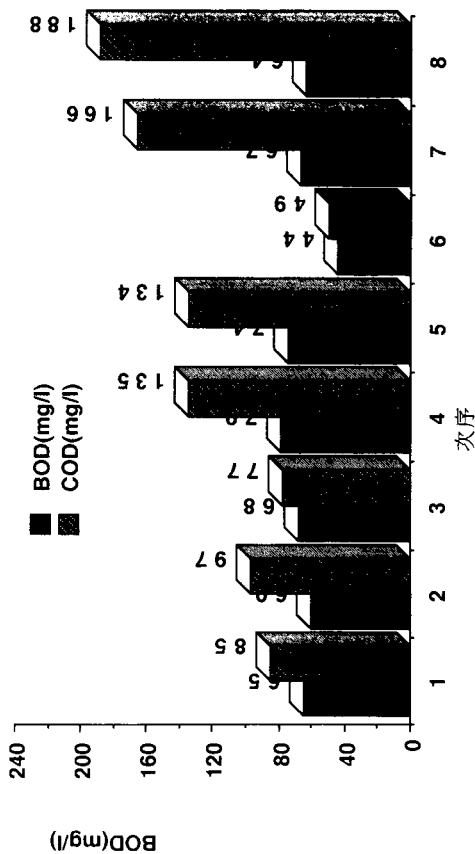


圖3.17 不同採樣次序之BOD與COD濃度

(中鼎工程公司)

3.3 再利用水處理程序：

了解各採樣之建築物大樓其水質、水量後，考慮其污染性很低，及操作維護的方便性符合，決定採用物理化學方法改善其水質，使其能符合再利用水之使用標準。所以在本研究中先使用傳統的物理化學方法如：混凝→砂濾→消毒或混凝→活性炭過濾→消毒兩種處理程序，作為處理效果之比較。期能了解此兩種處理程序所能夠達到處理程度，是否能符合國外(日本)中水道系統的參考水質標準，或者須採更高級之處理方法，如逆滲透膜(R0膜)等。

混凝程序中，一般最常用之混凝劑為硫酸鋁($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)和多元氯化鋁(poly-Aluminum Chloride)，並分別以 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 及PAC為代表，並由瓶杯試驗中求最佳混凝劑劑量(Dosage)。最佳混凝劑量乃是取一組瓶杯試驗之上澄液分析其COD，以COD值最低者做為最佳混凝劑量。本報告中首先以中鼎工程公司之廢水求最佳混凝劑之劑量，其後各採樣點之水樣皆以此為最佳混凝劑劑量及基準。本研究求得之最佳混凝劑劑量區間為 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 30、50、70 mg/l，PAC為10、30、50 mg/l。

在行瓶杯試驗後，即取上澄液倒入直徑2.5 cm長100 cm左右之管柱，內裝有40 cm之砂層或活性炭層，底部襯放玻璃棉及玻璃珠以支撐濾料，並防止濾料之漏出。在過濾進行中其濾速控制在70m/日至120m/日之間。過濾完成後，取濾液進行各種之水質分析，最後再加氯消毒。

以下僅就各處理程序進行探討：

3.3.1 混凝沈澱→砂濾程序：

(1)中鼎工程顧問公司之水質(II)：經此處理程序所得的水質，如表3.7。

在心理情緒因子方面，原水與處理後之水質大致相同差異並不大，無法做為程序效率上的判別。故僅能以物理及化學方面之諸因子進行比較。在物理因子方面，懸浮固定物(SS)，無論是經由硫酸鋁 $[Al_2(SO_4)_3]$ 或多元氯化鋁[PAC]混凝，砂濾後幾乎皆可完全去除。但其去除效果與混凝劑的劑量關係並無明顯之關係，由實驗結果並考量經濟成本因素，在混凝劑劑量方面，選擇 $Al_2(SO_4)_3$ 及PAC混凝劑劑量在30~70 mg/l 及10~60 mg/l間皆有良好之效果。但在導電度(conductivity)方面，則有隨著混凝劑量的增加而增加之趨勢，且以 $Al_2(SO_4)_3$ 當混凝劑所測之導電度較以PAC當混凝劑所測為高。在化學因子方面，為應用上之考量，本研究以BOD、COD、pH、ABS等為測定項目。尤其是COD，為選擇混凝劑及其劑量的重要指標，故分別於砂濾前後進行其COD之測定。

原水經混凝後約可減少50%之COD，主要乃水中之有機污染物被混凝，形成膠羽而沈澱，但是與劑量間的關係仍不明顯，研究選用的劑量中其效果差異不大。在考量去除SS及經濟成本後，選擇了上述之劑量。而經砂濾後，約可去除60~70%之COD，出流水大部份項目也能符合日本中水道水質標準。在BOD方面，本項雖超過日本的一些標準，但超出量不多，應可藉進一步處理加以改善克服。在pH方面，不管是原水或是處理水都維持於中性pH=7左右，應不致有腐蝕之問題。

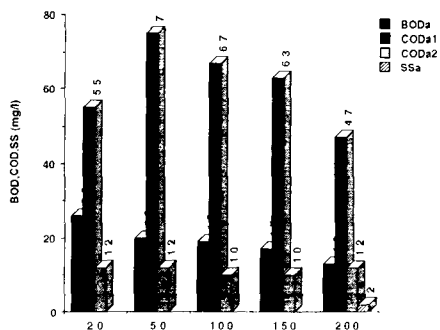
在ABS方面，因國人衛生習慣異於日本，所以清潔劑的使用量較少，也因此在原水或處理出流水都能符合日本中水道水質標準。

(2)東怡營造公司(II)：由中鼎工程公司生活用水之實驗數據中，本研究決定採用 $Al_2(SO_4)_3$ 分別為30, 50, 及70 mg/l，而PAC則為10, 30及

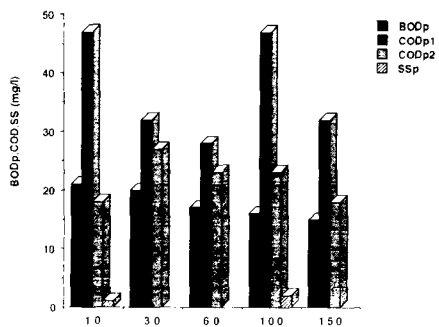
表3.7 中鼎(II)原水經混凝砂濾程序後之水質

分 類	水質項目		調 查 地 點：中 鼎 (II) 砂 濾				單 位		
			原水	混凝後砂濾前		砂濾後			
心理子的情緒	透明度外觀臭味	>30 清 澈 無臭味且 無不快感	>30 同 左	>30 同 左		cm			
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	20 50 100 150 200		20 50 100 150 200		mg/l		
		PAC	10 30 60 100 150		10 30 60 100 150				
物理因子	總固體物		139					mg/l	
	懸體浮物固	Al ₂ (SO ₄) ₃	37			0 0 0 0 2		mg/l	
		PAC		1 0 0 2 0					
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	296			215 219 258 310 352		μ mho/cm	
		PAC		196.7 211 234 247 301					
	化學因子	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	67			26 20 19 17 13		mg/l
			PAC		21 20 17 16 15				
		COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	90	55 75 67 63 47		12 12 10 10 12		mg/l
PAC			47 32 28 47 32		18 27 23 23 18				
pH		Al ₂ (SO ₄) ₃	7.87			7.50 7.46 7.47 7.52 7.63		mg/l	
		PAC		7.59 7.61 7.58 7.64 7.72					
ABS (陰面離活性界面劑)		Al ₂ (SO ₄) ₃	0.241			0.020 0.028 0.030 0.016 0.028		mg/l	
		PAC				0.064 0.074 0.044 0.066 0.066			

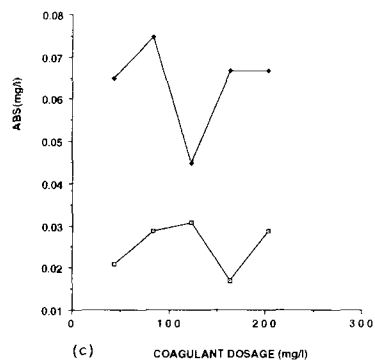
註：Al₂(SO₄)₃ 為硫酸鋁，PAC為多元氯化鋁



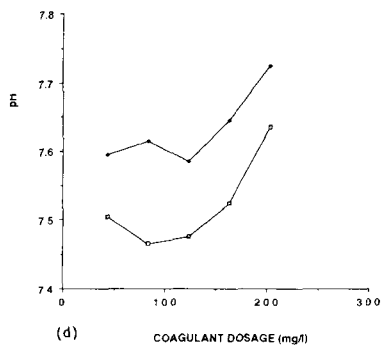
(a) AL₂(SO₄)₃ DOSAGE (mg/l)



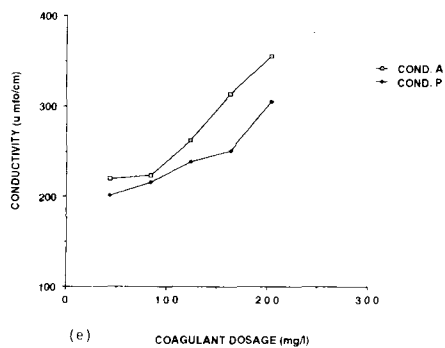
(b) PAC DOSAGE (mg/l)



(c) COAGULANT DOSAGE (mg/l)



(d) COAGULANT DOSAGE (mg/l)



(e) COAGULANT DOSAGE (mg/l)

圖3.18 中鼎(Ⅱ)砂濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氧化鋁劑量關係

(c)ABS值與凝劑劑量關係

(d)pH值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

50 mg/l，做為後續實驗之混凝劑劑量。本研究曾收集了女廁20公升水樣，發現水樣較男廁感覺略呈乳白色且有清潔劑味道。如表3.8及圖3.19此種現象經混凝後已完全消除。在SS方面，當PAC之劑量為70mg/l時SS之濃度為8mg/l外，其餘都可完全去除，在導電度方面仍是隨混凝劑劑量上升而有上升趨勢。而在BOD方面也能降至14~20mg/l，略超出標準。

COD方面，經混凝後去除率亦僅為20~30%，且砂濾後COD仍偏高，與BOD做比較可知，其含無法為生物分解之有機物較多。經處理之出流水pH仍無太大變化，維持在中性左右。本研究曾以此廢水進行混凝對ABS之去除效果之比較，結果顯示混凝後約有28~31%之去除率，效果不佳。經砂濾後ABS值仍偏高。顯示砂濾對去除ABS無明顯效果。然上述之ABS值皆可達到日本建議之水質標準。

- (3) 台北工專(III)之水質：其水質如表3.9及圖3.20。發現台北工專其原水水質污染性很低。在心理影響因子原水與處理水一樣，都不會影響使用者的感觀。在SS方面，經砂濾後已能完全去除。而導電度處理水與原水差不多，且隨混凝劑劑量之增加而增加。BOD則與日本標準10mg/l已差不多。而COD方面，經混凝後僅去除了18~36%，再經砂濾後其總去除率亦以達41~59%，處理水之COD應可降到40mg/l內，而達到日本建議的中水道水質標準。而在pH方面，經混凝砂濾後，並無多大之改變，也在日本建議的標準5.8~8.6以內，應無腐蝕之虞。

在ABS方面，與東怡大樓之水質數據類似，混凝以去除了23~27%之ABS，而經砂濾後去除率也只能達50%左右，但這些ABS值還能符合日本標準小於1mg/l。

- (4) 住都局(III)大樓：有關本大樓水質如表3.10及圖3.21。其原水水質一樣污染性很低。僅能由物理及化學因子來判斷處理效率。在SS方

表3.8 東怡(II)原水經混凝砂濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：東 怡 (II) 砂 濾						單位	
			原水	混凝後砂濾前			砂濾後			
心理因素的情緒	透明度外觀臭味	23 呈乳白色肥皂味	>30 清 澈 無臭味且無不快感			>30 清 澈 無臭味且無不快感			cm	
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	20 50 70			30 50 70			mg/l	
		PAC	10 30 50			10 30 50				
物理因子	總固體物		65							mg/l
	懸體浮物固	Al ₂ (SO ₄) ₃	16				0	0	0	mg/l
		PAC					0	0	8	
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	212				165.4	170.0	179.6	μ mho/cm
		PAC					150	170.3	181.8	
化學因子	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	62				15	14	15	mg/l
		PAC					16	15	20	
	COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	82	64	57	59	39	39	43	mg/l
		PAC		61	64	57	36	39	36	
	pH	Al ₂ (SO ₄) ₃	7.59				7.72	7.72	7.69	mg/l
		PAC					7.72	7.72	7.69	
	ABS (除面離活性劑)	Al ₂ (SO ₄) ₃	0.177	0.128			0.106	0.104	0.086	mg/l
		PAC		0.122			0.050	0.034	0.038	

註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氯化鋁

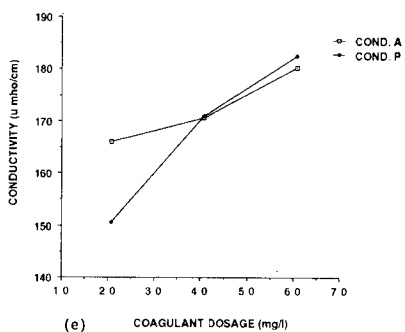
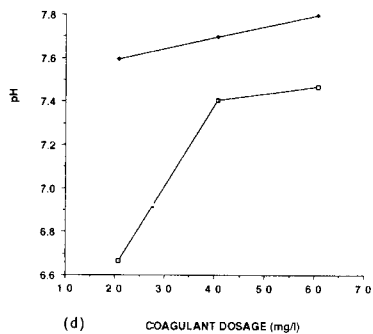
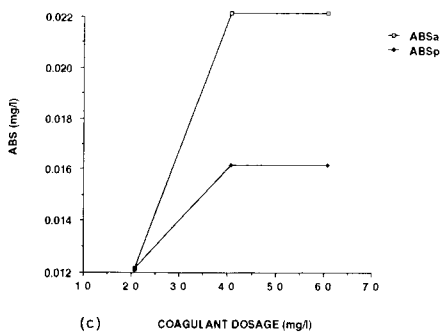
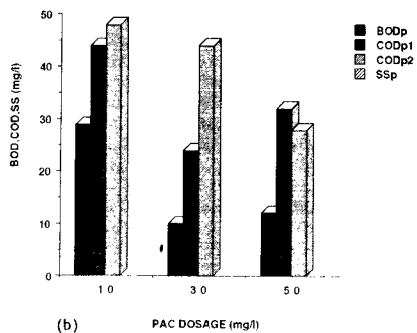
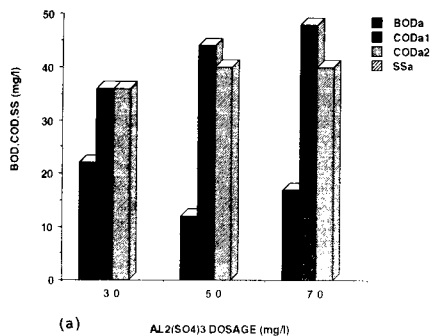


圖3.19 東怡(Ⅱ)砂濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁劑量關係

(c)ABS值與凝劑劑量關係

(d)pH值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

表3.9 台北工專(III)原水經混凝砂濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：台 北 工 專 (II) 砂 濾						單 位
			原 水		混凝後砂濾前		砂濾後		
心理因子的情緒	透視度外觀臭味	>30 清 澈 無臭味且無不快感	>30 同 左	>30 同 左		>30 同 左		cm	
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	30 50 70		30 50 70		mg/l		
		PAC	10 30 50		10 30 50				
物理因子的因子	總固體物		17					mg/l	
	懸體浮物	Al ₂ (SO ₄) ₃		0 0 0		mg/l			
	固 體	PAC	0 0 0						
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	187.6	160.5 154.3 170.4		μ mho/cm			
		PAC		148.9 154.0 168.4					
	化學因子的因子	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	54	18 11 12		mg/l		
			PAC		12 18 13				
		COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	61	43 39 40	36 28 25	mg/l		
PAC			39 50 46		32 27 25				
pH		Al ₂ (SO ₄) ₃	7.71	7.76 7.72 7.73		mg/l			
		PAC		7.74 7.72 7.76					
ABS (陰面離活性界面劑)		Al ₂ (SO ₄) ₃	0.148	0.114		0.062 0.050 0.064	mg/l		
		PAC		0.108		0.074 0.065 0.071			

註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氯化鋁

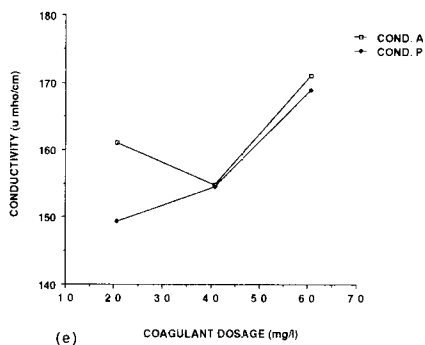
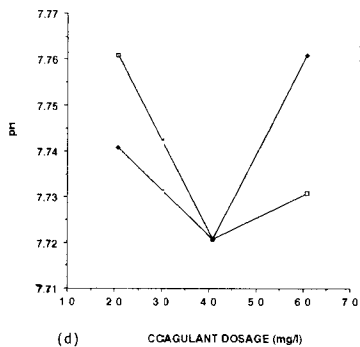
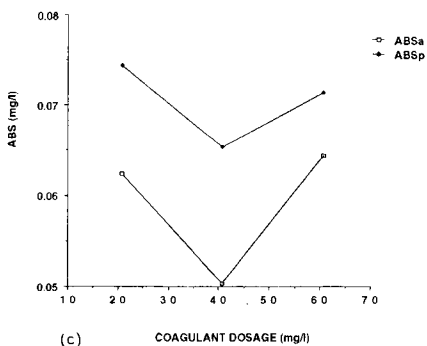
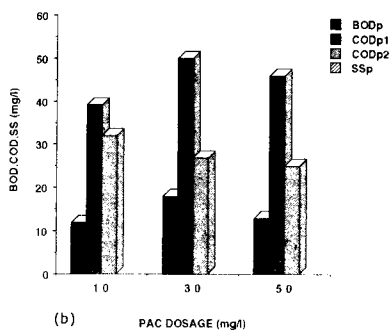
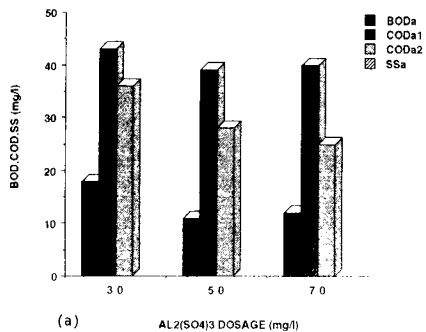


圖3.20 台北工專(Ⅱ)砂濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係
(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁劑量關係
(c)ABS值與凝劑劑量關係
(d)pH值與凝劑劑量關係
(e)導電度值與凝劑劑量關係

表3.10 住都局(III)原水經混凝砂濾程序後之水質

分類	水質項目		調查地點：住都局(II)砂濾			單位
			原水	混凝後砂濾前	砂濾後	
心理因子的情緒	透視度外觀臭味		>30 同 右	>30 清澈 無臭味且無不快感	>30 清澈 無臭味且無不快感	cm
混凝劑量		$Al_2(SO_4)_3$		30 50 70	30 50 70	mg/l
		PAC		10 30 50	10 30 50	
物理因子	總固體物					mg/l
	懸體浮物固	$Al_2(SO_4)_3$	23		0 0 0	mg/l
		PAC			0 0 0	
	導電度	$Al_2(SO_4)_3$	204		172.4 186.7 106	$\mu mho/cm$
		PAC			160.0 173.1 186.5	
化學因子	BOD ₅	$Al_2(SO_4)_3$	39		5 6 9	mg/l
		PAC			8 10 10	
	COD	$Al_2(SO_4)_3$	54	39 39 36	30 33 32	mg/l
		PAC		36 34 39	27 30 27	
	pH	$Al_2(SO_4)_3$	7.29		7.42 7.44 7.40	mg/l
		PAC			7.48 7.49 7.45	
	ABS (陰面離活性劑)	$Al_2(SO_4)_3$	0.116	0.114	0.068 0.054 0.064	mg/l
		PAC		0.108	0.066 0.062 0.066	

註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氯化鋁

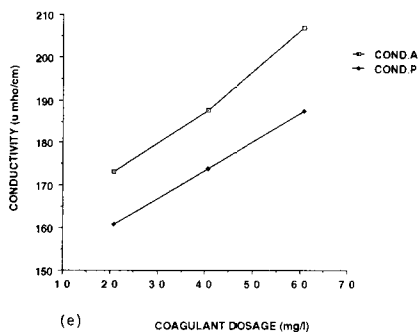
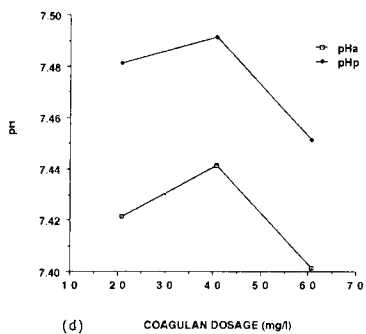
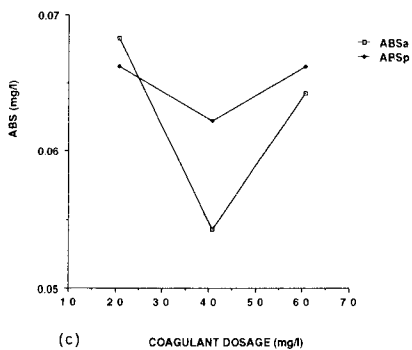
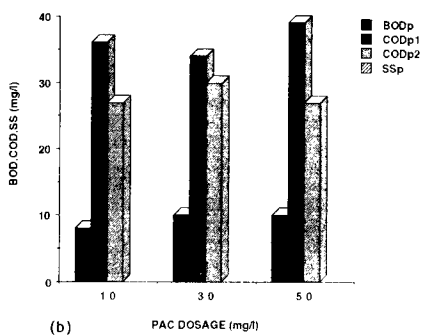
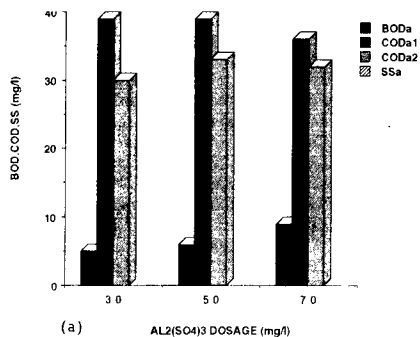


圖3.21 住都局(Ⅱ)砂濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係
(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁劑量關係
(c)ABS值與凝聚劑劑量關係
(d)pH值與凝聚劑劑量關係
(e)導電度值與凝聚劑劑量關係

面，經混凝砂濾處理去除率可達百分之百，而完全去除SS。在導電度方面，在經混凝砂濾程序處理與原水差異不大，且處理放流水之導電度隨混凝劑劑量增加而增加。在BOD方面，因原水BOD值甚低，在處理後BOD值皆小於 10mg/l ，而達到日本建議的標準。在COD方面，雖原水之值很低，但經混凝後，其去除率也只有 $16\sim 21\%$ ，而後再經砂濾，其去除率亦增加不多，但還能符合日本之標準。pH值亦無多大之改變，仍與原水差不多。

在ABS方面，亦同前幾個水樣，混凝後其ABS值達到 $0.090\sim 0.10$ 之間，經砂濾後其ABS達到 0.60 左右，雖其總去除效果並非很好，但因原水濃度低，故其處理出流水仍符合日本建議之中水道水質標準。

- (5)中鼎工程公司(III)：其水質如表3.11及圖3.22。本實驗採集之水樣，外觀上呈黑色混濁，且有強烈的清潔劑味道。經混凝後上澄液呈清澈，其味道已消失，並沒有使人產生不快感。在SS方面，原水之SS高達 181mg/l ，經混凝砂濾之後，可使其值降低至 0mg/l ，顯示混凝砂濾程序對SS之去除有很大之大功效。

在導電度方面則經混凝砂濾後略為下降，且與前述類似有隨混凝劑量之增加而導電度增加之趨勢。在BOD方面，經過處理之BOD值亦達到 $10\sim 20\text{mg/l}$ 之間。顯示出雖原水BOD值較高，但經混凝砂濾程序後，BOD值亦能處理至較低的水準，在COD方面，經混凝後其去除率可達 50% 以上，但經砂濾後卻仍差不多，顯示出砂濾對COD之去除效果不佳。處理水pH值與原水差不多。在ABS方面，原水之ABS值相當的高，但經混凝之後ABS值大為降低，且PAC效果較 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 好，再經砂濾後其值也能降低至與前面幾個水樣一樣，顯示出混凝對ABS值很高時有較大效果，使其值大幅降低，但混凝處理後之值與前述水質相較仍為偏高，但經砂濾後卻也能明顯降低可見砂濾也與混凝一樣對愈高之ABS值越有效的特性相似。

表3.11 中鼎(III)原水經混凝砂濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：中 鼎 (III) 砂 濾						單 位							
			原水		混凝後砂濾前		砂濾後									
心理因子的情緒	透明度外觀臭味	17混濁強烈的肥皂味	>30 清 澈 無臭味且無不快感			>30 清 澈 無臭味且無不快感			cm							
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃		30 50 70		30 50 70		mg/l								
		PAC		10 30 50		10 30 50										
物理因子	總固體物		181							mg/l						
	懸體浮物固	Al ₂ (SO ₄) ₃								0 0 0						mg/l
		PAC								0 0 0						
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	347	211 235 235						μ mho/cm						
		PAC		202 221 218												
化學因子的	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	76	23 10 17						mg/l						
		PAC		21 20 14												
	COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	114	40 43 33	36 40 40			mg/l								
		PAC		63 50 43	43 36 40											
	pH	Al ₂ (SO ₄) ₃	7.80	7.81 7.85 7.84						mg/l						
		PAC		7.92 7.90 7.87												
	ABS (陰面離活子性界面劑)	Al ₂ (SO ₄) ₃	13.07	1.31			0.034 0.036 0.048			mg/l						
		PAC		0.43			0.037 0.032 0.037									

註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氧化鋁

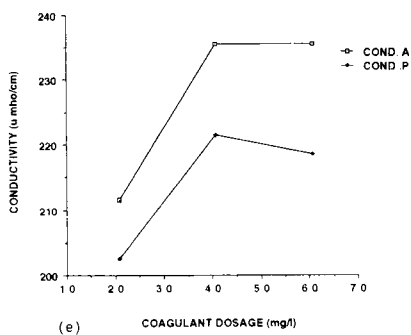
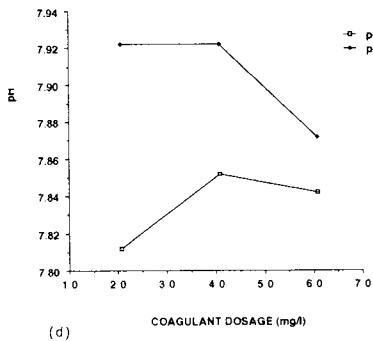
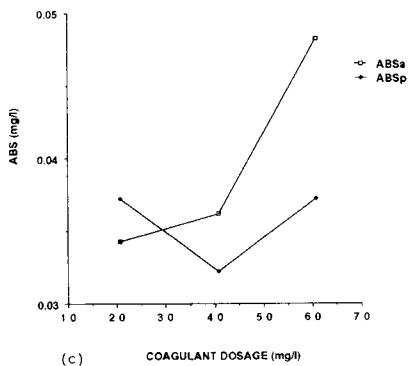
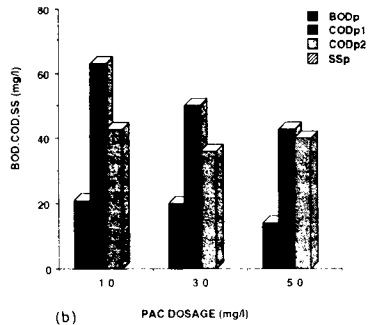
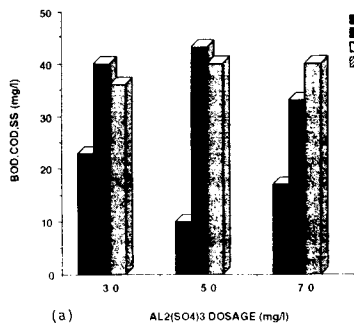


圖3.22 中藥(Ⅱ)砂濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁量關係

(c)ABS值與凝劑劑量關係

(d)pH值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

(6)東怡營造公司大樓(III)：其水樣水質如表3.12，及圖3.23。因其原水水質污染性不高，原水與處理出流水無心理情緒之困擾。在物理因子方面，SS在經混凝砂濾後幾乎皆可完全去除。而導電度亦與前述相同，有隨混凝劑量之增加而增加之趨勢。在BOD方面，原水經混凝砂濾之後可達到15~21mg/l，略超過日本之標準。而在COD方面在經混凝後，可達到42~21mg/l，略超過日本之標準。而在COD方面在經混凝後，可達到42~56% mg/l，去除率約37~54%。顯示僅砂濾去除COD的效果並不好。在ABS方面，經由混凝來去除ABS似乎較砂濾來去除ABS之效果為佳。

表3.12 東怡(III)原水經混凝砂濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：東 怡 (III) 砂 濾						單位	
			原水	混凝後砂濾前			砂濾後			
心理學的情緒	透視度外觀臭味	>30 清澈 無臭味且無不快感	>30 同 左			>30 同 左			cm	
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	30 50 70			30 50 70			mg/l	
		PAC	10 30 50			10 30 50				
物理因子	總固體物								mg/l	
	懸體浮物固	Al ₂ (SO ₄) ₃	38				0 0 0			mg/l
		PAC					0 0 4			
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	205				187.4 202 211			μ mho/cm
		PAC					177.7 190.2 198.2			
化學因子	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	61				15 15 19			mg/l
		PAC					18 17 21			
	COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	79	56 46 50	36 40 40		mg/l			
		PAC		50 46 42	50 46 43					
	pH	Al ₂ (SO ₄) ₃	7.20				7.13 7.13 7.35			mg/l
		PAC					7.21 7.26 7.37			
	ABS (陰面離活性界面劑)	Al ₂ (SO ₄) ₃	0.156	0.088			0.052 0.058 0.054			mg/l
		PAC		0.082			0.074 0.050 0.058			

註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁・PAC為多元氯化鋁

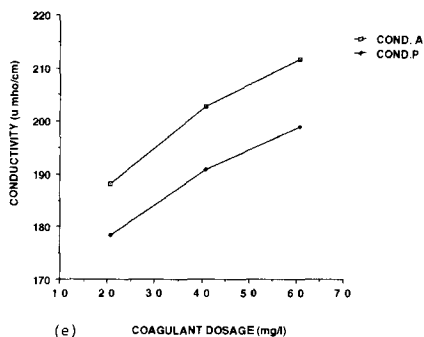
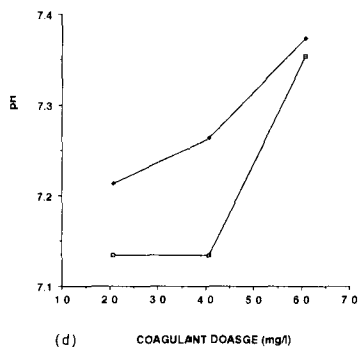
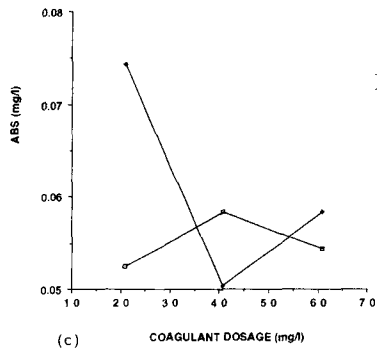
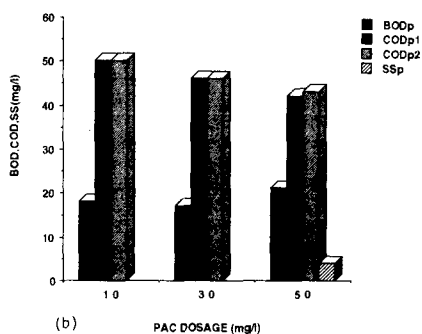
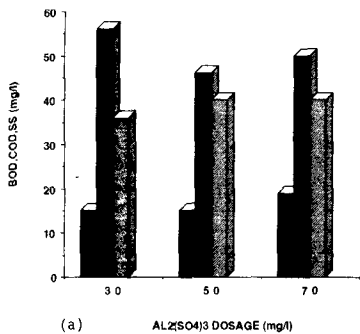


圖3.23 東怡(Ⅱ)砂濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁劑量關係

(c)ABS值與凝劑劑量關係

(d)pH值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

3.3.2 混凝沈澱→活性炭程序：

(1)中鼎工程公司大樓(II)：有關處理水質如表3.13，及圖3.24。因原水及心理影響因素與混凝砂濾相同，故不再重述而著重於物理化學因子之比較。在SS方面幾乎可完全去除，僅就 $Al_2(SO_4)_3$ 為 $200mg/l$ ，PAC為 $150mg/l$ 之試程上，發現SS值分別為3和 $1mg/l$ ，但其SS之去除率仍高達92%以上，顯示混凝活性炭程序可以有效的去除SS。導電度方面則無法如砂濾一樣具有規則，但並不影響水質的安全性。

在BOD方面，經混凝活性炭程序，其BOD值可降至 $8\sim 18mg/l$ 。效果較混凝砂濾好。而在COD方面，經混凝後約可去除一半左右之COD與混凝砂濾比較也可得相同結果，因此可推論是由混凝劑作用所致，而經活性炭過濾，COD值能夠達到 $24\sim 44mg/l$ ，大部分都在日本建議之標準 $40mg/l$ 以內，但若與混凝比較似乎效果並未明顯增加。在pH值方面經混凝活性炭程序後造成pH略升，ABS方面，經活性炭吸附後已能大幅降低，其效果遠較砂濾來得好。

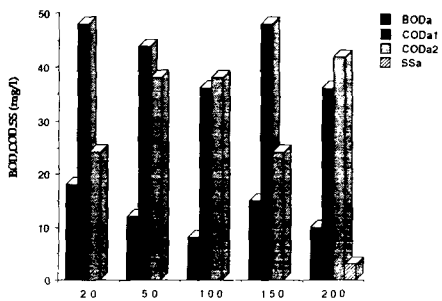
(2)東怡營造公司(II)大樓：有關本大樓水質經本程序處理後，其水質如表3.14，及圖3.25。SS經處理後可完全消除。在導電度方面，經處理後可發現導電度有上升趨勢，但不致影響水質安全。而BOD經處理後可達 $10\sim 29mg/l$ ，尤其是在 $Al_2(SO_4)_3$ 為 $50mg/l$ ，PAC為 $30mg/l$ 時，可去除較多之BOD。其去除率可達80%左右。COD經混凝程序約可去除一半，在pH值方面處理水之pH值與原水pH值差不多，皆在日本建議的標準內。而ABS方面，經混凝後，其ABS值約在0.9左右。但經過活性炭過濾後，則可降至 $0.012\sim 0.022mg/l$ ，效果良好，較砂濾效果為佳。

(3)台北工專建築物(III)：其處理水質如表3.15，及圖3.26。在SS方面，原水由 $17mg/l$ ，可降至處理放流水 $0mg/l$ ，即可以完全去除，懸浮固體物在導電度方面，經過處理之出流水其導電度有增加，但增加

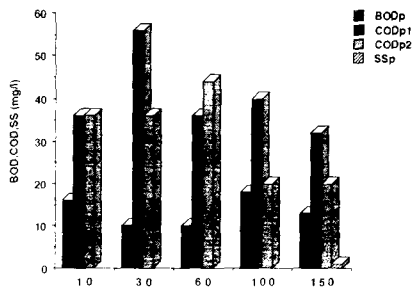
表3.13 中鼎(II)原水經混凝活性碳過濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：中 鼎 (II) 活 性 碳 過 濾					單 位	
			原水	混凝後活性碳過濾前			活性碳過濾後		
心理子的情緒	透視度 外觀 臭味	>30 清澈 無臭味且 無不快感	>30 同 左				>30 同 左	cm	
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	20 50 100 150 200			20 50 100 150 200		mg/l	
		PAC	10 30 60 100 150			10 30 60 100 150			
物理因子	總固體物		139						mg/l
	懸體浮物固	Al ₂ (SO ₄) ₃	37				0 0 0 0 3		mg/l
		PAC					0 0 0 0 1		
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	296				315 264 325 295 414		μ mho. cm
		PAC					274 261 317 325 410		
化學因子	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	67				18 12 8 15 10		mg/l
		PAC					16 10 10 18 13		
	COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	90	48 44 36 48 36			24 38 38 24 42		mg/l
		PAC		36 56 36 40 32			36 36 44 20 20		
	pH	Al ₂ (SO ₄) ₃	7.87				7.49 8.15 8.22 8.42 8.15		mg/l
		PAC					7.67 8.36 7.76 8.40 8.02		
	ABS (陰面離活子性界劑)	Al ₂ (SO ₄) ₃	0.241				0.016 0.016 0.014 0.024 0.052		mg/l
		PAC					0.016 0.024 0.016 0.020 0.020		

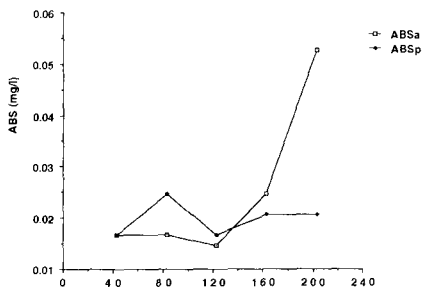
註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氯化鋁



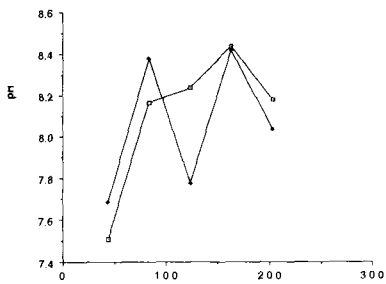
(a)



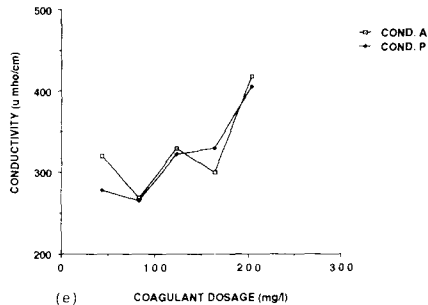
(b)



(c)



(d)



(e)

圖3.24 中酒(Ⅱ)活性炭過濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁劑量關係

(c)ABS值與凝劑劑量關係

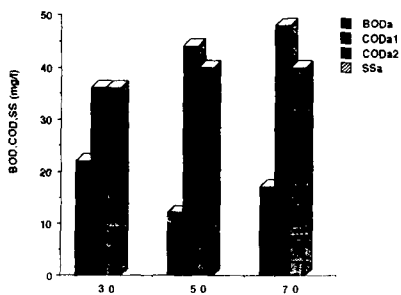
(d)pH值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

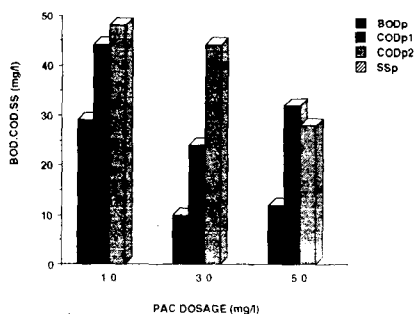
表3.14 東怡(II)原水經混凝活性碳過濾程序後之水質

分類	水質項目	調 查 地 點：東 怡 (II) 活 性 碳 過 濾						單 位		
		原水	混凝後砂濾前			砂濾後				
心理因子的情	透明度 外觀 臭味	23 略呈乳白色 淡淡之肥皂 味	>30 清 澈 無臭味且無不快感			>30 清 澈 無臭味且無不快感			cm	
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	30 50 70			30 50 70			mg/l	
		PAC	10 30 50			10 30 50				
物理因子	總固體物		65							mg/l
	懸體 浮物 的固	Al ₂ (SO ₄) ₃	16				0 0 0			mg/l
		PAC		0 0 0						
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	212				353 448 434			μ mho/cm
		PAC		367 420 308						
	化學因子	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	62				22 12 17		
PAC			29 10 12							
COD		Al ₂ (SO ₄) ₃	82	36 44 48	36 40 40		mg/l			
		PAC		44 24 32	48 44 28					
pH		Al ₂ (SO ₄) ₃	7.59				6.65 7.39 7.45			mg/l
		PAC		7.58 7.68 7.78						
ABS (陰面 離活 子性 界劑)		Al ₂ (SO ₄) ₃	0.177	0.092			0.012 0.022 0.022		mg/l	
		PAC		0.088			0.012 0.016 0.016			

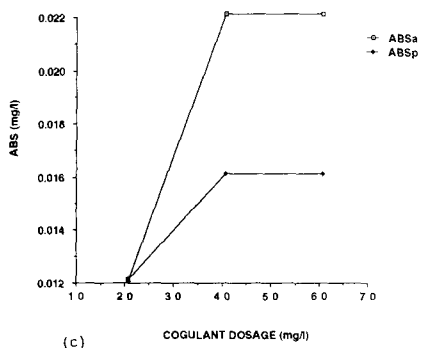
註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氯化鋁



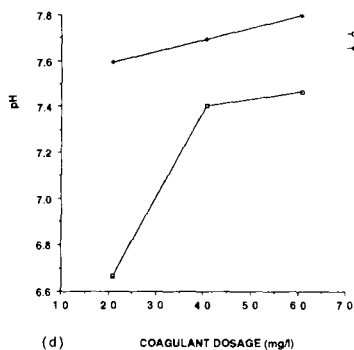
(a)



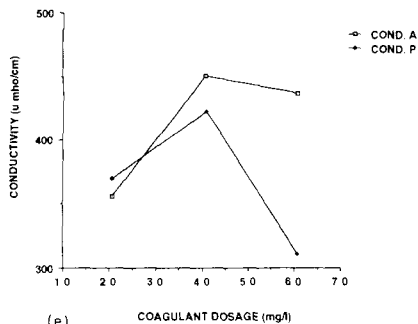
(b)



(c)



(d)



(e)

圖3.25 聚怡(Ⅱ)活性碳過濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁劑量關係

(c)ABS值與凝聚劑劑量關係

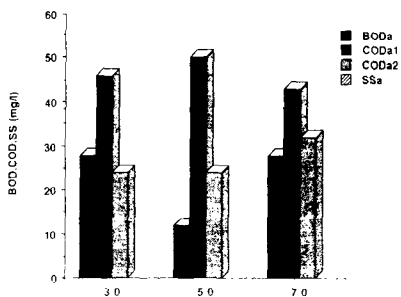
(d)pH值與凝聚劑劑量關係

(e)導電度值與凝聚劑劑量關係

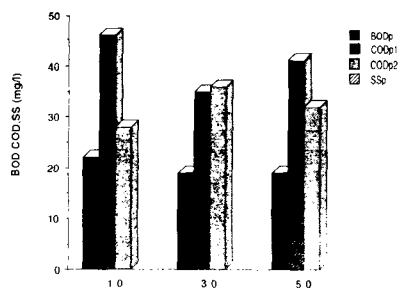
表 3.15 台北工(III)原水經混凝活性碳過濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：台北工專(III)活性碳過濾			單位
			原水	混凝後活性碳過濾前	活性碳過濾後	
心理因子的情緒	透視度 外觀 臭味	>30 清澈 無臭味且 無不快感	>30 同 左	>30 同 左	>30 同 左	cm
混凝劑量	$Al_2(SO_4)_3$		30 50 70	30 50 70	30 50 70	mg/l
	PAC		10 30 50	10 30 50	10 30 50	
物理因子	總固體物					mg/l
懸浮固體	懸體	$Al_2(SO_4)_3$	17		0 0 0	mg/l
	浮物	PAC			0 0 0	
導電度	導電度	$Al_2(SO_4)_3$	187.6		317 350 299	mg/l
		PAC			278 302 252	
化學因子	BOD5	$Al_2(SO_4)_3$	54		28 12 28	mg/l
		PAC			22 19 19	
COD	COD	$Al_2(SO_4)_3$	61	46 50 43	24 24 32	mg/l
		PAC		46 35 41	28 36 32	
pH	pH	$Al_2(SO_4)_3$	7.71		7.38 7.53 7.67	mg/l
		PAC			7.72 7.80 7.85	
陰離表面活性劑	ABS	$Al_2(SO_4)_3$	0.148	0.100	0.020 0.030 0.022	mg/l
		PAC		0.116	0.044 0.036 0.026	

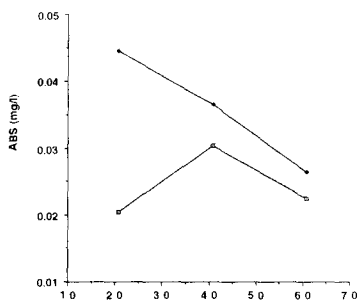
註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氧化鋁



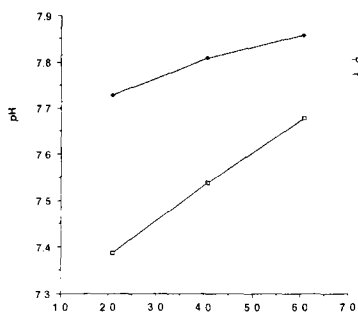
(a) AL₂(SO₄)₃ Dosage (mg/l)



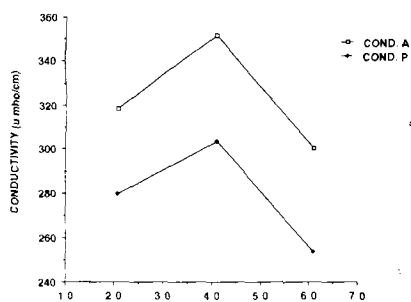
(b) PAC Dosage (mg/l)



(c) COAGULANT DOSAGE (mg/l)



(d) COAGULANT DOSAGE (mg/l)



(e) COAGULANT DOSAGE (mg/l)

圖 3.26 台北工專(Ⅱ)活性碳過濾之 (a)BOD、COD、SS 值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS 值與多元氯化鋁量關係

(c)ABS 值與凝劑劑量關係

(d)pH 值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

量與混凝劑量沒有明顯關係。在BOD方面，經處理後之出流水，其值為12~28mg/l，且當在 $Al_2(SO_4)_3$ 為50mg/l，PAC為30mg/l時可降至更低值。COD方面處理出流水可從原水之61mg/l降至24~36mg/l，其去除率約41~61%，其效果與砂濾差不多。另處理出流水之pH值與原水差不多，都可符合日本建議標準。在ABS方面，原水經混凝後，其ABS約降至0.100mg/l，再經活性碳過濾後，ABS值可降至0.02~0.44mg/l。去除率可達70~86%，效果不錯，且與砂濾比較顯示出其去除ABS能力較砂濾為佳。

- (4)住都局(III)大樓：其水質如表3.16及圖3.27。在SS方面，使用 $Al_2(SO_4)_3$ 為混凝劑，再經活性碳過濾，所測得之SS，幾乎可完全去除，但用PAC當混凝劑，再經活性碳過濾後，有二個試程去除率為91%及70%，且只有一組在PAC 50mg/l之試程裡SS值為7mg/l超出日本建議之5mg/l標準。在導電度方面，處理出流水之導電度仍有上升之現象，本項目日本並未明確訂定其水質標準，應不致影響水質安全。

在BOD方面，處理出流水之BOD值約可降至6~11mg/l，都能符合日本建議標準，主要原因為原水本身BOD即很低，而與砂濾比較二者都能有70~80%之去除率，使處理後BOD值能夠較低。在COD方面，原水經混凝後COD值可降到28~36mg/l，去除率之範圍為33~48%，再經活性碳過濾後，COD值可降到14~25mg/l而去除率也可達54~74%之間，且都可符合日本建議之標準。在pH值方面，處理出流水仍與原水差不多，維持在pH值中性，處理出流水仍與原水差不多，維持在pH中性左右。也能符合日本之標準。此外，經混凝後之ABS值僅剩0.1mg/l左右而後雖經活性碳過濾，但其值只能降到0.3~0.52mg/l間，約有60~70%之去除率。

- (5)中鼎工程公司大樓(III)，其處理水質如表3.17，及圖3.28在SS方面，因原水所SS含值很高，經混凝活性碳過濾後，大致上都可完全去除，

表 3.16 住都局(III)原水經混凝活性碳過濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：住都局(III)活性碳過濾						單位		
			原水	混凝後活性碳過濾前			活性碳過濾後				
心理因子的情緒	透視度 外觀 臭味	>30 清澈 無臭味且 無不快感	>30 同 左			>30 同 左			cm		
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	30	50	70	30	50	70	mg/l		
		PAC	10	30	50	10	30	50			
物理因子	總固體物		23							mg/l	
	懸體浮物固	Al ₂ (SO ₄) ₃					0	0	0	mg/l	
		PAC					0	2	7		
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	204				309	343	350	mg/l	
		PAC					295	279	253		
	化學因子	BOD5	Al ₂ (SO ₄) ₃	39				7	6	8	mg/l
			PAC					9	11	10	
		COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	54	32	32	36	21	25	20	mg l
			PAC		36	29	28	14	24	22	
pH		Al ₂ (SO ₄) ₃	7.29				7.14	7.25	7.06	mg l	
		PAC					7.36	7.48	7.39		
ABS (陰面離活性界面劑)		Al ₂ (SO ₄) ₃	0.116	0.100			0.052	0.044	0.042	mg l	
		PAC		0.098			0.034	0.038	0.038		

註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氧化鋁

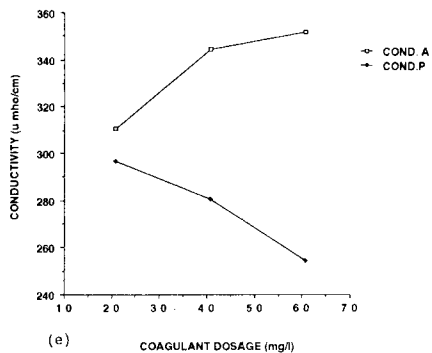
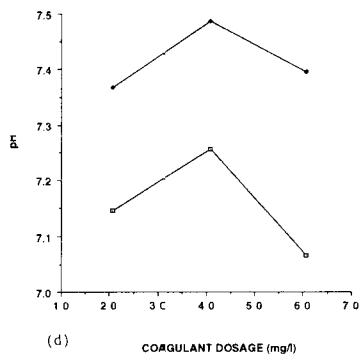
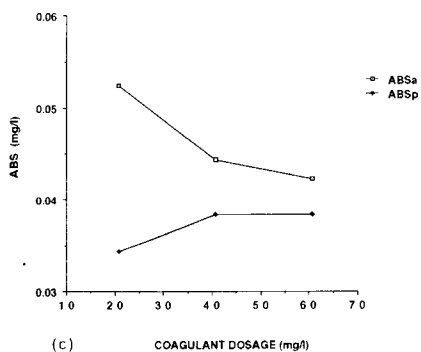
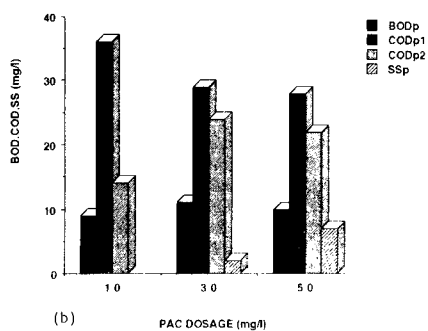
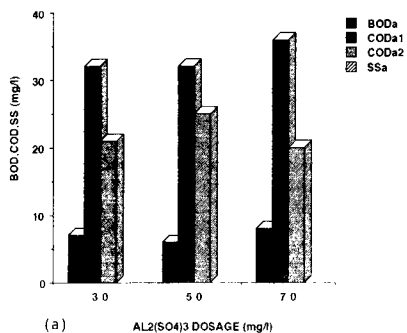


圖3.27 佐都局(Ⅱ)活性碳過濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁量關係

(c)ABS值與凝劑劑量關係

(d)pH值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

表 3.17 中鼎(III)原水經混凝活性碳過濾程序後之水質

分類	水質項目		調 查 地 點：中鼎(III)活性碳過濾						單 位	
			原水	混凝後活性碳過濾前			活性碳過濾後			
心理因子的情緒	秀視度 外觀 臭味	<17 混濁 強烈的 肥皂味	上澄液>30 清 澈 有肥皂味但無不快感			30 清 澈 無臭味且無不快感			cm	
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	30	50	70	30	50	70	mg/l	
		PAC	10	30	50	10	30	50		
物理因子的因子 化學因子的因子	總固體物								mg/l	
	懸體 浮物 固	Al ₂ (SO ₄) ₃	181				8	10	5	mg/l
		PAC					0	0	0	
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	347				325	364	310	mg/l
		PAC					291	327	284	
	BOD5	Al ₂ (SO ₄) ₃	76				22	15	20	mg/l
		PAC					20	22	26	
	COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	114	59	50	46	40	30	33	mg/l
		PAC		50	46	53	40	33	37	
	pH	Al ₂ (SO ₄) ₃	7.80				7.95	7.96	7.87	mg/l
PAC					7.83	7.86	7.89			
ABS (陰面離活子性界劑)	Al ₂ (SO ₄) ₃	13.07	1.60			0.028	0.030	0.034	mg/l	
	PAC		0.48			0.030	0.054	0.042		

註： $Al_2(SO_4)_3$ 為硫酸鋁，PAC為多元氧化鋁

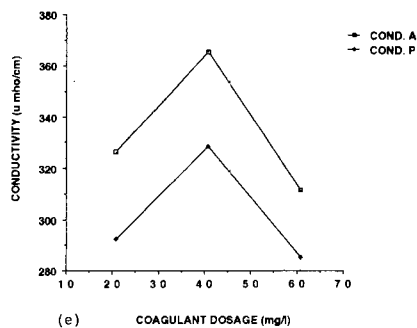
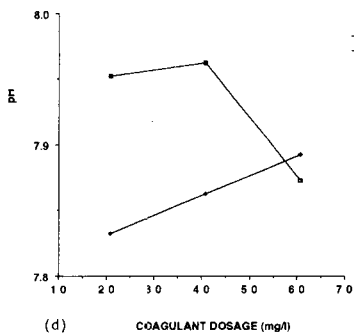
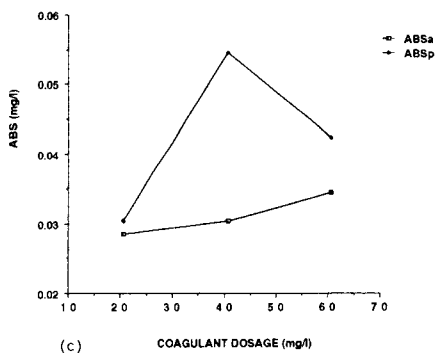
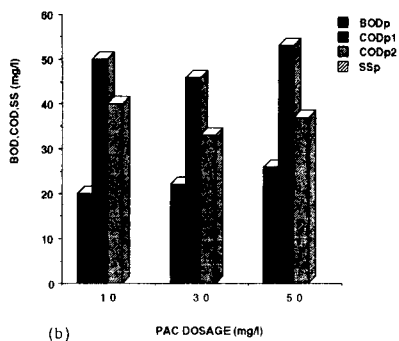
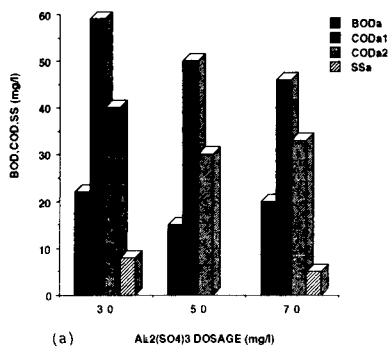


圖3.28 中鼎(Ⅱ)活性碳過濾之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氯化鋁量關係

(c)ABS值與凝劑劑量關係

(d)pH值與凝劑劑量關係

(e)導電度值與凝劑劑量關係

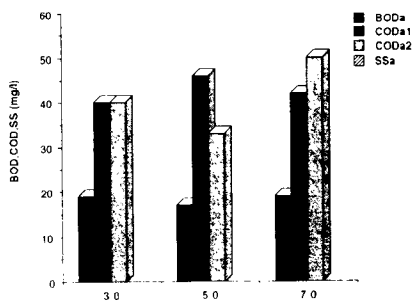
僅有二個試程雖未能完全去除，但其去除率仍有96%以上。在導電度方面因其值偏低，故不會影響水質之安全。在BOD方面，經處理後可降至15~26mg/l，去除率達70~87%，在COD方面，原水經混凝後可降46~59mg/l間，若再經活性炭過濾後可降至30~40mg/l間，其去除率約在65~74%間，且能夠符合日本建議之標準。另經處理後之pH值仍與原水之pH差異不大，皆於日本建議之標準範圍內。在ABS方面，原水之ABS值相當高，經混凝後已去除大部分。而且由實驗數據顯示，在高ABS值時PAC之混凝去除效果較 $Al_2(SO_4)_3$ 為佳，而後經活性炭過濾時，也能降至相當低之範圍。即兩者在處理較高濃度之ABS時有較佳效果。

- (6)東怡營造公司大樓(III)：其處理水質如表3.18，及圖3.29在SS方面，經處理後的出流水其SS幾乎可完全消除，除了在PAC為10mg/l時所測SS值為7mg/l，超出日本標準外，但其去除率仍有82%。在導電度方面，由實驗數據得知，經過處理後導電度仍有上升趨勢，但並不因此而影響水質安全。在BOD方面，由原水61mg/l經過處理後可達到17~28mg/l去除率範圍在54~72%之間，但仍不能使其符合日本建議之標準。在COD方面，經混凝後約有50%左右之去除率，但是經活性炭過濾後卻沒有明顯的提昇其去除效果。在pH方面，仍與原水相近並無太大改變，在ABS方面，經混凝後其ABS能降至0.1左右，而後再經活性炭處理即能降至0.010~0.030mg/l，去除率約有80~90%，效果甚為良好，且都能符合日本建議之標準。

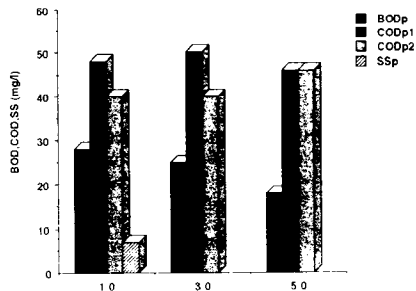
表 3.18 東怡(III)原水經混凝活性碳過濾程序後之水質

分類	水質項目	調 查 地 點：東怡(III)活性碳過濾						單 位		
		原水	混凝後活性碳過濾前			活性碳過濾後				
心理因子的情緒	透視度 外觀 臭味	>30 混濁 強烈的 肥皂味	>30 清 澈 無臭味且無不快感			>30 清 澈 無臭味且無不快感			cm	
混凝劑量		Al ₂ (SO ₄) ₃	30	50	70	30	50	70	mg/l	
		PAC	10	30	50	10	30	50		
物理因子	總固體物									mg/l
	懸體 浮物 固	Al ₂ (SO ₄) ₃	38				0	0	0	mg/l
		PAC					7	0	0	
	導電度	Al ₂ (SO ₄) ₃	205				277	281	305	mg/l
		PAC					288	274	267	
	BOD ₅	Al ₂ (SO ₄) ₃	61				19	17	19	mg/l
		PAC					28	25	18	
	COD	Al ₂ (SO ₄) ₃	79	40	46	42	40	33	50	mg/l
		PAC		48	50	46	40	40	46	
pH	Al ₂ (SO ₄) ₃	7.20				7.27	7.19	7.14	mg/l	
	PAC					7.37	7.44	7.49		
ABS (陰面離活性界面劑)	Al ₂ (SO ₄) ₃	0.156	0.104			0.022	0.018	0.022	mg/l	
	PAC		0.090			0.030	0.015	0.010		

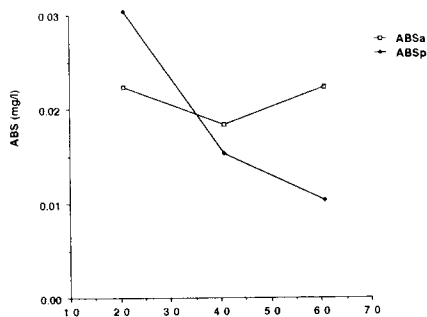
註： $Al_2(SO_4)_3$ 代表硫酸鋁，PAC代表多元氧化鋁



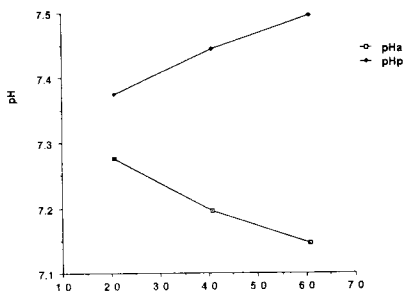
(a)



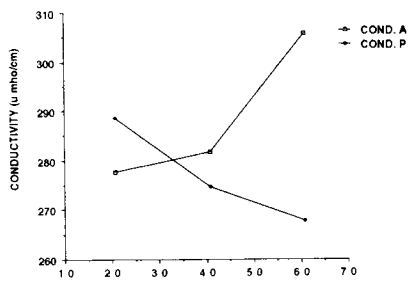
(b)



(c)



(d)



(e)

圖3.29 東怡(Ⅱ)活性藥過濃之(a)BOD、COD、SS值與硫酸鋁劑量關係

(b)BOD、COD、SS值與多元氧化錳劑量關係

(c)ABS值與凝聚劑劑量關係

(d)pH值與凝聚劑劑量關係

(e)導電度值與凝聚劑劑量關係

3.3.3 混凝→砂濾與混凝→活性炭比較：

為比較前述二種處理程序之功能，本研究將3.3.1～3.3.2節所得之。實驗資料轉成去除率表示，如表3.19和表3.20。

(1)在SS方面由兩種處理程序的去除率比較結果顯示，無論是砂濾或是活性炭過濾後，除少數的SS的去除率在95%左右以外，多數去除率也都接近百分之百。顯示此二種處理試程無論是用 $Al_2(SO_4)_3$ 或PAC當混凝劑，皆能有效的去除SS。

(2)在BOD方面，此二種處理試程的去除率比較結果如下表及圖3.30。

顯示此二種程序在各採樣後之BOD的平均去除率都能達到70%以上，且以經混凝砂濾後之BOD去除率似乎都在70%左右，較為平均，而經混凝活性炭程序後其BOD去除率高低相差較大而使平均去除率較混凝砂濾程序差一點，但並不很明顯。在使用混凝劑方面，在所有12組試驗中(砂濾組，活性炭吸附組)，用 $Al_2(SO_4)_3$ 當混凝劑中，BOD的平均去除率有9組試驗是比使用PAC當混凝劑為良好。雖然綜合以上，實驗結果顯示，BOD去除率只有70%左右。並不高，且其處理出流水BOD值在20mg/l左右無法符合日本再利用水之建議標準，應用更高級處理，以使BOD值能符合標準。

(3)在COD方面，兩種處理試程的去除率比較：如下表及圖3.31及圖3.32。在各採樣點，因水質成份之相異，僅就混凝來去除COD的效果也就不同，如中鼎工程公司大樓(II)及(III)經混凝後未過濾前之去除率差異不大，其它各採樣點間亦有類似情形。同時也可以發現當原水COD值越高時，混凝去除COD也就愈明顯，如中鼎(II)、(III)及東怡(II)(III)。並且在所有12組試驗中，有8組試驗顯示PAC所能去除之COD平均去除率較 $Al_2(SO_4)_3$ 來得好。此外，兩種處理程序對COD之去除率也會因彼此水質成份不同而有差異。而最後處理出流水也都能符合日本的建議標準40mg/l以下。(註：前面文獻回顧，

表3.19 各採樣點混凝砂濾之去除率

中 縣 工 程 公 司 (II)	去 除 率 %					平均去除率%	住 宅 工 程 公 司 (III)	去 除 率 %					平均去除率%
	Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	20	50	100	150	200		Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	30	50	70		
東 怡 登 造 公 司 (II)	PAC mg/l	10	30	60	100	150	東 縣 工 程 公 司 (III)	PAC mg/l	10	30	50		平均去除率%
	SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100	100		SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100	
	BOD	PAC	97	100	100	100		BOD	PAC	100	100	100	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	58	70	72	75			Al ₂ (SO ₄) ₃	87	85	77	
	COD 砂前	PAC	67	70	75	76		COD 砂前	PAC	79	74	74	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	39	17	26	30			Al ₂ (SO ₄) ₃	28	28	33	
	COD 砂後	PAC	48	64	69	48		COD 砂後	PAC	33	37	27	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	87	87	89	89			Al ₂ (SO ₄) ₃	44	39	41	
	ABS	PAC	80	68	74	74		ABS	PAC	50	44	50	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	92	88	88	93			Al ₂ (SO ₄) ₃	41	53	45	
台 北 市 工 務 局 (III)	PAC	73	69	82	73	83	東 縣 工 程 公 司 (III)	PAC	43	47	43		平均去除率%
	去 除 率 %	30	50	70				去 除 率 %	30	50	70		
	Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	10	30	50				Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	10	30	50		
	SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100			SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100	
	BOD	PAC	100	100	50			BOD	PAC	100	100	100	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	76	77	76				Al ₂ (SO ₄) ₃	70	87	78	
	COD 砂前	PAC	74	76	68			COD 砂前	PAC	72	74	82	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	22	30	28				Al ₂ (SO ₄) ₃	65	62	71	
	COD 砂後	PAC	26	22	30			COD 砂後	PAC	45	56	62	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	52	52	48				Al ₂ (SO ₄) ₃	68	65	65	
台 北 市 工 務 局 (III)	ABS	Al ₂ (SO ₄) ₃	56	52	56		東 縣 工 程 公 司 (III)	ABS	62	68	65		平均去除率%
	PAC	41	41	51				Al ₂ (SO ₄) ₃	99.7	99.7	99.6		
	去 除 率 %	72	81	79				PAC	99.7	99.8	99.7		
	Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	30	50	70				去 除 率 %	30	50	70		
	PAC mg/l	10	30	50				Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	10	30	50		
	SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100			SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100	
	BOD	PAC	100	100	100			BOD	PAC	100	100	100	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	67	80	78				Al ₂ (SO ₄) ₃	75	75	69	
	COD 砂前	PAC	78	67	76			COD 砂前	PAC	70	72	66	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	29	36	34				Al ₂ (SO ₄) ₃	29	42	37	
	COD 砂後	PAC	36	15	25			COD 砂後	PAC	37	42	47	
台 北 市 工 務 局 (III)	ABS	Al ₂ (SO ₄) ₃	41	54	59		東 縣 工 程 公 司 (III)	ABS	54	49	49		平均去除率%
	PAC	48	56	43				PAC	37	42	47		
	去 除 率 %	58	66	57				Al ₂ (SO ₄) ₃	67	63	65		
	Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	30	50	70				PAC	53	68	63		
	PAC mg/l	10	30	50				去 除 率 %	30	50	70		
	SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100			Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	10	30	50		
	BOD	PAC	100	100	100			SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	67	80	78			BOD	PAC	100	100	100	
	COD 砂前	PAC	78	67	76				Al ₂ (SO ₄) ₃	75	75	69	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	29	36	34			COD 砂後	PAC	70	72	66	
	COD 砂後	PAC	36	15	25				Al ₂ (SO ₄) ₃	29	42	37	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	41	54	59			ABS	54	49	49		
台 北 市 工 務 局 (III)	ABS	Al ₂ (SO ₄) ₃	48	56	43		東 縣 工 程 公 司 (III)	PAC	37	42	47		平均去除率%
	PAC	50	56	52				Al ₂ (SO ₄) ₃	67	63	65		
	去 除 率 %	58	66	57				PAC	53	68	63		
	Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	30	50	70				去 除 率 %	30	50	70		
	PAC mg/l	10	30	50				Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	10	30	50		
	SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100			SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100	
	BOD	PAC	100	100	100			BOD	PAC	100	100	100	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	67	80	78				Al ₂ (SO ₄) ₃	75	75	69	
	COD 砂前	PAC	78	67	76			COD 砂前	PAC	70	72	66	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	29	36	34				Al ₂ (SO ₄) ₃	29	42	37	
	COD 砂後	PAC	36	15	25			COD 砂後	PAC	37	42	47	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	41	54	59				Al ₂ (SO ₄) ₃	67	63	65	
台 北 市 工 務 局 (III)	ABS	Al ₂ (SO ₄) ₃	48	56	43		東 縣 工 程 公 司 (III)	PAC	53	68	63		平均去除率%
	PAC	50	56	52				去 除 率 %	30	50	70		
	去 除 率 %	58	66	57				Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	10	30	50		
	Al ₂ (SO ₄) ₃ mg/l	30	50	70				SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100	
	PAC mg/l	10	30	50				BOD	PAC	100	100	100	
	SS	Al ₂ (SO ₄) ₃	100	100	100				Al ₂ (SO ₄) ₃	75	75	69	
	BOD	PAC	100	100	100			COD 砂前	PAC	70	72	66	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	67	80	78				Al ₂ (SO ₄) ₃	29	42	37	
	COD 砂前	PAC	78	67	76			COD 砂後	PAC	37	42	47	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	29	36	34				Al ₂ (SO ₄) ₃	67	63	65	
	COD 砂後	PAC	36	15	25				PAC	53	68	63	
		Al ₂ (SO ₄) ₃	41	54	59				去 除 率 %	30	50	70	

表3.20 各採樣點混凝活性碳過濾之去除率

站	去 除 率 %					平均去除率%	位	去 除 率 %					平均去除率%
	$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	20	50	100	150	200		$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	30	50	70		
北	PAC mg/l	10	30	60	100	150	都	PAC mg/l	10	30	50		時 (III)
	$Al_2(SO_4)_3$	100	100	100	100	92		$Al_2(SO_4)_3$	100	100	100		
	PAC	100	100	100	100	97		PAC	100	91	70		
	$Al_2(SO_4)_3$	73	82	88	63	85		$Al_2(SO_4)_3$	82	85	79		
	PAC	76	85	85	73	81		PAC	77	72	74		
	COD 前	47	51	60	47	60		COD 前	41	41	33		
	PAC	60	38	60	56	64		PAC	33	46	48		
	$Al_2(SO_4)_3$	73	58	58	73	42		COD 後	61	54	63		
	PAC	60	62	51	78	78		PAC	74	56	59		
	$Al_2(SO_4)_3$	93	93	94	90	78		$Al_2(SO_4)_3$	55	62	64		
東	PAC	93	90	93	92	92	中	PAC	71	67	67		解 工 程 公 司 (III)
	$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	30	50	70				$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	30	50	70		
	PAC mg/l	10	30	50				PAC mg/l	10	30	50		
	$Al_2(SO_4)_3$	100	100	100		100		$Al_2(SO_4)_3$	100	100	97		
	PAC	100	100	100		100		PAC	100	100	100		
	$Al_2(SO_4)_3$	65	81	73		73		$Al_2(SO_4)_3$	71	80	74		
	PAC	53	84	81		72.7		PAC	74	71	65		
	COD 前	56	46	41		47.7		COD 前	47	56	60		
	PAC	46	71	61		59.3		PAC	56	60	54		
	$Al_2(SO_4)_3$	56	51	51		52.7		COD 後	65	74	71		
北	PAC	41	46	66		51	東	PAC	65	71	68		伯 營 造 公 司 (III)
	$Al_2(SO_4)_3$	93	87	87		89		$Al_2(SO_4)_3$	99.8	99.8	99.7		
	PAC	93	91	91		91.7		PAC	99.8	99.6	99.7		
	$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	30	50	70				$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	30	50	70		
	PAC mg/l	10	30	50				PAC mg/l	10	30	50		
	$Al_2(SO_4)_3$	100	100	100		100		$Al_2(SO_4)_3$	100	100	100		
	PAC	100	100	100		106		PAC	82	100	100		
	$Al_2(SO_4)_3$	48	78	48		58		$Al_2(SO_4)_3$	69	72	39		
	PAC	59	65	65		63		PAC	54	59	70		
	COD 前	25	18	30		24.3		COD 前	49	42	47		
專	PAC	25	43	33		33.7	東	PAC	39	37	42		伯 營 造 公 司 (III)
	$Al_2(SO_4)_3$	61	61	48		56.7		$Al_2(SO_4)_3$	49	58	37		
	PAC	56	41	58		49		PAC	49	49	42		
	$Al_2(SO_4)_3$	86	80	85		83.7		$Al_2(SO_4)_3$	86	88	86		
	PAC	77	76	82		76		PAC	81	90	94		
	$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	30	50	70				$Al_2(SO_4)_3$ mg/l	30	50	70		
	PAC mg/l	10	30	50				PAC mg/l	10	30	50		
	$Al_2(SO_4)_3$	100	100	100		100		$Al_2(SO_4)_3$	100	100	100		
	PAC	100	100	100		106		PAC	82	100	100		
	$Al_2(SO_4)_3$	48	78	48		58		$Al_2(SO_4)_3$	69	72	39		

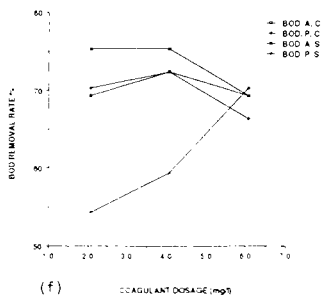
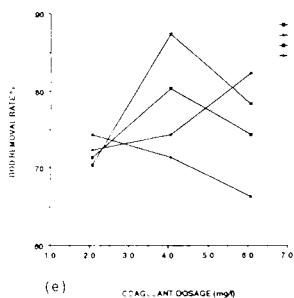
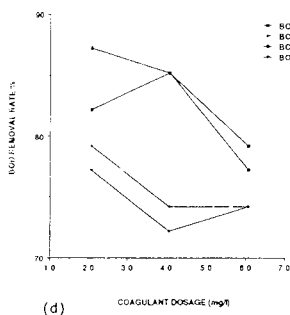
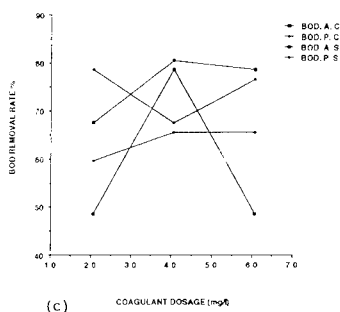
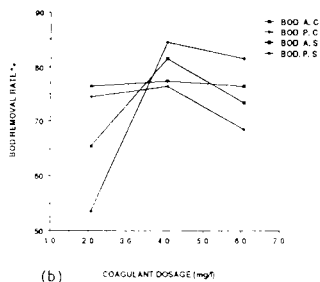
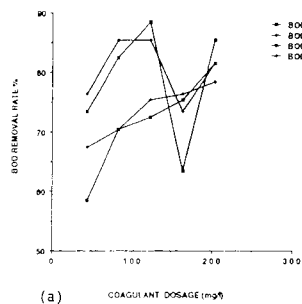


圖 3.36 BOD 的去除率與混凝劑關係 (a) 中縣 (II) 砂濾與活性碳過濾
(b) 東怡 (II) 砂濾與活性碳過濾
(c) 台北工專 (II) 砂濾與活性碳過濾
(d) 住都局 (II) 砂濾與活性碳過濾
(e) 中縣 (II) 砂濾與活性碳過濾
(f) 東怡 (II) 砂濾與活性碳過濾

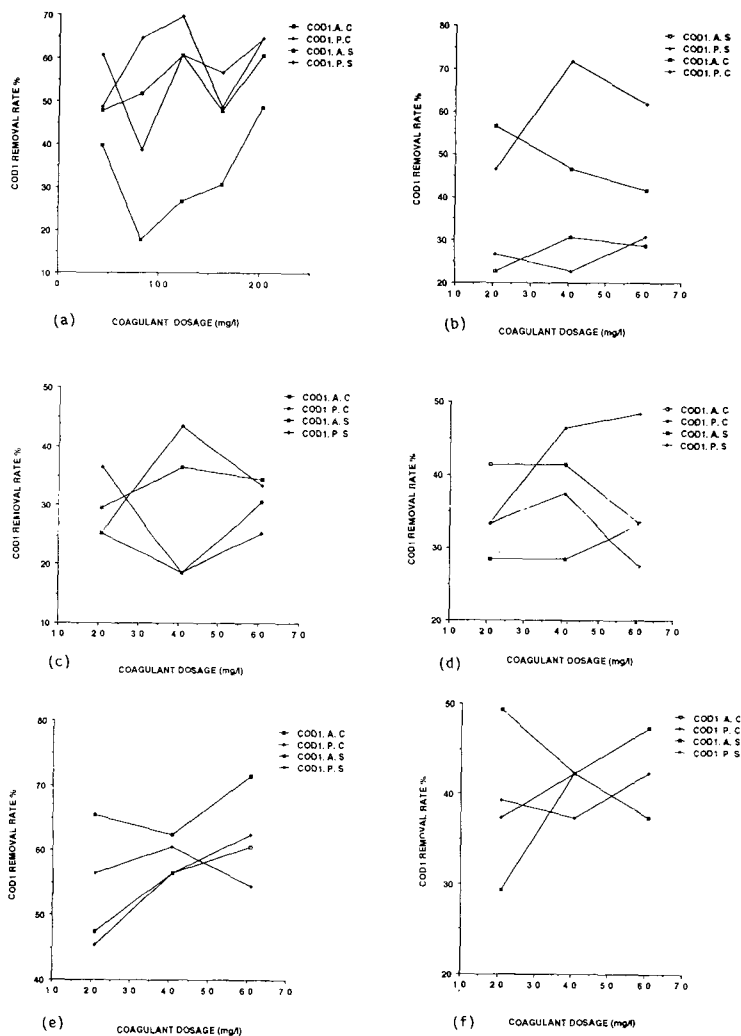


圖3.31 COD₁的去除率與混凝劑關係(a)中鼎(Ⅱ)砂濾與活性碳過濾
 (b)東怡(Ⅱ)砂濾與活性碳過濾
 (c)台北工專(Ⅱ)砂濾與活性碳過濾
 (d)住都局(Ⅱ)砂濾與活性碳過濾
 (e)中鼎(Ⅲ)砂濾與活性碳過濾
 (f)東怡(Ⅲ)砂濾與活性碳過濾

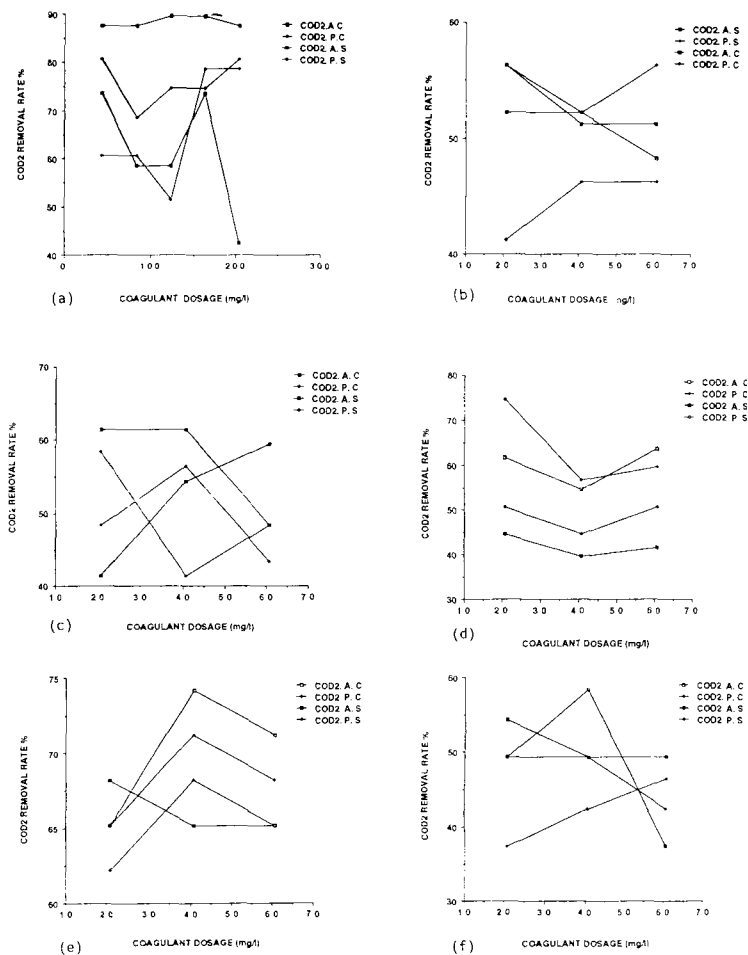


圖 3.32 COD₂ 的去除率與混凝劑關係 (a) 中鼎 (Ⅱ) 砂濾與活性碳過濾

(b) 東怡 (Ⅱ) 砂濾與活性碳過濾

(c) 台北工專 (Ⅱ) 砂濾與活性碳過濾

(d) 住都尼 (Ⅱ) 砂濾與活性碳過濾

(e) 中鼎 (Ⅲ) 砂濾與活性碳過濾

(f) 東怡 (Ⅲ) 砂濾與活性碳過濾

日本之COD標準為20乃是使用 K_2MnO_4 作氧化劑，而國內用 $K_2Cr_2O_7$ 作氧化劑，二者所得之COD值約1:2)

- (4)在ABS方面，兩種處理試程的去除率比較如下表及圖3.33。由圖顯示以混凝活性碳程序在ABS的去除很大之影響，隨著原水ABS之增加，混凝程序愈顯重要，如中鼎(III)之原水ABS較高，經混凝後能夠去除90%以上之ABS，其餘則僅有20~40%去除率，而且PAC所能去除的效果較 $Al_2(SO_4)_3$ 為佳。因為國內洗潔劑用在洗手方面之用量較日本為少，故在沉手後之原水ABS值即能符合日本建議之標準，故無論用那一種程序處理皆能符合日本之建議標準。

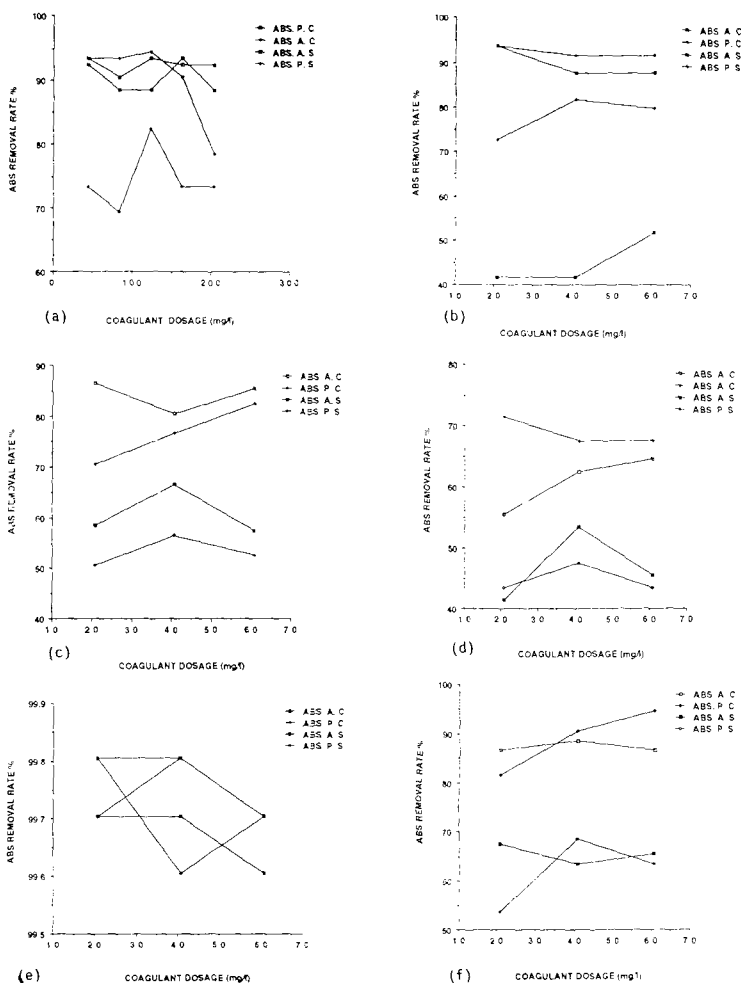


圖3.33 ABS 的去除率與濃度關係 (a)中興 (I) 砂濾與活性炭過濾

(b)東怡 (I) 砂濾與活性炭過濾

(c)台北工專 (I) 砂濾與活性炭過濾

(d)住都局 (I) 砂濾與活性炭過濾

(e)中興 (II) 砂濾與活性炭過濾

(f)東怡 (II) 砂濾與活性炭過濾

3.3.4 加氯消毒

一般再利用水中，加氯消毒主要目的，是對大腸菌及一般細菌之滅菌，以及修景對藻類發生產生抑制效果，其持續性較臭氧為佳，所以目前仍用加氯消毒。依據日本對中水道再利用，加氯處理設施運轉管理規定，末端的再利用給水管其自由有效餘氯值須在0.4mg/l以上。

在本研究中於是對各採樣點之處理出流水，施以加氯消毒，並於30min後分析其餘氯量，用以比較是否能夠有足夠餘氯量用於前消毒，並且期望能達折點加氯量。在文獻中對達折點加氯之加氯量，建議為9~10mg/l，且可得0.5mg/l或以上的自由有效餘氯。故實驗之加氯量為5~8mg/l，而後分析得之氯，結果如表3.21

表3.21 中水道系統之餘氯測定

採 樣 點	加氯量(mg/l)	30min 後實測自由餘氯(ng/l)
中鼎(II)處理放流水	8	0.9
東怡(II)處理放流水	8	1.4
工專(III)處理放流水	7	1.7
住都 III)處理放流水	7	1.3
中鼎(III)處理放流水	6	1.2
東怡(III)處理放流水	5	1.8

3.3.5 雨水水質

中水道系統除了包括收集建築大樓廢水之外，另一重要之回收水來源，即是雨水。所以有研究其水質之必要性。在本實驗中分析得台北市七月份降雨水質之BOD、COD、pH等項目，結果為pH:6.21，電導

度 $225\mu\text{mho cm}$ ， $\text{BOD}: 17\text{mg l}$ 、 $\text{COD}: 76\text{mg l}$ 。顯示其水質與前述建築大樓廢水水質相似，可利用再利用水處理設施來降低其污染性，而達到符合中水道再利用水之水質標準。

3.3.6 建議中水道系統之水質及其處理程序

由前述有關國內中水道系統之實驗顯示國內各建築物大樓的洗手廢水，其原水水質較日本作為中水道系統之原水為佳，污染性較低，且此等原水在經過混凝砂濾、混凝活性炭程序後都能符合日本建議之標準。然而國內目前尚未建立中水道系統回收水之水質標準。故除參考日本標準之外加上實驗操作加以驗證，在技術上做回收再利用是可行的，因此可以提出適合國內將來設立中水道回收再利用之水質標準，使這些標準除達到衛生安全，不會對人體危害之目的外，且技術及操作維護上是可行的。因此本研究提出建議未來的水再利用之標準，如表3.22

表3.22 未來中水道系統水質之建議標準

項 目	水質標準	單 位	項 目	水質標準	單 位
臭 味	不可有臭味及不愉快感覺	——	pH	6.0~8.5	——
外 觀	清 澈	——	COD	40以下	mg l
透 視 度	25	cm	BOD	20以下	mg l
色 度	10以下	度	陰離子界面活性劑(ABS)	1.0以下	mg l
濁 度	10以下	度	大腸菌落	不得檢測出	個 ml
總固體物(TS)	500以下	mg l	餘 氯	0.4	mg l
懸浮固體物(SS)	10以下	mg l			

且為達成這些水質標準，及考慮經濟成本因素，其處理流程可如圖

3.34

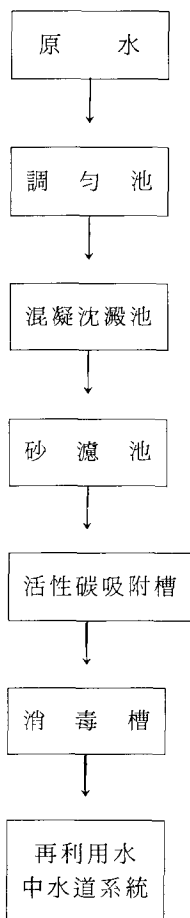


圖3.34 擬議之中水道系統流程圖

3.3.7 經濟規模分析

根據日本有關中水道設施文獻之研究，以芝山住宅公寓為例。其中水道再利用水是以供給公寓社區之用。用戶有888戶，給水人口3200人，計畫，日給水量161m³日。主要用途為，沖洗廁所用、屋外清掃用水和池塘，水溝用水。再利用之處理流程如下：

二次處理水→凝集沈澱→砂濾→臭氧反應→活性碳吸附→餘氯消毒→再利用水。

芝山住宅公寓之中水道建設費，主要包括污水處理設施、建築物屋外及屋內配管設備、貯水槽及送水設備等費用。表3.23為芝山住宅公寓中水道建設費，其中再利用水的處理設施費用佔水道設施費全部之52%，屋內二重配管約佔10%，屋外二重配管約佔20%，再利用水貯水槽佔約15%。

表3.23 芝山住宅公寓中水道設施建設費用

設 施 名 稱	工 事 金 額	百分率(%)	
再利水處理設施工程	84,761,000	52.0	臭氣反應裝置，水質監視裝置，消毒槽 活性碳裝置，電器設備
住宅屋內配管設備工程	17,542,000	10.8	建物屋內的二重配管費
住宅屋外配管設備工程	36,548,000	22.4	建物屋外的二重配管費
再利用水 水槽工程	23,974,000	14.8	再利用貯水槽，送水設備，電器設備
合 計	162,825,000	100.0	

資料來源：日本芝山住宅公寓水再利用(中水道)

以本研究建議流程，中水道系統處理30 CMD規模所需之設備及經費，參考國內現行物價狀況(80年)推估圖3.35及表3.24。

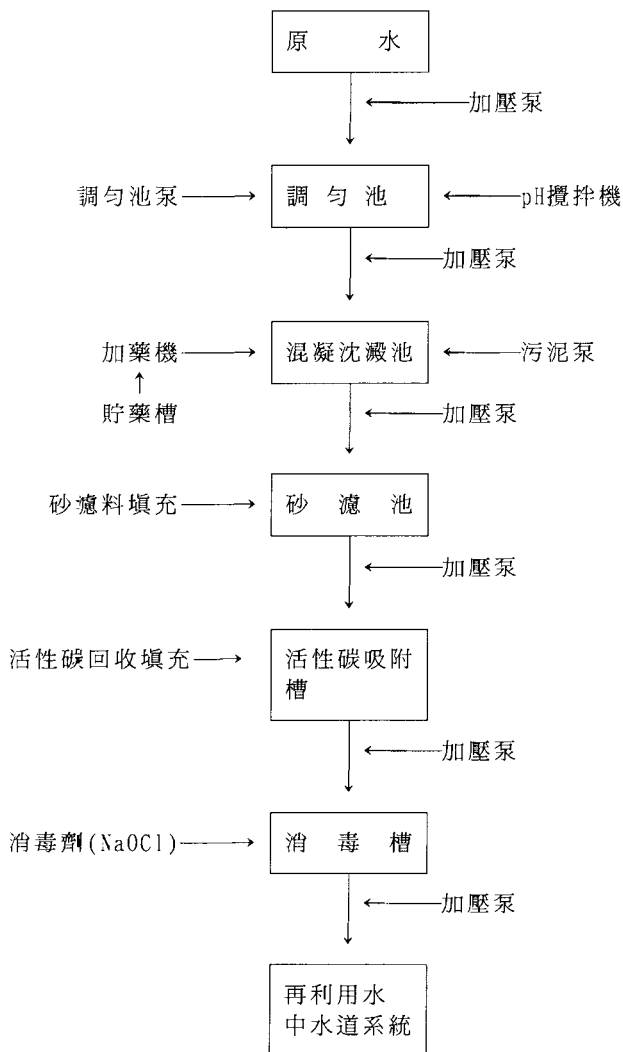


圖3.35 擬議中水道系統處理流程及設備詳圖

表3.24 30 CMD 中水道系統處理設備費之工程清單

項次	名 稱	數 量	單 價	合 計
1	加 壓 泵	6	30,000	180,000
2	調勻池泵	2	18,000	36,000
3	加 藥 機	3	12,000	36,000
4	pH攪拌機	1	18,000	18,000
5	polymer攪拌機	1	18,000	18,000
6	污泥泵	1	60,000	60,000
7	貯藥槽	3	2,000	6,000
8	鐵件工程	1	500,000	500,000
9	儀控工程	1	200,000	200,000
10	土木工程(槽體)	1	300,000	300,000
11	管線系統	1	200,000	200,000
12	試車費		50,000	50,000
13	吊運費		50,000	50,000
14	操作費(一年)人事 2萬·月×12月+26000藥品及濾料			275,000
小 計				1,920,000

第四章 結論與建議

本研究探討國外中水道系統水回收再利用之技術及法規，經實驗之印證認為在法規及政策經濟誘因配合下，中水道系統極具可行性，在水資源日益匱乏之地區，尤具實際及教育意義上之功能，根據本研究之結果，獲致如下之結論及建議。

- (1)中水道生活用水再利用系統在國外(尤其日本)，已發展至成熟階段，不僅可節省可觀水資源，部份地區因該系統具有高度經濟誘因而紛紛設立，實為環境保護中資源回收再利用之成功例證。
- (2)由調查得知國內建築大樓中生活用水水質污染程度並不嚴重，適合於回收再利用。且實驗證明經過混凝→砂濾或混凝→活性炭吸附後，再經加氯消毒後，不僅安全衛生，且對人體沒有危害性，值得大力推廣。
- (3)為提高未來既有新建大樓之配合意願，宜由政府制定具有經濟誘因之法規，並朝降低處理成本及多棟大樓聯合處理等方式著手。
- (4)由本研究所測得每日每層之用水量雖非很大，若考慮其經濟規模及減少對附近既有用戶水壓之影響，大型建築物中水道系統除可利用洗手台之用水加以回收外，雨水之水質較生活用水為佳，可藉存塔中，以供不時之需。
- (5)由問卷調查得知，受訪民眾對中水道系統之態度，有35.2%的民眾認為水資源利用合理化，應積極推動處理水再利用，僅次於水源污染整治之39.2%。對於建築物中推行廢水回收處理再利用，有65.1%的民眾可以接受，不可接受所佔比例則極少。對於建築物中處理水再利用之用途，則建議用於沖洗廁所、灌溉花木、清掃地板、洗車及冷卻用水等與人體不接觸性之用水。

(6)由國外中水道經驗及本研究成果顯示，中水道系統宜考慮情緒因子及物理化學因子，並應注意水質之安全衛生，建議未來中水道再利用水質標準如下：

項 目	水質標準	單 位	項 目	水質標準	單 位
臭 味	不可有臭味 及不愉快感覺	——	pH	6.0~8.5	——
外 觀	清 澈	——	COD	40以下	mg/l
透 視 度	25以上	cm	BOD	20以下	mg/l
色 度	10以下	度	陰離子界面 活性劑(ABS)	1.0以下	mg/l
濁 度	10以下	度	大腸菌落	不得檢測出	個/ml
總固體物 (TS)	500以下	mg/l	餘 氯	0.4	mg l
懸浮固體物 (SS)	10以下	mg/l			

(7)由本研究成果顯示，為落實中水道系統廢水再利用之實施，考慮操作維護之難易在經濟可行之範圍內，建議中水道系統之處理流程如下：

原水→ 調勻池 → 混凝沈澱池 → 砂濾池 → 活性碳吸附槽
→ 消毒槽→ 再利用水(中水道系統)

(8)未來如中水道再利用水質標準提高，致前述建議之處理流程無法負荷時，可於處理程序後另加薄膜程序，以爲因應。

(9)爲有效落實中水道系統及早推廣應用，建議可行之策略如下：

- ①於用水缺乏之地區建一示範大樓先行試辦，並評估其效益後，做爲大城市區域全面推廣辦理參考。
- ②爲使中水道系統之水質能穩定，建議應朝套裝式自動化設施及簡易之操作維護管理爲目標。
- ③爲防止中水道系統與上、下水道系統之管線誤接，對於管線之型式、種類、顏色及其接合包紮方式應訂出標準或規範，提供遵循。
- ④對於使用中水道系統之大樓，應在有關水之使用方面提供經濟誘因，如降低水費或下水道使用費。
- ⑤有關中水道水質標準，暫訂如上，俟將來生活水準要求更高時再研議修訂。

參考文獻

1. 下水處理循環利用技術草案，日本下水道協會；1981，9，pp 1～68
2. 井上勝吉"建築物之排水再利用"，用水及廢水(日本)；Vol,21,No.，1979，pp 17～22
3. 泉哲朗"住宅團雜排水的再利用(中水道)"，用水及廢水(日本)；Vol，21，No.1，1979，pp 28～34
4. 早川登"排水的個別循環利用"，用水及廢水(日本)；Vol,21，No.，1979，pp 64～71
5. Fumitoshi kiya & Hidenori Aya "Trends and Problems of Wastewater Reuse System in Buildings" Wat, Sci Tech, Vol 23，1991，pp 2189～2197
6. 小田原 健治等人"東京巨蛋球場雜排水及雨水利用型中水道"公害及對策(日本)；Vol，24，No.10，1988，pp 41～46
7. 「第三次全國綜合開發計劃」日本國土廳(1977年11月)
8. 「昭和65年(1990年)水資源開發計劃及水利用」日本建設省(1978年11月)
9. 「中水道調查報告書」日本河川協會(1973年3月)
10. 「水高度利用計劃調查報告書」日本近畿建築企劃部(1992年3月)
11. 「下水處理的循環利用相關調查報告書」日本建設省都市局下水道部(1980年3月)。
12. 「水的循環再利用調查報告書」日本國土開發技術(1974年10月)
13. 「下水處理的三次處理實驗調查」日本大版市下水道局，1974年3月

14. 「下水道の現状及問題」日本建設省(1977年3月)
15. 「空氣調查、衛生工學便覽」日本空氣調查，衛生工學會(1977年3月)
16. 「專業場所用水の排水利用計劃」日本近畿地建，大阪府(1977年3月)
17. 「下水處理の循環利用相關調查」日本福岡市下水道(1980年3月)
18. 「住宅團地中水道方式の開發研究」日本住宅公團(1987年)
19. 「都市活動用水の使用實態調查報告書」日本東京都下水局計劃部(1977年3月)
20. 「家庭處理水の再利用」日本住宅公團(1972年8月)
21. 「建築物設置污水循環利用の處理裝置等相關研究」日本住宅設備協會(1976年)
22. 「雜用水道技術指針相關調查研究報告書」日本水道協會(1977年3月)
23. 歐陽嶠暉「自來水高級處理化之趨勢」科學發展月刊，第十八卷第五期
24. 歐陽嶠暉「都市生態平衡與資源再生利用」土木水利，第十七卷第三期，1990年11月

附錄一

中水道系統—廢水再利用之可行性研究問卷調查

敬啓者：您好

近年來，由於工商業發達及人口急速之增加，致使用水量也急遽增加，部份地區呈現用水量不足之現象，再則由於本省水源大都來自河川，且目前河川污染情形相當嚴重，淨水廠取水地點漸往河川上游推移，致使自來水之開發成本逐年大幅提升，因此爲有效利用水資源，減少用水量需求之壓力，積極推廣節約用水及廢水再利用之概念和技術(中水道系統)，已是目前最迫切之課題。

所謂中水道系統即是介於自來水系統(上水道)及污水系統(下水道)外的廢水回收再利用系統，主要是回收不含沖洗廁所之廢水，如洗手用水、器具清洗用水等雜用水，經簡單處理後供作辦公大樓及新社區之一般用水如沖洗廁所、澆花、洗車、道路清掃等不與皮膚接觸之用水，以節省自來水用量，達到水資源有效利用之目的。

本會接受內政部建築研究所籌備處之委託，進行中水道系統—廢水回收處理再利用之可行性研究，調查各種生活用水中可再利用之種類及其質和量之特性，以了解生活用水再利用之可行性，爲調查各行業別人員對水再利用看法，特設計以下問卷，煩請抽空作答，您的看法對本研究相當重要，敬請給予合作支持，謝謝！

中國土木水利工程學會環境工程委員會 敬上
中華民國 八十年 三月 一日

個人基本資料

- 1.性別：☐ 男，☐ 女
- 2.年齡：_____歲
- 3.教育程度：☐ 初(國)中以下，☐ 高中、高職，☐ 專科，☐ 大學
☐ 研究所以上
- 4.從事行業：☐ 軍公教，☐ 商，☐ 製造業，☐ 服務業，☐ 家庭
主婦 ☐ 自由業
- 5.工作性質(或職業類別，如衛生、建築...)：_____
- 6.居住地點：☐ 北部 ☐ 中部 ☐ 南部
- 7.家裡每月之水費
☐ 基本費以內(247元) ☐ 250~350元 ☐ 351~500元
☐ 501~650元 ☐ 651~800元 ☐ 801元~1000元
☐ 1001~2000元 ☐ 2001元以上

問卷內容

- ☐ 1.對於現行自來水水價每度(m^3)5.6元，其價格您認為(1)太低
(2)低 (3)合理 (4)高 (5)偏高
- ☐ 2.對於現行之自來水使用是否過於浪費，您認為(1)不浪費 (2)
合理 (3)太浪費 (4)其他_____
- ☐ 3.為使水資源之利用合理化，您認為應積極推動(可複選)
(1)興建水庫 (2)水源污染整治 (3)處理水再利用(4)高水價
政策 (5)其他_____
- ☐ 4.如在建築物中推行低污染性水回收處理再利用作為沖洗用水，
請問您

(1)可以接受 (2)不可接受 (3)沒意見(4)在用水不足條件下可接受。

- ☐ 5.若您認為無法接受建築物中進行低污染性水回收處理再利用時，主要原因是(可複選)

(1)經濟誘因不足，成本太高 (2)建築物空間不足容納處理設施(3)安全衛生感觀上無法克服 (4)利用時將產生心理上之不快感(5)再利用之水可能對設施或器具產生不良影響

(6)其他 _____

- ☐ 6.您認為各種生活用水中，那些可以回收經處理後再利用(可複選)

(1)雨水 (2)洗手台用水 (3)廚房洗濯用水 (4)洗澡用水(5)洗衣用水 (6)沖洗廁所用

- ☐ 7.您認為建築物中之水再利用措施，應先考慮(可複選，並列出優先順序)

(1)安全問題 (2)觀感之問題 (3)衛生上之問題(4)經濟效益之問題

(5)其他 _____

- ☐ 8.建築物中低污染廢水回收處理後再利用時，您認為可用於(可複選)

(1)沖洗廁所用 (2)灌溉花木 (3)清掃地板(4)清潔用水及洗車 (5)洗衣 (6)洗澡 (7)冷卻用水

(8)其他(請說明) _____

- ☐ 9.如在建築物中設立飲用水(自來水)及非飲用水(中水道)之不同配管系統，請問您

(1)願意配合 (2)配合意願低 (3)不願配合 (4)無意見

- ☐ 10.對於大樓或員工多的單位使用回收再利用的水，你認為在用水量超過一定限界

- (1)應即立法推廣 (2)在不影響大樓鄰近之用水下可暫不推行
(3)基於將來用水需求及水源開發不易時應即推廣
(4)其他(說明)_____

☐ 11. 對於大型建築物回收低污染性水經處理再利用，您認為(可複選)

- (1)可提高其容積率 (2)降低其自來水之水價(3)減少其污水下水道之使用費 (4)是基本責任(5)其他_____

☐ 12. 若認為廢水回收計畫可行，您希望如何做

- (1)只在新建築物中實施 (2)強制於現有之所有大樓實施(3)按個人之意願實施
(4)其他_____

☐ 13. 若認為此計畫可行，您認為應從何處推廣起

- (1)教育單位 (2)政府機關 (3)新建之大樓及社區(4)全面推廣
(5)其他_____

☐ 14. 若您願配合此計畫，希望政府如何做

- (1)減少下水道使用費 (2)政府全額補助硬體設施(3)政府補助硬體設施50% (4)政府補助軟體設施(操作維護)
(5)其他_____

☐ 15. 其他任何意見：

回卷請寄台北市新生南路一段3號
台北工專土木科張添晉 收

附錄二

中水道系統—廢水再利用之可行性研究問卷調查及統計分析

一、調查目的

本調查目的旨在瞭解台灣地區民眾對於目前水資源日益匱乏，所引起未來可能之高水價政策民眾的接受性，及針對設立中水道系統—生活用水回收再利用之意見，進行調查研究提供日後政策實施及業界之參考。

二、民意調查問卷之設計及說明

為瞭解一般民眾對本問卷之意願取向，瞭解民眾對於目前水資源的利用程度意見，特製作此一問卷調查，其對象包括一般具不同專業知識領域之民眾、學者以及政府決策人員，主要係針對民眾及業者之需求意願，加以統計分析以爲研究水回收再利用之參據。

三、調查結果分析

本次調查係以隨機抽樣方式進行，共發出問卷200份，回收152份，有效樣本145份，有效回收率達72.5%；訪問問卷除基本資料外共十四項問題，其相關資料如下：

1. 受訪者基本資料

根據回收之問卷資料顯示，此次受訪對象中男性佔59.3%，女性佔40.7%，並無太大之性別差異。而在教育程度方面，有91.4%之比例爲專科以上學歷，在從事之行業又以軍公教人員43.3%佔大多數，其餘之行業別涵蓋面分佈甚廣，問卷回收地區

則以北部佔了60.6%為多數，其次為中部地區20.4%，南部地區佔20%，受訪者家中之水費以250～350元為37.8%佔多數，其次24.4%為基本費以內，再次者為351～500元之間，佔了20.0%，以上基本資料統計詳如附表1～6

附表 1. 受訪者之性別

性 別	出現次數	百分比
男	86	59.3
女	59	40.7

附表 2. 受訪者之年齡

年 齡	出現次數	百 分 比
20 以下	4	2.8
21～30	84	59.2
31～40	35	24.6
41～50	14	9.9
50 以上	5	3.5

附表 3. 教育程度分佈

教 育 程 度	出現次數	百 分 比
初(國)中以下	0	0
高中、高職	12	8.6
專 科	52	37.4
大 學	48	34.5
研 究 所	27	19.5

附表 4. 從事行業別分佈

從 事 行 業	出現次數	百 分 比
軍 公 教	55	43.3
商	10	7.9
製 造 業	12	9.4
服 務 業	24	18.9
家 庭 主 婦	4	3.1
自 由 業	22	17.4

附表 5. 受訪者之居住地區

居住地區	出現次數	百分比
北	86	60.6
中	29	20.4
南	27	19.0

附表 6. 受訪者家中每月之水費

水 費(元)	出現次數	百 分 比
基本費以內(247)元	33	24.4
250~350	51	37.8
351~500	27	20.0
501~650	12	8.9
651~800	5	3.7
801~1000	4	3.0
1001~2000	2	1.5
2000以上	1	0.8

2. 對於目前水資源利用之看法

根據調查顯示，受訪者對目前水價認為合理者有65.7%，認為高或偏高者分別為15.7%、4.3%，認為水價低及太低者僅佔8.6%及5.7%如附表7所示。受訪者中有52.1%認為自來水使用過於浪費，而僅有3.6%之受訪民眾認為用水不浪費，如附表8所示。另附表9之統計可知對水資源之合理利用，民眾較贊成水源污染

整治佔39.8%，其次為處理水再利用，佔35.2%，再其次興建水庫及採高水價政策，由本題顯示，目前提供作為飲用水之水源，其污染源之整治被認為是最迫切之課題，待正本清源後，再進行處理水利用及興建水庫或提高水價。

附表 7. 對於現行自來水水價每度(m^3)5.6元，其價格您認為

	出現次數	百分比
太低	8	5.7
低	12	8.6
合理	92	65.7
高	22	15.7
偏高	6	4.3

附表 8. 對於現行自來水使用是否過於浪費，您認為

	出現次數	百分比
不浪費	5	3.6
合 理	61	43.6
太浪費	73	52.1
其 他	1	0.7

附表 9. 爲使水資源之利用合理化，您認爲應積極推動

	出現次數	百 分 比
興建水庫	56	19.7
水源污染整治	113	39.8
處理水再利用	100	35.2
高水價政策	12	4.2
其 他	3	1.1

3. 對於生活用水之回收再利用接受程度

受訪民眾中有65.1%可以接受低污染性水回收再利用，而有24.8%認爲在用水不足之條件下可接受，僅有少數6.7%無法接受，有27.5%之受訪者認爲在安全衛生感觀上無法克服，另37.8%之民眾各認爲處理水再利用因經濟誘因不足，成本太高及建築空間不足容納處理設施，有少數之受訪者認爲將對設施或器具產生不良影響，詳如附表10～11。

附表 10. 如在建築物中推行低污染性水回收處理再利用作為沖洗用水，請問您

	出現次數	百分比
可以接受	97	65.1
不可接受	10	6.7
無意見	5	3.4
在用水不足條件下可接受	37	24.8

附表 11. 若認為無法接受建築物中進行處理水再利用時，主要原因是

	出現次數	百分比
經濟誘因不足，成本太高	42	18.9
建築物空間不足容納處理設施	42	18.9
安全衛生感觀上無法克服	61	27.5
利用時將產生心理上之不快感	44	19.8
再利用之水可能對設施或器具產生不良影響	25	11.3
其他	7	3.6

4. 對於可回收再利用水之來源方面

由調查顯示一般民眾認為雨水為最具回收再利用之來源，佔 35.0%，其次為佔 25.4% 的洗手台用水，再其次為洗澡用水及洗衣用水分別佔 15.5% 及 12.7%，回收之受訪資料中認為回收之處理水再利用時，可用於廁所沖洗、灌溉花木、清潔用水及洗車、清掃地板、冷卻用水等，其所佔之比例分別為 28.0%、24.7%、16.6%、

14.4%、12.5%，如附表12～13所示。而一般受訪民眾認為廢水再利用措施中，應先考慮之問題，其排列順序分別為安全問題，衛生上之問題、經濟效益問題、及感觀之問題、而其所佔之比例分別為18.4%、17.9%、4.0%、0.5%，排於第二順位為衛生問題、經濟效益、安全問題、觀感之問題，其比率分別為16.0%、5.9%、4.5%、4.0%，排於第三順位的為經濟效益問題、感觀之問題、衛生之問題、安全之問題、其比例分別為10.9%、2.7%、2.4% 1.9%。詳如附表14

附表 12. 您認為建築物中各種用水，那些可以回收處理後再利用

	出現次數	百分比
雨水	138	35.0
洗手台用水	100	25.4
廚房洗濯用水	33	8.4
洗澡用水	61	15.5
洗衣用水	50	12.7
沖洗廁所用水	12	3.0

附表 13. 建築物中處理水再利用時，您認為可用於

	出現次數	百分比
沖洗廁所用	130	28.0
灌溉花木	115	24.7
清掃地板	67	14.4
清潔用水及洗車	77	16.6
洗衣	14	3.0
洗澡	4	0.9
冷卻用水	58	12.5
其他	0	0

附表 14. 您認為建築物中之水再利用措施，應考慮

	出現次數				百分比			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
安全問題	69	17	7	2	18.4	4.5	1.9	0.5
觀感之問題	2	15	10	20	0.5	4.0	2.7	5.4
衛生上之問題	67	60	9	0	17.9	16.0	2.4	0
經濟效益之問題	15	22	41	18	4.0	5.9	10.9	4.8
其他	0				0			

註：優先順序：I → II → III → IV

5. 在配合意願方面

一般受訪民眾，對於在建築物中設立飲用水及非飲用水之不同供水系統時，分別有78.2%、10.6%及9.6%，抱持著願意配合、配合意願低及無意見。只有2.1%受訪者不願意配合，佔極微小之比例。另有69%的民眾認為基於將來用水需求及水源開發不易時應即推廣，更有26%之受訪者認為應即以立法之手段推廣，只有3.4%認為在用水足夠時可暫不推廣。而在受訪者中有34%認為應強制於現有之所有大樓中實施中水道系統，有29.3%的受訪者認為只須在新建築物中實施，顯見一般民眾對中水道系統已有初步之認識且抱持著支持之看法，雖然實施之意願及方式略有差異，但絕大多數樂見於中水道系統之設立。

附表 15. 如在建築物中設立飲用水(自來水)及非飲用水(回收)利用水之不同系統，請問您

	出現次數	百分比
願意配合	111	78.2
配合意願低	15	10.6
不願配合	3	2.1
無意見	13	9.2

附表 16. 對於大樓或員工多的單位使用回收再利用水，你認為在用水量超過一定限界時

	出現次數	百分比
應即立法推廣	38	26.2
在不影響大樓鄰近之 用水下可暫不推行	5	3.4
基於將來用水需求及水源 開發不易時應即推廣	100	69.0
其 他	2	1.4

附表 17 若認為生活用水回收計畫可行，您希望如何做

	出現次數	百分比
只在新建築物中實施	44	29.3
強制於現有之所有大樓 實施	51	34.0
按個人意願實施	37	24.6
其 他	18	12.1

6. 一般之責任意願方面

附表18資料顯示有42%的受訪者認為大型建築物回收低污染性水經處理再利用，是大樓業主之基本責任，亦有25.4%、18.4、10.2%、分別認為可由減少其污水下水道之使用費、降低其自來水之水價、提高其容積率之以上做法，做為使用中水道系統大樓之獎勵。

附表 18.對於大型建築物回收低污染性水經處理再利用，您認為

	出現次數	百分比
可 提 高 其 容 積 率	29	10.2
降 低 其 自 來 水 之 水 價	52	18.4
減少其污水下水道之使用費	72	25.4
是基本責任	119	42.0
其 他	6	2.1

一般受訪者對於配合此計畫，有36.9%之民眾認為政府應補助全額之硬體設施，有26.8%的民眾認為政府應補助50%的硬體設施，而又分別有19.5%及14.7%民眾認為政府應補助軟體設施及減少下水道之使用費，如附表19所示足見一般民眾有配合此項計畫之意願，但礙於空間、經費上之限制，而須政府單位之協助。

在回收的受訪資料如附表20，顯示一般受訪者認為應從新建之大樓社區中先行推廣，佔34.1%，另有25.7%、25.7%及13.8%的受訪者認為應由政府機關、全面推廣、及教育單位著手，而其中25.7%，的民眾認為缺水已是一項嚴重問題即，應全面推廣，以解決缺水之問題。

附表 19.若您願配合此計畫，希望政府如何配合

	出現次數	百 分 比
減 少 下 水 道 使 用 費	22	14.7
政府全額補助硬體設施	55	36.9
政府補助硬體設施50%	40	26.8
政府補助軟體設施(操作維護)	29	19.5
其 他	3	2.0

附表 20.若認為此計畫可行，您認為應從何處推廣起

	出現次數	百 分 比
教 育 單 位	23	13.8
政 府 機 關	43	25.7
新建之大樓及社區	57	34.1
全 面 推 廣	43	25.7
其 他	1	0.7

四、結 語

本問卷針對不同年齡層，學經歷及職業類別進行調查，經由發出200份問卷，回收有效問卷145份之統計分析結果中，獲致如下結論：

- 1.多數受訪者已意識到未來可能缺水之狀況，及可能的自來水水價調高，而認為中水道系統可行。
- 2.多數民眾已可接受廢水再回收利用之觀念，但仍有少數之民眾對中水道系統之認識仍屬有限，如欲推廣須多加宣導。
- 3.對未來可能推行之中水道系統受訪者最關心者，莫過於安全上及衛生之問題，未來宜多加考慮，以利推廣。
- 4.民眾對此新系統除了安全衛生的顧慮外，管理上之問題亦不可忽視，認為政府應以妥善的立法來管理之。