

國立中興大學環境工程研究所

在職專班碩士學位論文

台灣地區自來水管線漏水計量之探討
Study of Pipeline Leakage Estimation in Taiwan



指導教授：盧重興 博士

研究生：陳昭仁

中華民國九十八年一月十五日

國立中興大學環境工程學系

在職專班碩士學位論文

題目：台灣地區自來水管線漏水計量之探討

姓名：陳昭仁 學號：59634108

經 口 試 通 過 特 此 證 明

論文指導教授

盧重興

論文考試委員

林國清

陳昭賢

中 華 民 國 九 十 八 年 一 月 十 五 日

台灣地區自來水管線漏水計量之探討

摘要

經查相關統計資料顯示，台灣地區自來水管線的漏水量約占供水量的四分之一，換算一年至少漏掉了兩座翡翠水庫蓄水量，在水資源匱乏的台灣是一大諷刺，比起鄰近的日本平均漏水率不到 10%，仍有相當大的努力空間。惟世界各國對自來水管線漏水的管控、計算或定義，尚無相同標準，國際水協 (IWA) 始提出其建議，但仍未獲共識。

目前台灣地區自來水管線漏水計量方式，除少數藉由小區管網（分區計量，DMA）所設置之水量計計量所得與該區內同時段用戶水表抄見量作比較外，大部分均由修漏後之管材，藉由水壓、破管裂縫開孔面積，套用日本所研擬之經驗公式製成表格對照使用（以 CMD 計量），惟此舉往往因水壓、破管裂縫開孔面積之認定因人而異，而產生極大的誤差且爭議不斷。

本研究將就自來水管線漏水原因，國內外漏水量計量方式及其缺失作檢討，並對正確計量進行探討，俾供學術與實務界參酌。管線漏水原因係就台灣自來水公司之檢漏與修漏管理系

統，歷年來所蒐集資料做分析。漏水量計量方式係採現行國內外經常使用之量計方式做比較分析。最後再就台灣地區之環境、使用管材、施工方法及人員訓練…等作審慎評估，藉以建議適用之技術或修正計量方式，俾利落實水資源的充分運用與管理。



Study of Pipeline Leakage Estimation in Taiwan

Abstract

Government statistics show that tap water pipeline leakage is nearly 25% of total water supply, as much as 2 gross storage of the Taipei Feitsui Reservoir for one year long leakage. This situation is ironic for a water resource deficient country like Taiwan. Compared with the nearby country Japan, whose average leakage rate is less than 10%, Taiwan still has a long way to go. A wide diversity of definitions of tap water pipeline leakage is used by water utilities around the world. Though International Water Association (IWA) proposed a definition, until now no standard definition has been accepted by all the utilities.

Where DMAs are established, the calculation of real losses in its simplest form is volume of system input minus volume of billed metered consumption. In most cases in Taiwan, leakage estimates are based on the Japanese empirical formula with parameters of water pressure, and cleavage area on pipelines. However, all men are liable to error, and errors are sometimes a very substantial component of apparent losses, which makes the estimation highly controversial.

This study is aimed to review the causes and calculation of pipeline leakage, in order to improve the accuracy of the water leakage estimation. The causes of pipeline leakage will be referred to statistics collected in the Taiwan Water Corporation's "Leakage Detection and Repair Management System", and the most commonly used calculations of pipeline leakage will be reviewed and analyzed. Furthermore, the environment of Taiwan, pipe

materials selection, engineering method and personnel training will be also deliberately reviewed to propose a modified recommendation, in order to utilize and manage the water resources efficiently.



目 錄

	頁數
第一章 前言	1
1-1 研究緣起	1
1-2 研究目的	2
第二章 文獻回顧	3
2-1 管線漏水原因	3
2-2 國內外漏水量計量方式	9
2-3 現有漏水計量缺失	13
第三章 研究方法	15
3-1 實用公式	15
3-2 以塑膠管作為研究標的	16
第四章 結果與討論	17
4-1 以一般修漏案件驗證	17
4-2 以小區管網驗證	18
4-3 驗證與探討	35
第五章 結論與建議	38
5-1 結論	38
5-2 建議	38
參考文獻	66

圖目錄

	頁數
圖 2-1 巷道給水管整合 -----	6
圖 2-2 配水管與給水管同時汰換 -----	7
圖 4-1 管網種類 -----	19
圖 4-2 小區管網建置執行流程圖 -----	20
圖 4-3 破管照片 -----	21
圖 5-1 修漏管理系統首頁 -----	39
圖 5-2 修漏管理系統畫面 -----	40

表目錄

	頁數
表 2-1 台灣自來水公司漏水原因分析表 -----	42
表 2-2 北水處管種別漏水原因件數 -----	43
表 2-3 東京都漏水原因比例 -----	44
表 2-4 台灣自來水公司管線長度統計表 -----	45
表 2-5 北水處各管種別之輸配水管長度統計表 -----	46
表 2-6 東京都自來水管種與漏水率變化 -----	47
表 2-7 各管種適用情形評估表 -----	48
表 2-8 台灣自來水公司各類管材 K 值計算彙整表 -----	49
表 2-9 由折損漏水狀況與口徑計算斷面積 -----	50
表 2-10 漏水量速算表 -----	51
表 4-1 汐止保長路一街小區管網統計分析表 -----	52
表 4-2 林口鄉工二粉寮自強小區管網統計分析表 -----	53
表 4-3 信義鄉新鄉村小區管網統計分析表 -----	54
表 4-4 宜蘭市負郭小區管網統計分析表 -----	55
表 4-5 蘇澳鎮南方澳內埤小區管網統計分析表 -----	56
表 4-6 羅東鎮仁和小區管網統計分析表 -----	57

表 4-7 彰化市彰水路小區管網統計分析表 -----	58
表 4-8 鶯歌鎮添福小區管網統計分析表 -----	59
表 4-9 樹林鎮迴龍小區管網統計分析表 -----	60
表 4-10 蘆洲鄉荖厝坑小區管網統計分析表 -----	61
表 4-11 各小區管網分析彙整表 -----	62



第一章 前言

1-1 研究緣起

經查台灣地區自來水售水率僅約 70%，加上有效無費水量率 (NRW, Non-Revenue Water)，換算漏水率約 23~25%，因此漏水量約占供水量的四分之一，每年至少漏掉了近兩座翡翠水庫蓄水量，居名列全世界第 18 位缺水國的台灣應正視此一問題。台灣地區平均年降雨量約為世界平均值之 2.6 倍，而每人每年平均可分配的水量僅為世界各國平均值的八分之一，因此經常存在受到枯旱的威脅。然而，受限於地理環境及民主意識的抬頭，新水源的開發不易，既有水資源的保護與管理更形重要，台灣地區自來水管線漏水率偏高，降低漏水量責無旁貸，此舉可延緩水資源開發與自來水擴建工程的期程，亦可減少資金的浪費。

惟自來水管線漏水情況嚴重，直到民國 91 至 93 年間連續三年乾旱，始被突顯出來而受到矚目，因而成為政府施政之重點，列入水資源及自來水事業永續經營之政策，亦迎合國家水資源管理的目標。產官學各界莫不為此投入眾多的人力與資源，設法快速改善此問題。反觀同屬缺水國的日本早在 20 年前就致力於減漏與節水，才得以有收率（即售水率）在 90% 以上之成果。依據相關文獻顯示，

日本在各項自來水計量之統計與分析，均有獨特或精確之作法，諸如水量計（含器差）、消防用水量、分區計量(DMA, District Metering Area)···等。然而，在漏水率（量）偏高的台灣地區，卻因降低漏水量相關配套措施或策略，尚處於起步階段，需要投入大量的資金、人力與時間，才能逐步迎頭趕上。

1-2 研究目的

由於過去自來水事業對原水、清水管理用水量計之設置與管理缺乏重視，分區計量（或稱小區管網）更因早期（70年間）執行困難而延宕多年，如今面臨政策性（水資源保護、降低漏水率）或精緻經營之壓力下，自來水管線漏水量的合理計量或方法，即成為治標或評估績效刻不容緩的課題。本研究將藉由小區管網、破管維修及台灣自來水公司檢漏、修漏電腦管理系統取得相關之統計資料或案例加以分析探討與評估，俾利針對管線破漏做較精確之計量，亦有利於水資源之充分利用與管控。

第二章 文獻回顧

2-1 管線漏水原因

2-1-1 漏水原因

漏水原因包括內、外在因素，內在的有：規劃、設計、施工、材料、維護、操作等；外在的有：地震、地盤下陷、路基不實、施工挖損等（資料來源【4】：王炳鑫等，2006）。近年來台灣自來水公司係以檢漏、修漏電腦管理系統作統計分析，其項目包括：管線腐蝕、荷重振動、回填不良、施工不良、材質不良、地盤下陷、其他工程施工損害等；台北自來水事業處則有路基不實、人為因素、超齡使用…等七個項目。其修漏數量統計結果由多至寡依序為台灣自來水公司腐蝕、荷重振動、材質不良、水錘…等，北水處係龜裂、腐蝕、墊片、脫接等，日本東京都則為腐蝕、龜裂、接頭、墊片等。（詳附表 2-1~2-3，資料來源【8】：巨廷公司，2004）

管線的規劃、設計及施工之嚴謹度，將決定其日後是否造成漏水的重要原因之一，規劃階段包括水力分析、水位關係、抽水機功能、配水池容量及高程、供水型態…等。設計階段應注意管

種選擇、特殊閥類的使用、埋設深度、施工規範的訂定及荷重、水質、管外環境條件等。另施工方面如接頭施工不良、偷工減料、未依規定使用轉換接頭、挖掘深度不足、未依規定回填夯實（含砂石料）、管周圍石（磚）塊未徹底清除、防護不足與耐蝕施工不完備等，均足以直接或間接造成漏水。

另外交通頻繁、車輛荷重將使管線破裂或斷裂，振動的頻率或振幅會導致接頭細縫變大。地盤的變化或位移會造成接頭脫落或管體剪斷，如地震斷層或地層滑動(Sliding)等，最典型的案例有1999年的集集大地震，中部地區自來水管線受創嚴重，如東勢鎮；地層滑動較嚴重的是瑞芳地區。前揭現象在設計當初即應充份考量管材之選用，才不致日後發生維護困難，亦增加維修費用及漏水量。

2-1-2 管種使用情形

近年來台灣地區自來水管線管種使用情形如下：

台灣自來水公司聚氯乙烯塑膠管最多(PVCP, 36,443km)、延性鑄鐵管及鑄鐵管次之(DIP 12,841 km, CIP 1,294 km)、內襯聚乙烯塑膠管再次之(PVC-PEP 1541 km)。北水處係延性鑄鐵管最多(2,129 km)、鑄鐵管次之(942 km：白口接頭 174 km、機械接頭 768 km)、

聚氯乙稀塑膠管再次之(213 km)。

經查國際上管材使用狀況日本東京都配水管延性鑄鐵管占 96%、給水管不銹鋼管(SSP)占 97%；英國倫敦配水管則延性鑄鐵管占 16%、中密度聚乙烯管(MDPE)占 51%、聚氯乙稀塑膠管占 21%。(詳附表 2-4~2-6，資料來源【8】：巨廷公司，2004)

2-1-3 管種選擇

2-1-3-1 歷史背景

自來水管線的工程費約占整個供水系統總工程費的 60~70%，所以相形管線材質就更彰顯其重要性，由於管線係埋在地下，選好管種施工有助於爾後之檢修維護。過去自來水管線使用之管種有：塑膠管(PVCP)、耐衝擊塑膠管(HIWP)、高密度聚乙烯管(HDPEP)、鑄鐵管(CIP)、延性鑄鐵管(DIP)、鋼筋預力混凝土管(PSCP)、鋼襯預力混凝土管(PCCP)、玻璃纖維管(FRP)、鋼管(SP)、不銹鋼管(SSP)、等。台灣自來水公司民國 63 年成立當初背負著政府積極提升供水普及率的任務，小口徑多採用 PVCP，大口徑則依管種選擇標準：分析 40 年現值，取其最經濟管種做為預算編製的依據，惟安全與經濟當並重，該公司供水普及率已由成立時的 42%，迄 96 年

底已逾 90%。但由於該公司成立之初財務拮据，小口徑所使用的PVC管，迄今多數已逾院頒管齡之 20 年，更因水價未能合理反應成本，老舊管線汰換進度緩慢，漏水情形相當嚴重，該公司自民國 82 年起著手辦理舊漏管線汰換，採行用戶外線併辦汰換為原則，同時推動巷道給水管整合及小區管網(DMA)建置。(詳圖 2-1、2-2)

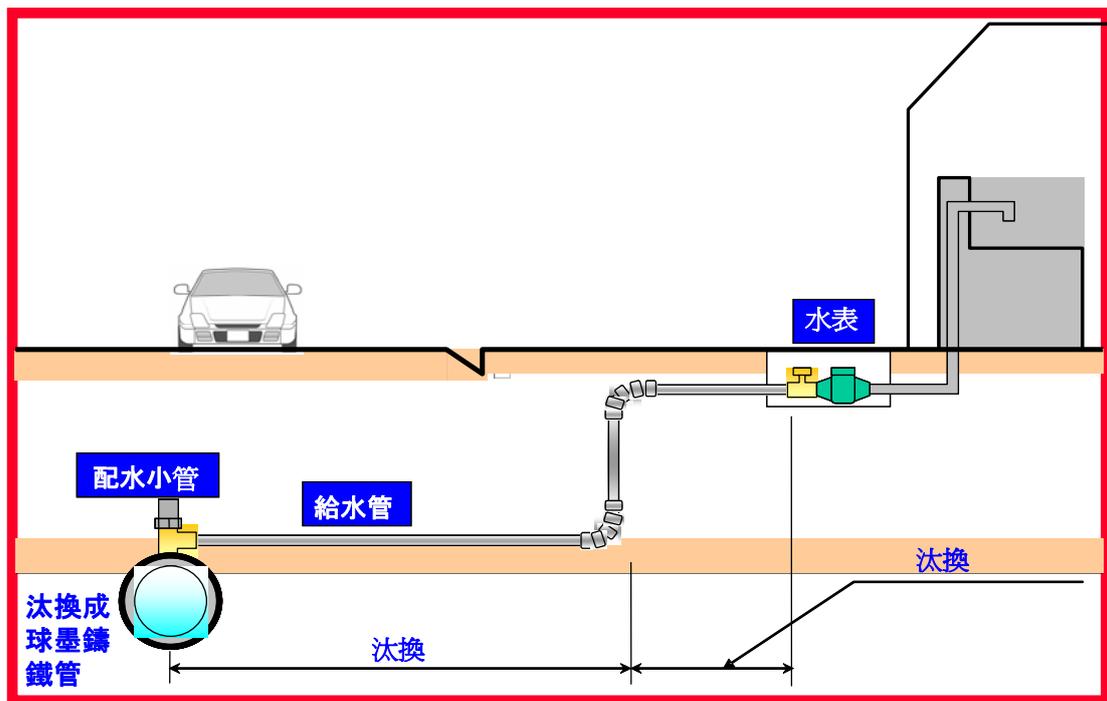


圖 2-1 巷道給水管整合

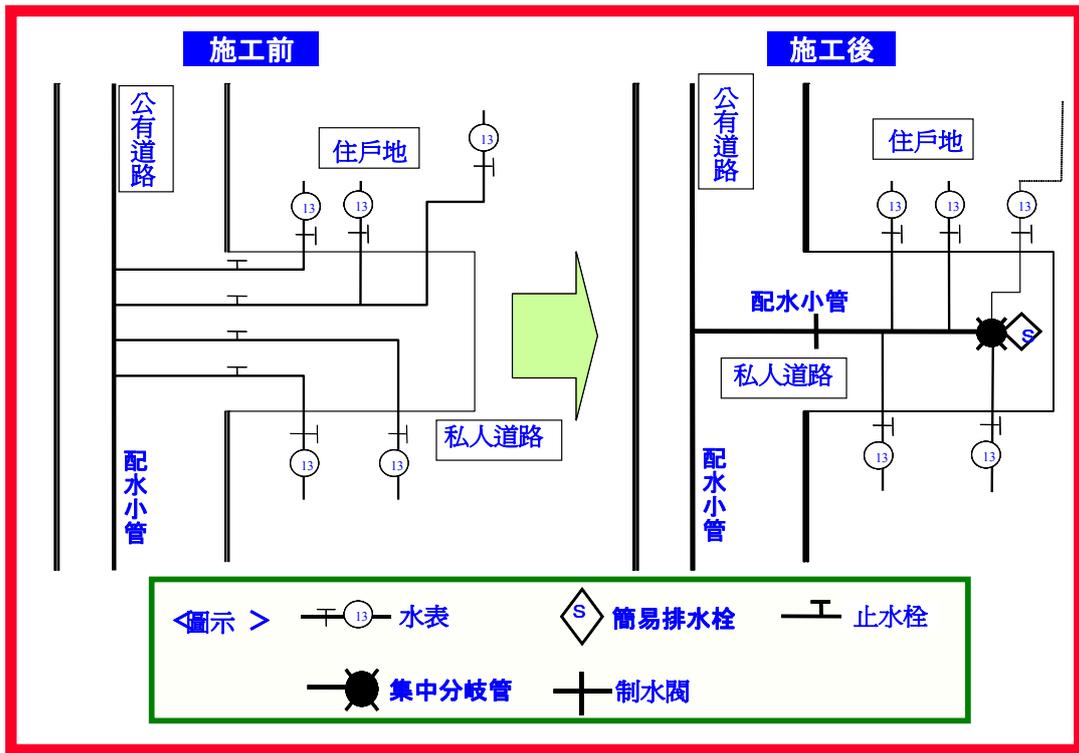


圖 2-2 配水管與給水管同時汰換

2-1-3-2 篩選機制

(一) 依據設計條件及標準來評估所需管種是較科學的方法，它包括內壓條件、地理條件、施工條件（含地質土壤）及車輛載重等，更須就各種環境再做詳細規範，如振動、防脫、防蝕、接頭材質、焊接、加厚等。（詳附表 2-7）

(二) 各管種經濟分析：

以現值法評估，其公式如下：

$$1 \cdot PWF = \frac{1}{(1+i)^n}, \quad \sum_{n=1}^n PWF_n = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \quad \dots\dots \text{(式 2-1)}$$

式中 PWF：現值因素

i：年利率以 6% 計算

n：折舊年限（依據行政院頒布標準）

2、比較基礎及假設：

(1)殘值不大，略而不計。

(2)維護年費： $M^n = C * K$ (式2-2)

式中C：管線總工程費（包括施工費、路修費、材料及運什費、管理費、檢驗費、貸款利息等全部成本）

K：該管種之維護年費百分比，（即各管種歷年之平均修理費與其帳面淨值之商）

(3)如管種折舊年限為20年，比較時皆以最高40年內總支出現值為比較基礎（即20年管種到期時再重新埋管）。

3、各管種40年內總支出現值

(1)以延性鑄鐵管(DIP)為例：

$$\begin{aligned} A &= C + \sum_{n=1}^{40} (M_n * PWF_n) \dots\dots\dots (式2-3) \\ &= C * (1 + K * \sum_{n=1}^{40} PWF_n) \\ &= C * [1 + \frac{(1 + 0.06)^{40} - 1}{0.06(1 + 0.06)^{40}} * K] \\ &= C * (1 + 15.046K) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2)20年期之管種 A &= C + \sum_{n=1}^{40} (M_n * PWF_n) + \frac{C}{(1 + i)^{20}} \dots (式2-4) \\ &= C * [1 + \frac{1}{(1 + 0.06)^{20}}] + 15.046C * K \\ &= C * [1 + 0.312 + 15.046C * K] \end{aligned}$$

$$=C*[1.312+15.046K]$$

(3)台灣自來水公司歷年各管種K 值及40 年內總支出現值因

素如附表 2-8。

2-2 國內外漏水量計量方式

2-2-1 國外漏水量

2-2-1-1 日本

(一)配水管之漏水計量 (資料來源【28】:日本土木學會,1970)

$$q=c*a*h^\eta \dots\dots\dots (式 2-5)$$

q : 單位長度漏水量 (CMD/km)

c : 漏水孔形狀係數

a : 漏水孔面積 (cm²)

h : 管內水壓 (kg/cm²)

η : 係數 (一般為 1.15)

(二)小孔口實驗公式 (資料來源【4】:王炳鑫等,2006)

$$Q=0.6A*2g*(h_0-Fc*v^2g)^{0.5} \dots\dots\dots (式 2-6)$$

Q : 流量(CMS)

A : 漏水孔截面積(m²)

ho:管內有效水頭高度(m)即管內水頭高度減去漏水孔中心至地面之高度。

Fc:流速摩擦係數

g:重力加速度 (9.81 m/sec²)

v:流速 (m/sec)

2-2-1-2 白努利(Bernoulli)方程式 (資料來源【10】:廖述良等, 1999)

$$Q=C_d * A * \sqrt{2gH} \dots\dots\dots (式 2-7)$$

Q:漏水量(CMS)

C_d:流量係數 (破管時C_d=0.6, 殘留管時C_d=0.82)

A:孔口或細縫斷面積 (m²)

g:重力加速度 (9.81m/sec²)

H:管內壓力水頭 (m)

另 $Q=C*A*(P/P_0)^{0.5}$ 係指水壓越高漏水量越大,因此認為漏水量和系統水壓平方根成正比。(適用範圍為單獨孔口漏水情況 WRC、1984)

2-2-1-3 達西(Darcy)定律—針對埋管 (資料來源【4】:王炳鑫等, 2006)

$$Q=C*A*(P/P_0)^\eta, (\eta>1) \dots\dots\dots (式 2-8)$$

2-2-1-4 英國自來水研究中心 (WRC，資料來源【4】：王炳鑫等，2006)

$$實驗所得：I=0.257*P_\eta^{1.266} \dots\dots\dots (式 2-9)$$

I：漏水指數

P_η ：夜間平均配水壓力水頭

2-2-2 國內漏水計量

2-2-2-1 漏水量量測方法（資料來源【21】：中華自來水協會，1987）

(一) 查表法：係將壓力、漏水孔面積與漏水量之關係由公式計算後列成表格；經現場開挖後之漏水面積及原管內水壓與前揭表格作比對即可選取適當漏水量。

(二) 量筒法：以量筒測定單位時間內（通常 1~3 min.）之漏水容積，再換算成 L/hr 或 CMD。

(三) 密封法：在漏水地點以膠布將整個漏水部分完全包裹後，另接小管引流，再以流量計或直接量測，所得單位時間漏水量再換算成 L/hr 或 CMD。

(四) 夜間最小流量差額法：檢修前後分別測定區內漏水管段
之夜間最小流量，其差額即為漏
水量。

2-2-2-2 常用計量公式或查表

(一) 不同水壓漏水量計算：(資料來源【4】：王炳鑫等，2006)】

$$Q=(P/P_0)^{\eta} \cdot Q_0 \dots\dots\dots (式 2-10)$$

Q：水壓 P 時之漏水量(m³/hr)

P：平常水壓 (kg/cm²)

P₀：量測時水壓 (kg/cm²)

η：指數

Q₀：量測之漏水量 (m³/hr)

(二) 考量管內水壓、漏水孔口面積及形狀時：(資料來源【4】：
王炳鑫等，2006)

$$Q=c \cdot a \cdot (P)^{\eta} \dots\dots\dots (式 2-11)$$

Q：管內水壓 P 時之漏水量(CMS)

c：漏水孔口形狀係數

a：漏水孔口面積(m²)

η：指數 (將漏水孔當作孔口時 η=0.5；若屬埋在土壤中

之管裂縫或另件接頭處細縫則 $\eta=1.15$)

P：換算漏水量之水壓(m)

(三) 查表計量：

1.由折損漏水狀況與口徑計算斷面積 (cm^2)

依據各種管徑之管件折損狀況 (包括折損圓周 1/3、
2/3 完全折斷三種)配合折損程度(mm)來計算斷面積。(詳
附表 2-9)

2.公式 $Q = Q_0 * (P/P_0)^\eta$ ， $\eta=0.5$ 及 $\eta=1.15$ ，式中 P、 P_0 分別

以不同壓力代入，並將求得數據，再乘以既測得之水量
(Q_0)，即屬欲求之漏水量。

3.漏水量速算表

係由漏水斷面積為基礎，利用水壓之大小計算漏水量，
經查此係日本依據實驗彙製而來。(詳附表 2-10)

2-3 現有漏水計量缺失

2-3-1 以公式計量之缺失

漏水量以公式代入各量化因子作運算，涉及各因子條件的變化及引用，現場作業人員學養素質差異性大，推行上有其困難度，

如漏水孔形狀係數(C)、漏水面積(A)、漏水係數(η)等。漏水孔形狀係數係因破管狀況、對象而異，漏水孔面積則因水壓、埋設環境(土質)常發生爭議，漏水係數雖經簡化為孔口($\eta=0.5$)、裂管($\eta=1.15$)兩種，但仍容易引用錯誤，使計算結果差異頗大。

2-3-2 查表計量之缺失

查表計量雖已簡化許多，僅需要水壓、漏水孔面積即可查出漏水量，但很不幸的破管經常發生在聚氯乙烯塑膠管(PVCP)上，管線在供水時因壓力存在時裂縫較大，但修漏時務必停水施工，水壓不存在時則僅剩細小裂縫，現場人員量測孔口面積則產生失真，如此再經查表或管理系統自動產生，其所得之漏水量當然不正確，造成檢漏與修漏單位爭議不斷，甚至各自表述，因此統計數字堪慮。

第三章 研究方法

3-1 實用公式

3-1-1 白努利(Bernoulli)公式： $Q=C_d * A * \sqrt{2gH}$

該公式在各因子使用較為明確，依據相關文獻暫定破管時 $C_d=0.6$ ，殘留管時 $C_d=0.82$ ，管內壓力水頭(H)僅須以實際量測水壓(kg/cm^2)換算為壓力水頭(公尺)即可；其他公式內因子變化較多，運用不易。準此，將白努利公式納入檢修漏管理系統，不易產生錯誤。

3-1-2 小孔口實驗公式： $Q=0.6A*2g*(h_0-Fc*v^2/2g)^{0.5}$

該式因子較為複雜，使用環境、管材及條件均顯相當熟悉或量測，否則容易產生誤差。

3-1-3 不同水壓漏水量： $Q=(P/P_0)^n \cdot Q_0$

該式較適用於實驗室使用，因涉及平常水壓(P)、量測時水壓(P_0)及量測漏水量(Q_0)等相關數據，與現場或實務上有所差異。

3-1-4 實驗式： $Q=c \cdot a \cdot (P)^n$

此式與白努利公式相當接近，惟經以實例驗證其漏水量均偏高，判斷應與“ η ”值有關，因其與管件埋設環境、因地置宜有密切

關係。

3-1-5 漏水量速算表

此速表使用上雖然方便，但在漏水孔面積之確定，較易因人而異，因施工現場量測不易，制水閥關閉後塑膠管會恢復閉合狀態，因而產生判斷上之誤差。另該表對於較高或較低（範圍外）之水壓、漏水斷面積推估易失真，充其量僅可作為校核用。

3-2 以塑膠管作為研究標的

經查台灣自來水公司塑膠管(PVCP)佔全部埋設管線長度的65.83%，其逾使用管齡者偏高，加上破管密度亦高，因此深具探討漏水的代表性及意義。另塑膠管的材料特性具有彈性及可塑性，當其破管且管內仍有水壓存在時與水壓消失後之孔口面積差異頗大，往往造成判斷或估算的誤差，影響漏水計量至鉅，本研究遂先行以塑膠管作為研究標的。其他管種長度偏少，金屬管如DIP、CIP、SP...等其破管性質均較穩定，孔口容易量測。

第四章 結果與討論

4.1 以一般修漏案件驗證

一般修漏案件欲估算其漏失水量有其困難度，因無前後計量設備可量測，另修漏前後水壓常因管線環路(Loop)的影響，差異不大，因此容易失真。今以台北縣汐止鎮保長路管長 1 公里為案例來討論各種現象，本案例亦巧列為小區，在 96 年 11 月 12 日作第一次比對，其抄見量為 647CMD，供水量為 1588 CMD，差異值 941 CMD；經 97 年 2 月 18 日檢修漏後作第二次比對，其抄見量為 639 CMD，供水量降為 669 CMD，差異值降為 30 CMD，由兩次差異值獲悉漏失水量約為 911 CMD，依據廠所提供資料分析比較如下：[\(詳附表 4-1\)](#)

(一)以白努利公式(式 2-7)來推算出裂管寬度(W)

$$Q=911 \text{ CMD}=0.01054 \text{ CMS}$$

$$C_d=0.6, \text{ 裂管長度}=15 \text{ cm},$$

$$g=9.81 \text{ m/sec}^2, P=2.0 \text{ kg/cm}^2, (H=20 \text{ m})$$

$$\text{代入公式 } Q=C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$0.01054=0.6*W*0.15*(2*9.81*20)^{1/2}$$

$$W=0.01054/1.783=0.00591 \text{ m}$$

$$=0.591 \text{ cm}=5.91 \text{ mm}$$

(二)將上開裂管長度與寬度代入式 2-11 $Q=c \cdot a \cdot (P)^\eta$ 驗算：

$$P=2.0 \text{ kg/cm}^2=20 \text{ m}, \eta=1.15$$

$$Q=0.6*0.591*15/10000*(20)^{1.15}*86400$$

$$=1440.54 \text{ CMD} > 911 \text{ CMD} \quad (\text{偏高})$$

(三)查 2-12 表：

$$A=0.591*15=8.86 \text{ cm}^2$$

$$P=2.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q=590 \text{ CMD} \quad (\text{偏低})$$

(四)比較廠所資料：

檢漏單位填列漏水量為 239 CMD 屬偏低，修漏單位填列 9.9 CMD 與實際落差高達 92 倍。另原估列漏水孔面積 0.15 cm^2 亦較 8.86 cm^2 相差太多，因而造成水資源之流失或成本之估算失真。

4.2 以小區管網驗證

4.2-1 小區管網定義

配水管網為供水必備之基礎建設之一，包含管線、

閘栓、加壓設備及配水池，為精緻管控供水品質乃將既有之管網就水壓、水量及用戶（或面積）作全盤考量將整個供水系統切割建置為數個小區。並依據環境、用戶數、管理機制得區分為大、中、小區，其幅度或規模一般將供水系統視為大區，若廠所轄內有不同水源或供水系統得增加之；以大區切割成數個中區（約面積 30~50 公頃或管長 20~30 公里或用戶數 5000 戶），再由中區分割小區（管線長度約 1.7~3 公里或 1000~2000 戶）。管網可分為封閉型及開放型兩種，並在適當地點設置主、副取水點（小區免設），以水量計、水壓記錄器作管控，為完整或自動監控亦得配置各項監視系統。（詳圖 4-1、

4-2)

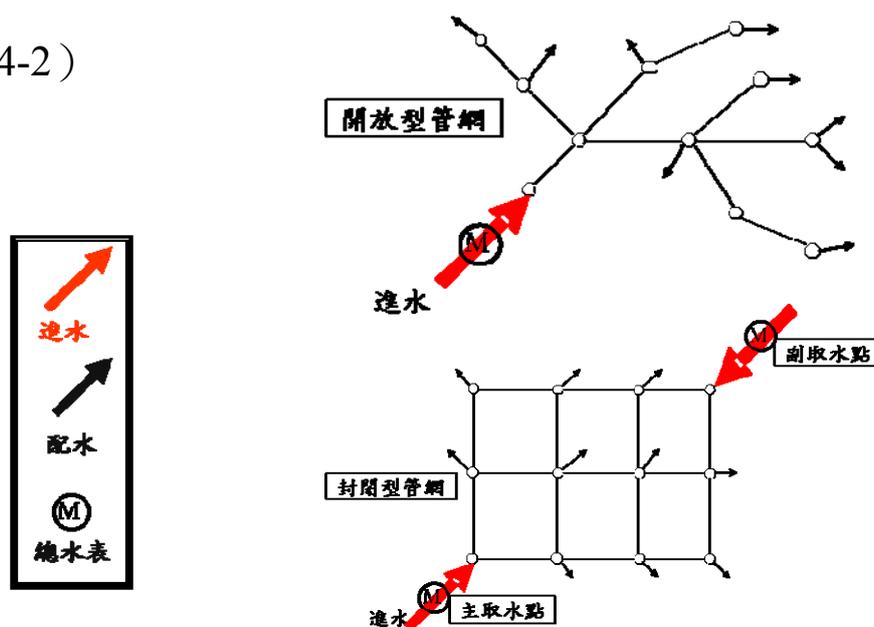


圖 4-1 管網種類

$$W = 0.00355 / 2.474 = 0.001435 \text{ m}$$

$$\doteq 0.14 \text{ cm} = 1.4 \text{ mm}$$

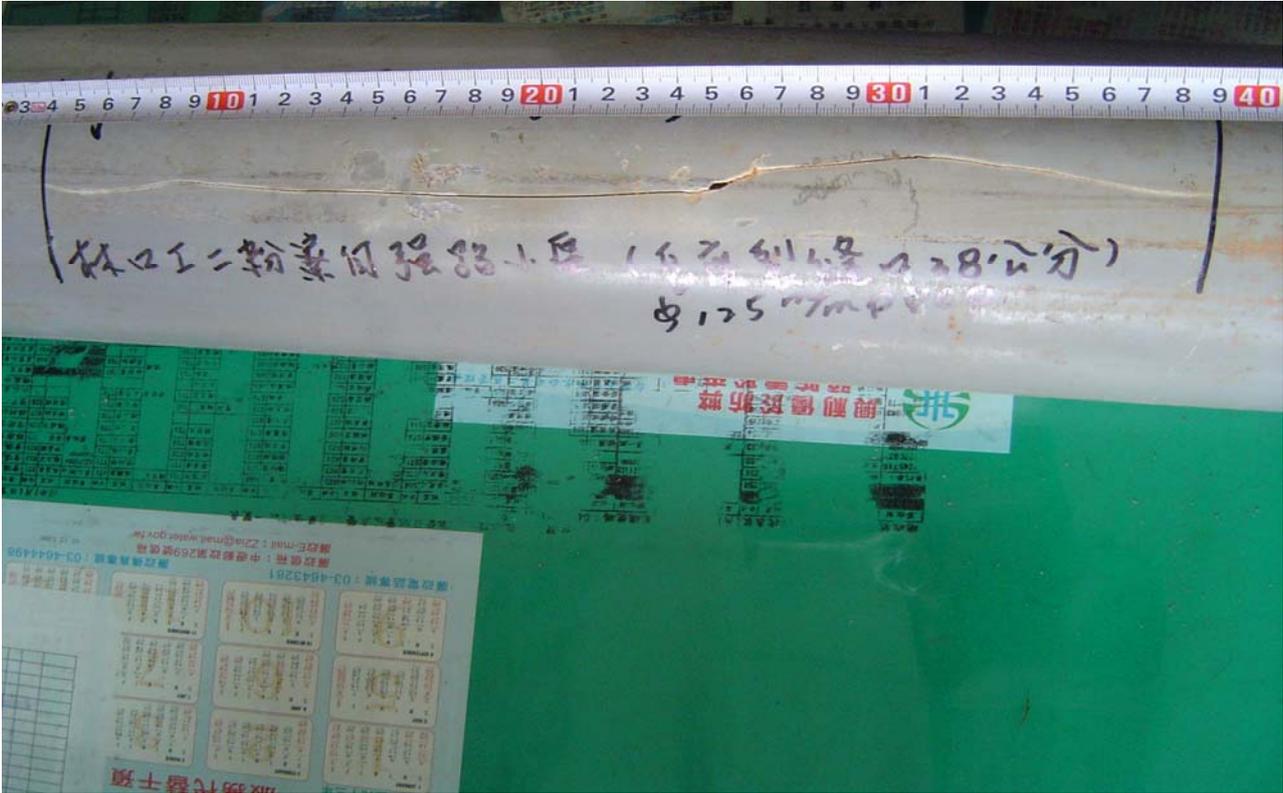


圖4.3 林口鄉工二粉寮小區破管照片

$$(二) Q = c \cdot a \cdot (P)^n$$

$$= 0.6 * 0.14 * 38 / 10000 * (6)^{1.15} * 86400$$

$$= 216 \text{ CMD} < 307 \text{ CMD} \quad (\text{偏低})$$

(三) 查 2-12 表：

$$A = 0.14 * 38 = 5.32 \text{ cm}^2$$

$$P = 0.6 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q \doteq 159 \text{ CMD} < 307 \text{ CMD} \quad (\text{偏低})$$

(四) 比較相關資料：

檢修漏單位填列漏水量為 737 CMD，似乎偏高，漏水孔面積填列 15.2 cm² 亦屬高估，驗算或查表之漏水量均偏低。

4-2-3 信義鄉新鄉村小區管網 (詳附表 4-3)

本小區 97 年 7 月 27 日作第六次比對，抄見量為 49.6 CMD，供水量 65.48 CMD，差異值為 15.88 CMD；經檢修漏後於 97 年 8 月 22 日作第七次比對，抄見量為 49.6 CMD，供水量為 56.33 CMD，差異量為 6.73 CMD，由兩次比對得知該區漏水量為 9.15 CMD，將相關資料作分析驗證如下：

$$(一) Q = C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$Q = 9.15 \text{ CMD} = 0.0001059 \text{ CMS}$$

$$A = 0.08 \text{ W (m}^2\text{)}$$

$$H = 59 \text{ m}$$

$$W = 0.001059 / 1.633 = 0.000065 \text{ m}$$

$$= 0.0065 \text{ cm} = 0.065 \text{ mm}$$

$$(二) Q = c \cdot a \cdot (P)^n$$

$$= 0.6 * 0.0065 * 8 / 10000 * (59)^{1.15} * 86400$$

$$=29.32 \text{ CMD} < 9.15 \text{ CMD} \quad (\text{偏高})$$

(三) 查 2-12 表：

$$A = 0.052 \text{ cm}^2$$

$$P = 5.9 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q \doteq 6 \text{ CMD} < 9.15 \text{ CMD} \quad (\text{偏低})$$

(四) 比較相關資料：

檢修漏單位填列漏水量為 126.36 CMD 屬偏高，漏水孔面積填列 0.7 cm^2 亦較 0.052 cm^2 偏高許多。

4-2-4 宜蘭市負郭小區 (詳附表 4-4)

本小區 97 年 5 月 13 日作第一次比對,抄見量為 2,323 CMD, 供水量為 2,648 CMD, 差異值為 325 CMD; 經檢修漏後 97 年 5 月 24 日作第二次比對,抄見量為 2,323 CMD, 供水量降為 2,533 CMD, 差異值 210 CMD, 由兩次比對差異值獲悉漏水量約為 115 CMD。檢修漏資料因環境、管種同一屬性,故水壓採平均值,裂管長度、漏水量採總值作運算驗證如下:

$$(一) Q=C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$Q=115 \text{ CMD}=0.00133 \text{ CMS}$$

$$A=0.37 \text{ W}(\text{m}^2)$$

$$H=17.4 \text{ m}$$

$$W=0.00133/4.102=0.000324 \text{ m}$$

$$=0.0324 \text{ cm}=0.324 \text{ mm}$$

$$Q=c \cdot a \cdot (P)^n$$

$$=0.6*0.0324*37/10000*(17.4)^{1.15}*86400$$

$$=165.97 \text{ CMD} > 115 \text{ CMD} \text{ (偏高)}$$

(二) 查 2-12 表:

$$A=0.0324*37=1.198 \text{ cm}^2$$

$$P=1.74\text{ kg/cm}^2$$

$$Q \doteq 70\text{ CMD} < 115\text{ CMD} \quad (\text{偏低})$$

(三) 比較相關資料：

檢修漏單位填列漏水量總和為 366.72 CMD 屬偏高，與實際驗算值偏高。

4-2-5 蘇澳鎮南方澳內埤小區 (詳附表 4-5)

該小區 96 年 10 月 29 日作第二次比對，抄見量為 1,575 CMD，供水量為 1,963 CMD，差異值 388 CMD；經檢修漏後於 96 年 11 月 27 日作第三次比對，抄見量 1,575 CMD，供水量已降為 1,733 CMD，差異值為 158 CMD，獲悉兩次差異值之漏水量約為 230 CMD，收集檢修漏資料，並分四種屬性作分析，再加總比較如下：

$$\begin{aligned} \text{(一)} \quad Q_4 &= C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gH} \\ &= 0.6 \cdot 0.85 / 10000 \cdot (2 \cdot 9.81 \cdot 28)^{1/2} \cdot 86400 \\ &= 103.28\text{ CMD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_4 &= c \cdot a \cdot (P)^n \\ &= 0.6 \cdot 0.85 / 10000 \cdot (28)^{1.15} \cdot 86400 \\ &= 203\text{ CMD} \end{aligned}$$

查2-12表：

$$A=0.85 \text{ cm}^2$$

$$P=2.8 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_4 \doteq 70 \text{ CMD}$$

$$(二) Q_5 = C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$= 0.6 * 0.25 / 10000 * (2 * 9.81 * 25)^{1/2} * 86400$$

$$= 28.7 \text{ CMD}$$

$$Q_5 = c \cdot a \cdot (P)^n$$

$$= 0.6 * 0.25 / 10000 * (25)^{1.15} * 86400$$

$$= 52.5 \text{ CMD}$$

查2-12表：

$$A=0.25 \text{ cm}^2$$

$$P=2.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_5 \doteq 18 \text{ CMD}$$

$$(三) Q_6 = C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$= 0.6 * 2.5 / 10000 * (2 * 9.81 * 20)^{1/2} * 86400$$

$$= 256 \text{ CMD}$$

$$Q_6 = c \cdot a \cdot (P)^n$$

$$=0.6*2.5/10000*(20)^{1.15}*86400$$

$$=406 \text{ CMD}$$

查2-12 表：

$$A=2.5 \text{ cm}^2$$

$$P=2.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_6 \doteq 151 \text{ CMD}$$

$$(四) Q_7 = C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$=0.6*0.8/10000*(2*9.81*25)^{1/2}*86400$$

$$=92 \text{ CMD}$$

$$Q_7 = c \cdot a \cdot (P)^n$$

$$=0.6*0.8/10000*(25)^{1.15}*86400$$

$$=168 \text{ CMD}$$

查2-12 表：

$$A=0.8 \text{ cm}^2$$

$$P=2.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_7 \doteq 78 \text{ CMD}$$

$$\Sigma (一) + (二) + (三) + (四)$$

$$\text{TYPE 1 } Q=103.28+28.7+256+92$$

$$=479.98 \text{ CMD} > 230 \text{ CMD} \quad (\text{偏高})$$

$$\text{TYPE 2 } Q=203+52.5+406+168$$

$$=829.5 \text{ CMD} > 230 \text{ CMD} \quad (\text{偏高})$$

$$\text{TYPE 3 } Q=70+18+151+78$$

$$=317 \text{ CMD} > 230 \text{ CMD} \quad (\text{偏高})$$

(五) 比較相關資料

檢修漏單位所填列漏水量總和為 616.59 CMD，惟差異值計算僅 230 CMD，因此估算偏高；另由各式計算所得之值亦偏高，其原因乃漏水孔面積（裂管寬度）估列偏大之故。

4-2-6 羅東鎮仁和小區 (詳附表 4-6)

本小區 97 年 6 月 1 日作第一次比對，其抄見量為 525 CMD，供水量為 632 CMD，差異值 107 CMD，經 2 處檢修漏後作第 2 次比對，抄見量為 606 CMD，供水量 655 CMD，差異值 49 CMD，由兩次比對差異值獲悉漏水量約 58 CMD，將資料分析如下：

$$(一) Q=C_d * A * \sqrt{2gH}$$

$$Q=58 \text{ CMD} = 0.00067 \text{ CMS}$$

$$A=0.14 \text{ W} (\text{m}^2)$$

$$H=20 \text{ m}$$

$$W=0.00067/1.664=0.000403 \text{ m}$$

$$\doteq 0.04 \text{ cm}=0.4 \text{ mm}$$

$$(二) Q=c \cdot a \cdot (P)^n$$

$$=0.6*0.04*14/10000*(20)^{1.15}*86400$$

$$=91 \text{ CMD}<58 \text{ CMD} \text{ (偏高)}$$

(三) 查2-12表：

$$A=0.04*14=0.56 \text{ cm}^2$$

$$P=2 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q \doteq 38 \text{ CMD}<58 \text{ CMD} \text{ (偏低)}$$

(四) 比較相關資料

檢修漏單位所填列漏水量為 15.71 CMD，顯然與抄見量、供水量差異值 58 CMD 比較屬偏低，其原因及作業人員未落實估算或查表之工作所致（經分別實際查表之值為 53 CMD）。另不同破管長度若採加總計算其漏水量亦會產生偏低現象。

4-2-7 彰化市彰水路小區 (詳附表 4-7)

該小區 96 年 10 月 20~27 日作第一次比對，其抄見量為 773 CMD，供水量為 1877.40CMD，差異值 1,103.8 CMD，經 11/13 及 12/10 檢修漏後，12/19 再作第二次比對，抄見量為 338.4 CMD，

供水量為 616.5 CMD，差異值為 278.1 CMD，兩次比對差異值相差 825.7 CMD，將資料水壓採平均值、漏水孔面積及漏水量採總值並作比較分析驗算如下：

$$\begin{aligned} \text{(一)} \quad Q &= C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gH} \\ &= 0.6 \cdot 5.4 / 10000 \cdot (2 \cdot 9.81 \cdot 4)^{1/2} \cdot 86400 \\ &= 247 \text{ CMD} < 825.7 \text{ CMD} \quad (\text{偏低}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(二)} \quad Q &= c \cdot a \cdot (P)^n \\ &= 0.6 \cdot 5.4 / 10000 \cdot (4)^{1.15} \cdot 86400 \\ &= 137.84 \text{ CMD} < 825.7 \text{ CMD} \quad (\text{偏低}) \end{aligned}$$

(三) 查 2-12 表：

$$A = 5.4 \text{ cm}^2$$

$$P = 0.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q \doteq 136 \text{ CMD} < 825.7 \text{ CMD} \quad (\text{偏低})$$

(四) 比較相關資料：

由資料及驗算獲悉抄見量、總表計量存在問題且該小區尚未完全封閉，故各數據顯示失真。後續之作業已逐漸排除了不明管線恢復正常供水，乃致達到漏水率 10% 以下的要求。

4-2-8 鶯歌鎮添福小區 (詳附表 4-8)

該小區 97 年 5 月 14 日作第四次比對，其抄見量為 571.1 CMD，供水量為 864.4 CMD，差異值 293.3 CMD，經 5/21 修漏 ϕ 20~65 mm 三處後，於 97 年 7 月 14 日再做第五次比對，抄見量為 625.2 CMD，供水量 907.2 CMD，差異值為 282 CMD，就其環境、管材屬性相近，水壓採平均值、漏水孔面積及漏水量採總值，資料分析如下：

$$\begin{aligned} \text{(一)} \quad Q &= C_d * A * \sqrt{2gH} \\ &= 0.6 * 0.26 / 10000 * (2 * 9.81 * 4)^{1/2} * 86400 \\ &= 16.9 \text{ CMD} < 11.3 \text{ CMD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(二)} \quad Q &= c \cdot a \cdot (P)^n \\ &= 0.6 * 0.26 / 10000 * (4)^{1.15} * 86400 \\ &= 6.6 \text{ CMD} < 11.3 \text{ CMD} \end{aligned}$$

(三) 查 2-12 表：

$$A = 0.26 \text{ cm}^2$$

$$P = 0.4 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q \doteq 6.5 \text{ CMD} < 11.3 \text{ CMD} \quad (\text{偏低})$$

(四) 比較相關資料：

本小區選擇較具代表性之比對時間作分析，得知小口徑管

線在相同環境與管材下，其水壓採平均值、漏水孔面積加總驗算漏水量所得之數據誤差不大。

4-2-9 樹林鎮迴龍二小區 (詳附表 4-9)

該小區 97 年 7 月 15 日作第六次比對，抄見量為 3,134.2 CMD，供水量 3,987 CMD，差異值為 834.8 CMD；經 7/21 及 9/12 二次檢修漏後，再作第七次比對，抄見量為 3,725.8 CMD，供水量 3,486.9 CMD，差異值為 211.1 CMD，由前後二次差異值得知，改善量為 632.7 CMD，將資料分析如下：

$$\begin{aligned} \text{(一)} \quad Q_{6-1} &= C_d * A * \sqrt{2gH} \\ &= 0.6 * 0.01 / 10000 * (2 * 9.81 * 32)^{1/2} * 86400 \\ &= 1.29 \text{ CMD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{6-2} &= C_d * A * \sqrt{2gH} \\ &= 0.6 * 2.74 / 10000 * (2 * 9.81 * 12)^{1/2} * 86400 \\ &= 217.95 \text{ CMD} \end{aligned}$$

合計：219.24 CMD < 632.7 CMD (偏低)

$$\begin{aligned} \text{(二)} \quad Q_{6-1} &= c * a * (P)^n \\ &= 0.6 * 0.01 / 10000 * (32)^{1.15} * 86400 \\ &= 2.79 \text{ CMD} \end{aligned}$$

$$Q_{62} = 0.6 * 2.74 / 10000 * (12)^{1.15} * 86400$$
$$= 247.43 \text{ CMD}$$

合計：250.22 CMD < 632.7 CMD (偏低)

(三) 查 2-12 表：

$$A_{61} = 0.01 \text{ cm}^2$$

$$P_{61} = 3.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{61} \doteq \mathbf{0.92 \text{ CMD}}$$

$$A_{62} = 2.74 \text{ cm}^2$$

$$P_{62} = 1.2 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{62} \doteq \mathbf{123.58 \text{ CMD}}$$

合計：124.5 CMD < 632.7 CMD (偏低)

(四) 比較相關資料：

由資料顯示，歷次比對小區均存在不明管線及漏水，故差異比率降不下來，最後排除不明管線及完成修漏，故漏水率始符合規定 10% 以下。另漏水孔面積之估列仍屬偏低導致漏水計量不足。

4-2-10 蘆洲鄉荖阡坑小區 (詳附表 4-10)

該小區 97 年 2 月 26 日作第四次比對，抄見量為 75.8 CMD，

供水量 303.5 CMD，差異值為 227.7 CMD；經 3/26 及 4/2 檢修漏後，再作第五次比對，抄見量為 77.8 CMD，供水量 239.6 CMD，差異值為 161.8 CMD，由兩次比對差異值得知漏水量約為 65.9 CMD，茲將資料作分析如下：

$$\begin{aligned} \text{(一)} \quad Q_{4-1} &= C_d * A * \sqrt{2gH} \\ &= 0.6 * 4 / 10000 * (2 * 9.81 * 25)^{1/2} * 86400 \\ &= 459.24 \text{ CMD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{42} &= 0.6 * 1.5 / 10000 * (2 * 9.81 * 30)^{1/2} * 86400 \\ &= 188.65 \text{ CMD} \end{aligned}$$

合計：647.89 CMD > 65.9 CMD (偏高)

$$\begin{aligned} \text{(二)} \quad Q_{41} &= c \cdot a \cdot (P)^n \\ &= 0.6 * 4 / 10000 * (25)^{1.15} * 86400 \\ &= 840.14 \text{ CMD} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{42} &= 0.6 * 1.5 / 10000 * (30)^{1.15} * 86400 \\ &= 388.54 \text{ CMD} \end{aligned}$$

合計：1228.68 CMD > 65.9 CMD (偏高)

(三) 查 2-12 表：

$$A_{41} = 4.0 \text{ cm}^2$$

$$P_{41} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{41} \doteq 313.24 \text{ CMD}$$

$$A_{42} = 1.5 \text{ cm}^2$$

$$P_{42} = 3.0 \text{ kg/cm}^2$$

$$Q_{42} \doteq 130.10 \text{ CMD}$$

合計：443.44 CMD > 65.9 CMD (偏高)

(四) 比較相關資料：

由資料顯示，抄見量穩定，但總表計量偏高，因此判斷小區存在不明管線或漏水，經突破及修漏後計量已較為穩定。另漏水孔面積有高估的現象，導致漏水量亦偏高失真。

綜上，各小區管網案例分析得知：以總水表計量與抄件量差異值比較，偏高者 11 件、偏低者 14 件；具裂管長度者以 2-7 式為基準比對 2-10 式驗算值偏高，採查 2-12 表者偏低；另以孔口面積計量者，偏高與偏低相當，故得知作業人員的估算孔口面積及漏水量漫無準則，管理單位應積極正視此一問題。(詳附表 4-11)

4.3 驗證與探討

(一) 藉由像汐止保長小區係一個典型且非常單純的獨立小

區，其基本設備及條件足夠，且管線長度僅一公里，經由各種方式作分析，評估後得以驗證塑膠管在破管後的漏失水量，現場人員對漏水孔面積及漏水量的估列與實際有甚大之差距，水壓存在與斷水後之漏水孔面積相差近 60 倍，漏水量相差 90 倍，因此應及早建立或補強塑膠管材改以裂管長度估列漏水量之制度或機制。

(二)採小區管網作漏水量之驗證，因資料收集不易，僅得就檢修漏單位個別資料作彙整分析，可區分為兩類，第一類為漏水情形較少具有漏水孔面積及裂管長度者，且單純封閉之小區如林口工二粉寮自強小區、宜蘭負郭、南方澳、仁和等小區，第二類則漏水頻繁，且具不明管線，須藉由各種技術完成閉封小區並修漏後其差異比率才能降到 10%以下之目標，惟其時間冗長，因此僅擇其中較具信賴之比對數作分析，尤其缺乏裂管長度祇能就其漏水孔面積及漏水量作分析，如樹林、鶯歌、蘆洲、彰化…等小區

1、檢修漏資料具裂管長度者經驗證利用查表估列漏水量者均偏低。

- 2、採漏水孔面積填列者經驗算或查表其漏水量亦屬低估。
- 3、採較具信賴比對數者，因比對次數較多且須選擇同時具檢修漏者，以水壓平均值、漏水孔面積加總，經驗算其漏水量多數偏低。
- 4、檢漏單位為求其績效亦經常發生漏水量高估之現象。
- 5、為正確計量分析，爾後應要求修漏單位收集並建立完整之維修記錄及資料。



第五章 結論與建議

5-1 結論

- (一) 本研究係為漏水量計量之偏頗找尋出較符合實際之計量方法，經比較各種方法並以小區管網(DMA)案例作比對分析後，獲悉採白努利(Bernoulli)公式考量檢修漏前水壓，修漏後之裂管長度等，即可得到較為合理之漏水量。
- (二) 具破管長度之案例，以總水表計量與抄件量差異值藉由白努利公式為基準，驗算 2-10 式其漏水量值偏高，查 2-10 表者偏低，顯示白努利式計算漏水量應較為客觀。
- (三) 以作業人員填列之孔口面積代入各式驗算，獲悉漏水量值偏高與偏低案件相當，代表作業人員估算孔口面積漫無標準，將對相關漏水量之統計數字造成失真。

5-2 建議

- (一) 囿於時間本研究僅對聚氯乙烯塑膠管(PVC)作統計分析，其他管種仍應列入長期追蹤分析，俾利其完整性。
- (二) 經過各案例代入白努利(Bernoulli)公式計算後得以證明與實際情形

相當接近，為使檢修漏作業人員作業方便，且可以免除不必要的爭議，亦可更趨近實際的漏水量，僅將水公司現有修漏管理系統作業略作更新，改以點選方式輸入即可，其選項包括管線修漏前（後）水壓、裂管長度（或孔口）狀況、管種、管徑等即可獲悉較合理之漏水量。（詳圖 5-1、5-2）

Google 8

修漏管理系統 歡迎光臨

本系統 由誠益科技進行維護 電話:(02)2778-1551 #170 如有任何問題,請洽吳逸敏小姐
台水四區處 沙鹿營運所 jst4p 您好!! 貴單位擁有帳號權限管理者:jst4p,張明湖

填寫派工資料 案件線上定位 登錄實修處理狀況 列印派工單

全選 屬性資料 漏水狀況 挖填狀況 路面修理 廠商工時 監工或處理人 稽核人

備忘功能

案號:4P09702828[台中縣龍井鄉遠東街81巷1-5號11樓] 4P09702828 儲存 填寫派工單 列印派工單 案件定位

案件屬性 挖填狀況 漏水狀況 各項費用輸入 監工稽核人員

漏水狀況:

漏水原因: 老化的腐蝕

修理狀況: 橡皮墊

漏水情形: 漏出地面 管線設備屬性:

檢修前水壓 1.20 kg/cm²

檢修後水壓 1.20 kg/cm²

漏水面積 0.06 cm²

裂管長度 cm

管種

管徑或規格 20 mm

漏水時間 1.90 小時

漏水流量 2.71 CMD

總漏水量 0.215 m³

若各項漏水數據檢查無誤請打勾,謝謝

圖 5-1 修漏管理系統作業

修漏管理系統 歡迎光臨 - Windows Internet Explorer
 http://localhost/pwrepair/waterhome.aspx

Google 搜尋

修漏管理系統 歡迎光臨

本系統 由誠益科技進行維護 電話: (02)2778-1551 #170 如有任何問題,請洽吳逸敏小姐
 台水四區處 沙鹿營運所 jst4p 您好!! 貴單位擁有帳號權限管理者 jst4p,張明湖

填寫派工資料 案件線上定位 登錄實修處理狀況 列印派工單

全選 屬性資料 漏水狀況 挖填狀況 路面修理 廠商工時 監工或處理人 稽核人 備忘功能

案號: 4P09702828 [台中縣龍井鄉邁東街81巷1-5號11樓] 4P09702828

案件屬性 挖填狀況 漏水狀況 各項費用輸入 監工稽核人員

漏水狀況:

漏水原因: 老化的腐蝕

修理狀況: 橡皮墊

漏水情形: 漏出地面 管線設備屬性:

檢修前水壓	1.20	kg/cm ²
檢修後水壓	1.20	kg/cm ²
漏水面積	0.06	cm ²
裂管長度		cm
管種		
管徑或規格	20	mm
漏水時間	1.90	小時
漏水流量	2.71	CMD
總漏水量	0.215	m ³

若各項漏水數據檢查無誤請打勾,謝謝

圖 5-2 修漏管理系統作業 (續)

- (三) 各漏水案件得知其漏水量(單位:CMD)後,隨之面臨年度漏水計量的問題,經參考相關文獻(資料來源【14】:中華自來水協會,1997),漏水處之平均漏水延時(leak duration)是指檢漏與不檢漏作比較,所能提早發現漏水的時間差,因此涉及漏水生命期(指漏水從產生到被發現的時間),經檢討採取較保守的估計為宜,因此建議年度檢出漏水量以一年(365)天計算為原則,俾利對水資源損失或自來水事業營運做量化評估。
- (四) 管種選擇往往受到經濟環境、政治力的介入或領導人個人因素而導致偏頗,應訂定一可長可久的模式,才能確保自來水事業正常營運

與發展。

(五) 防止漏水之相關技術與策略，除參考國外案例外，亦應著重於本土性之研究與改良，才不致產生太大之差異。

(六) 本研究因受限於時間及經費，未來願事業單位或關心水資於保護之行政單位或研究者，能以模廠之方式，更進一步對本土化之各種管材、管徑漏水量深入探討，將得以補充本研究內容，甚至獲悉更精確之公式或計量。



表 2-1 台灣自來水公司 總管理處漏水原因分析表 (2006 年)

項目		漏水原因											
		電腐蝕	荷重振動	水錘	地盤下陷	施工不良	回填不良	材質不良	工程施工	其他	合計	百分比 (%)	
管線設備	管線	DIP	98	296	86	76	38	7	38	154	71	864	0.50%
		CIP	44	78	27	21	2	0	7	14	13	206	0.12%
		SP	69	36	4	8	2	0	13	9	7	148	0.09%
		SSP	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.00%
		PSCP	4	26	1	12	0	0	13	14	0	70	0.04%
		PCCP	2	20	2	1	0	0	0	2	0	27	0.02%
		FRP	2	19	1	1	1	1	0	3	0	28	0.02%
		PVCP	2860	30873	2549	2122	1640	161	2483	2704	1889	47281	27.26%
		PVCP/PE	2	546	48	24	14	6	411	11	6	1068	0.62%
		ABSP	0	14	4	0	0	0	5	1	1	25	0.01%
		HDPEP	0	4	1	0	0	0	0	8	0	13	0.01%
		UHIP	1	2	0	0	1	0	3	2	1	10	0.01%
		其他	317	101	21	3	15	1	129	26	59	672	0.39%
		殘存管	126	350	45	85	34	0	61	81	93	875	0.50%
	接合管鞍	709	934	60	83	34	0	246	64	27	2157	1.24%	
	小計											53445	30.81%
	附屬設備	制水閥	289	357	63	9	8	3	153	16	366	1264	0.73%
		地上消栓	233	195	66	2	29	2	143	483	603	1756	1.01%
		地下消栓	178	181	149	4	5	0	70	19	250	856	0.49%
		排氣閥	100	62	91	0	6	0	62	46	113	480	0.28%
其他		19	1	7	0	1	0	10	7	16	61	0.04%	
小計											4417	2.55%	
表箱另件	止水栓	35044	6272	4077	79	1280	55	6565	94	11037	64503	37.19%	
	管套節	24296	5854	3293	50	1300	13	5234	33	4745	44818	25.84%	
	其他	213	15	4	0	12	1	77	3	424	749	0.43%	
小計											110070	63.46%	
其 它		921	660	234	61	107	6	362	124	3041	5516	3.18%	
合 計		65527	46897	10833	2641	4529	256	16085	3918	22762	173448	100%	

表 2-2 北水處管種別漏水原因件數

管種		漏 水 原 因								
		腐蝕	龜裂	脫接	墊片	折斷	挖損	其他	合計	%
輸水管	DIP 延性鑄鐵管	—	2	—	—	—	3	—	5	0
	CIP,MJI 鑄鐵管	2	2	14	2	—	—	4	24	0
	鋼管, PCCP, PSCP	—	—	—	—	—	—	—	—	0
	其他 (RCP 或閥類)	—	3	—	—	—	—	1	4	0
	小計	2	7	14	2	—	3	5	33	0
	%	6.1	21.2	42.4	6.1	—	9.1	15.2	100.0	0
配水管	DIP 延性鑄鐵管	6	63	10	—	2	25	16	122	2
	CIP,MJI 鑄鐵管	153	187	31	5	9	15	74	474	1
	PVC 塑膠管	107	183	3	1	8	4	23	329	1
	閥類	14	2	1	92	—	2	56	167	2
	消防栓	30	7	6	276	3	—	199	521	0
	其他	1	18	1	1	—	—	6	27	6
	小計	311	460	52	375	22	46	374	1,640	0
%	19.0	28.0	3.2	22.9	1.3	2.8	22.8	100	31	
給水管	DIP 延性鑄鐵管	1	2	—	—	—	1	—	4	21
	PVC 塑膠管	1,243	5,958	144	30	110	64	195	7,744	15
	PB 聚丁烯管	204	4,542	65	3	151	4	149	5,118	3
	LP 鉛管	2,205	897	239	11	17	31	39	3,439	1
	GIP 鍍鋅白鐵管	472	144	10	2	48	3	13	692	3
	SSP 不鏽鋼管	17	19	76	9	2	80	19	222	17
	接合管	69	179	331	98	73	3	17	770	3
	止水栓	232	531	535	2,733	121	2	92	4,246	0
	表由令	54	117	326	148	—	—	14	659	94
	其他	10	21	20	6	—	—	10	67	100
	小計	4,507	12,410	1,746	3,040	522	188	548	22,961	93.22
	%	20	54	8	13	2	1	3	100	
合 計	4,820	12,877	1,812	3,417	544	237	927	24,634	100	
%	19.5	52.1	7.3	13.8	2.2	1.0	4.1	100.0		

註：資料統計時間為民國 91 年 8 月至民國 92 年 8 月。

表 2-3 東京都漏水原因比例

管線區分		腐蝕	龜裂	接頭	閘類墊片	消防栓墊片	閘栓類墊片	其他	合計
配水本管	件數	3	2	11	38	—	—	1	55
	%	5.5	3.6	20.0	69.1	—	—	1.8	100
配水小管	件數	72	102	111	168	72	—	61	586
	%	12.3	17.4	18.9	28.7	12.3	—	10.4	100
給水管	件數	8,155	4,012	3,408	—	—	3,235	2,995	21,805
	%	37.4	18.4	15.6	—	—	14.9	13.7	100
合計	件數	8,230	4,116	3,530	206	72	3,235	3,057	22,446
	%	36.7	18.4	15.7	0.9	0.3	14.4	13.6	100

註：資料統計時間為民國 91 年度。



表 2-4 台灣自來水公司管線長度統計表 (2007 年)

單位：m

管種 區處別	鑄鐵管 CIP	鋼管 SP	塑鋼 ABSP	塑膠管 PVCP	鋼筋混 凝土管 RCP	預力管 PSCP	白鐵管 GIP	內襯聚 乙烯管 PVC-PEP	玻璃 纖維 FRP	不鏽 鋼管 SSP	延性 鑄鐵管 DIP	鋼襯 預力 PCCP	高密度 聚乙烯 HDPEP	總計 (m)
全公司	1,294,897	554,718	859,647	36,443,209	148,112	1,055,803	187,784	1,541,667	143,131	9,813	12,841,116	191,224	85,404	55,356,525
1區	138,994	50,479	21,511	1,006,395	297	55,742	7,873	51,599	5,282	3,921	732,061	0	0	2,074,154
2區	121,109	25,282	16,507	4,013,740	4,367	110,852	609	101,714	20,704	288	1,092,297	10,840	1,080	5,519,389
3區	247,161	51,601	24,251	2,721,546	4,896	56,382	4,819	7,402	2,654	438	1,081,424	9,970	135	4,212,679
4區	248,686	69,348	54,283	4,746,062	4,617	83,663	15,841	262,341	21,783	1,041	2,537,521	44,436	24,967	8,114,589
5區	66,668	41,673	11,313	5,325,401	100	56,227	59,935	146,060	10,741	224	1,130,444	25,515	0	6,874,301
6區	198,039	80,362	118,566	4,864,039	75,429	177,758	49,995	302,825	17,482	0	1,461,658	20,921	2,176	7,369,250
7區	177,687	160,541	410,194	6,690,142	42,721	410,584	28,443	473,806	55,463	1,851	1,385,991	48,446	56,066	9,941,935
8區	28,279	8,079	20,036	1,374,761	4,486	0	1,205	9,253	0	0	569,156	0	0	2,015,255
9區	16,677	21,298	66,115	742,004	668	8,863	1,743	126,528	1,216	1,666	708,834	0	612	1,696,224
10區	8,405	8,813	40,184	579,557	6,568	0	9,649	25,407	81	22	760,239	0	180	1,439,105
11區	22,275	6,935	70,333	3,485,385	536	2,620	1,451	15,194	3,779	69	827,838	22,310	188	4,458,913
12區	20,917	30,307	6,354	894,177	3,427	93,112	6,221	19,538	3,946	293	553,653	8,786	0	1,640,731

表 2-5 北水處各管種別之輸配水管長度統計表

單位：m

區 分	鑄鐵管			混凝土管				GIP 鍍鋅 鐵管	STP 鋼 管	PVC 塑膠管	PB 聚丁 烯管	SSP 不銹 鋼管	LP 鉛管	合計
	CIP	MJP	DIP	RCP	PCCP	PSCP	水泥管							
	白口 接頭	機械 接頭	延性 鑄鐵	鋼 筋	鋼襯 預力	無鋼襯 預力								
配水管	150,888 (5.01%)	698,321 (23.20%)	1,936,097 (64.34%)	1,160 (0.04%)	0 (0.00%)	65 (0.00%)	296 (0.01%)	3,323 (0.11%)	5,704 (0.19%)	213,361 (7.09%)	0 (0.00%)	161 (0.01%)	0 (0.00%)	3,009,376 (100.00%)
輸水管	23,613 (7.07%)	69,775 (20.89%)	192,888 (57.74%)	2,898 (0.87%)	31,756 (9.51%)	4,688 (1.40%)	1,660 (0.50%)	0 (0.00%)	6,789 (2.03%)	1 (0.00%)	0 (0.00%)	4 (0.00%)	0 (0.00%)	334,072 (100.00%)
合 計	174,501	768,096	2,128,985	4,058	31,756	4,753	1,956	3,323	12,493	213,362	0	165	0	3,343,448

註：1.民國92年6月30日之統計資料。

2.配水管口徑：75mm~500mm，輸水管口徑：550mm~3800mm。

表 2-6 東京都及倫敦自來水管種與漏水率變化

東京都 1993~2002 年自來水管種與漏水率變化

	H5 ('93)	H6 ('94)	H7 ('95)	H8 ('96)	H9 ('97)	H10 ('98)	H11 ('99)	H12 ('00)	H13 ('01)	H14 ('02)
配水管 (DIP) (%)	86	88	89	91	92	93	94	95	96	96
給水管(SSP) (%)	68	72	76	79	82	85	88	90	95	97
漏水修理件數	38,479	48,047	46,944	42,934	39,373	37,539	35,103	32,642	27,334	22,446
漏水率 (%)	9.9	9.6	9.3	8.9	8.4	8.0	7.6	7.1	6.4	5.4

National Chung Hsing University

倫敦地區 50~300mm 配水管管種比例表

年度	DIP	PVCP	MDPE	其他
1983 年以前	35%	55%	-	10%
2004 年	16%	21%	51%	12%

表 2-7 各管種適用情形評估表

管 種 標 準 條 件 設 計	金 屬 製 品			化 學 製 品			水 泥 製 品		備 註
	延性(球狀石 墨)鑄鐵管 (DIP)	鑄鐵管 (CIP)	鋼管 (SP)	塑膠管 (PVC)	玻璃纖維管 (FRP)	玻璃纖維 強化塑膠 管(RPVCP)	預 力 混 凝 土 管 無鋼襯 (PSCP)	鋼襯 (PCCP)	
	CNS-10808	JWWA-G102	CNS-6568	CNS-4053	CNS-11648	CNS11608	CNS-11691	CNS-12285	
一 內壓條件：	7.5kgf/cm ²								(1) 應考慮溫差、震動、管件防脫及管外特殊塗裝(JDPA-Z2009)。 (2) 應檢討外壓及基礎條件及管外特殊塗裝。 (3) 應加強防蝕處理(如陰極或陽極處理)。 (4) 接頭材質須為 SUS304。 (5) 管外應穿 PE 袋(JDPA-Z2005)。 (6) 使用焊接接頭或防脫接頭。 (7) 加厚或加強防銹處理。 (8) 外壓大時應加厚或按外壓條件特別設計。
二 地理條件：									
1 露天埋設	○ (1)	○ (1)	○ (1)	×	×	×	×	×	
2 在 RC 構造物下通過	○ (2)	○ (2)	○ (2)	×	×	×	×	×	
3 電車軌道附近	○	○	○ (3)	○	○	○	○	○	
4 套管內管線	○ (1)	○ (1)	○	×	×	×	×	×	
三 施工條件及地質土壤									
1 對管材有腐蝕性	○ (5)	○ (5)	×	○	○ (4)	○	○	○	
2 地質土壤軟弱	○ (6)	×	○ (6)	×	×	×	×	×	
3 施工困難(指地下管線 複雜空間狹窄另件複 雜)	×	×	○ (7)	×	×	×	×	×	
四 超級重車(軸重超過 H20 或 HS20(9)通過處	○	○	○ (2) (8)	×	×	×	×	○ (2) (8)	
補充說明： 一.各管種之適用程度係按現行規格分別評估，以「○」表示「適用」，以「×」表示「不適用」；本表以外之設計條件，各管種皆可參酌。 二.選定可適用的管種後，除特殊情況者外應依「各管種經濟分析方法」分析最經濟之管種作為設計之管種。									

表 2-8 台灣自來水公司各類管材 K 值計算彙整表

管 材 別	94年度 管線長度 (公尺)	94年度 修漏 件數	漏水密度 件/公里	密度 排序	94年度管線 帳面總淨值(元) A	94年度修 理費用(元) B	K ⁹⁴ 值 B/A (94年度)	K值 排序	K93值 B/A (93年度)	K值 排序	K92值 B/A (92年度)	K值 排序	備註
延性鑄鐵管 (DIP)	11,146,826	808	0.0725	2	41,974,658,163	13,953,440	0.0332%	3	0.0361%	3	0.0489%	2	
鑄鐵管 (CIP)	1,388,188	257	0.1851	6	771,772,762	3,818,781	0.4948%	9	0.4805%	8	0.3292%	7	
鋼鐵管 (SP)	536,425	158	0.2945	8	4,926,925,040	7,630,737	0.1549%	6	0.0840%	5	0.1622%	4	
不鏽鋼管 (SSP)	7,862	5	0.6360	9	94,135,863	97,283	0.1033%	5	0.1752%	6	0.1687%	5	數量甚少，而用戶 外線亦不顯示
預力鋼筋混凝土管 (PSCP)	1,087,312	108	0.0993	3	3,711,000,104	10,135,608	0.2731%	7	0.2039%	7	0.2242%	6	
鋼襯預力管 (PCCP)	185,956	26	0.1398	5	6,928,170,609	693,501	0.0100%	2	0.0121%	2	0.0160%	1	
玻璃纖維管 (FRP)	134,152	37	0.2758	7	77,315,118	310,614	0.4018%	8	1.1040%	11	2.4084%	11	
塑膠管 (PVCP)	73,426,679	47,031	0.6405	10	41,962,437,673	280,461,808	0.6684%	10	0.6938%	9	0.7008%	8	併用戶外線部分
內襯聚乙烯管 (PVCP/PE)	1,530,253	1,330	0.8691	11	1,698,474,536	14,289,345	0.8413%	11	0.7327%	10	1.0226%	9	
塑鋼管 (ABSP)	672,786	94	0.1397	4	882,011,465	306,104	0.0347%	4	0.0370%	4	0.0620%	3	
高密度聚乙烯管 (HDPEP)	85,410	6	0.0702	1	473,222,874	39,888	0.0084%	1	0.0070%	1			92年度以前尚無財 產資料
其它管種(含GIP及已停 用管種RCP、PBP、ACP 及鉛管等)	390,625	4,430	11.3408	12	594,826,792	15,549,417	2.6141%	12	2.2580%	12	2.1346%	10	
合 計	90,592,474	54,290	0.5993		104,094,951,000	347,286,526	0.3336%						

註： 1.管線長度係依據資訊中心所提供報表資料。
 2.修理費用係依據修漏管理系統之漏水密度統計表資料。
 3.本公司「修漏管理系統」自92年1月1日起開始作業。

表 2-9 由折損漏水狀況與口徑計算斷面積(cm²)

折損狀況		折損圓周 $\frac{1}{3}$				折損圓周 $\frac{2}{3}$			
折損程度 mm	口徑	13	16	20	25	13	16	20	25
分水管	0.1	0.0068	0.009	0.011	0.013	0.0101	0.013	0.016	0.020
	0.3	0.0204	0.025	0.032	0.04	0.031	0.038	0.047	0.059
	0.5	0.0341	0.042	0.053	0.066	0.051	0.063	0.079	0.098
	1.0	0.0681	0.084	0.105	0.131	0.102	0.126	0.157	0.197
	1.2	0.0817	0.101	0.126	0.157	0.1225	0.151	0.189	0.236
	1.5	0.1021	0.126	0.157	0.197	0.153	0.189	0.236	0.295
	2.0	0.1361	0.168	0.210	0.262	0.204	0.251	0.314	0.393
	2.5	0.170	0.210	0.262	0.327	0.255	0.314	0.393	0.491
	3.0	0.204	0.252	0.314	0.393	0.306	0.377	0.471	0.589
	3.5	0.238	0.293	0.367	0.458	0.357	0.440	0.550	0.687
	4.0	0.272	0.335	0.419	0.524	0.408	0.503	0.628	0.785
	4.5	0.306	0.377	0.471	0.589	0.459	0.565	0.707	0.888
	5.0	0.341	0.419	0.524	0.655	0.511	0.628	0.785	0.982
	6.0	0.409	0.503	0.628	0.785	0.613	0.754	0.942	1.178
	7.0	0.477	0.587	0.733	0.916	0.715	0.879	1.099	1.474
8.0	0.505	0.670	0.837	1.047	0.817	1.005	1.256	1.570	
9.0	0.613	0.754	0.942	1.178	0.919	1.131	1.413	1.767	
10.0	0.681	0.838	1.047	1.309	1.021	1.256	1.570	1.963	
配水管	口徑	Φ75	Φ100	Φ150	Φ200	Φ75	Φ100	Φ150	Φ200
	0.3	0.235	0.313	0.471		0.236	0.314	0.471	
	0.5	0.392	0.523	0.985		0.393	0.524	0.785	
	1.0	0.785	1.046	1.57		0.785	1.045	1.57	
	1.5	1.177	1.569	2.355		1.18	1.57	2.355	
	2.0	1.57	2.093	3.14		1.57	2.095	3.14	
	2.5	1.962	2.616	3.92		1.965	2.615	3.92	
	3.0	2.355	3.139	4.71		2.36	3.145	4.71	
	3.5	2.747	3.633	5.50		2.75	3.66	5.55	
	4.0	3.14	4.186	6.28		3.14	4.19	6.275	
	4.5								
	5.0	3.925	5.233	7.85		3.93	5.23	7.85	
6.0	4.71	6.279	9.42		4.71	6.29	9.411		
8.0	6.28	8.372	12.56		6.29	8.375	12.551		
10.0	7.85	10.466	15.70		7.85	10.45	15.70		
完全折斷									
	口徑	Φ75	Φ100	Φ150	Φ200				
	0.1	0.236	0.314	0.471					
	0.3	0.707	0.942	1.412					
	0.5	1.18	1.57	2.35					
	0.8	1.89	2.52	3.77					
	1.0	2.36	3.14	4.71					
	1.2	2.83	3.77	5.66					
	1.5	3.53	4.71	7.07					
	2.0		6.28	9.42					

表 2-10 漏水量速算表

(由漏水斷面積為基礎利用水壓之大小計算漏水量)

單位: CMD

kg/cm ²	水										壓										
	0.5	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	2.8	3.0	3.5	4.0	4.5
0.01	0.274	0.389	0.432	0.476	0.562	0.605	0.663	0.720	0.764	0.807	0.850	1.008	1.109	1.224	1.311	0.850	0.864	1.008	1.109	1.224	1.311
0.02	0.562	0.778	0.951	1.095	1.124	1.224	1.325	1.440	1.512	1.613	1.700	2.016	2.218	2.448	2.621	1.700	1.728	2.016	2.218	2.448	2.621
0.04	1.109	1.541	1.772	2.031	2.232	2.448	2.650	2.880	3.024	3.226	3.413	4.032	4.450	4.896	5.256	3.413	3.456	4.032	4.450	4.896	5.256
0.06	1.671	2.304	2.708	3.125	3.356	3.672	3.975	4.320	4.551	4.838	5.112	5.199	6.048	6.682	7.877	5.112	5.199	6.048	6.682	7.344	7.877
0.08	2.232	3.082	3.600	4.061	4.479	4.896	5.300	5.760	6.077	6.452	6.812	6.941	8.064	8.900	10.512	6.812	6.941	8.064	8.900	9.792	10.512
0.1	2.794	3.845	4.508	5.040	5.602	6.120	6.624	7.200	7.589	8.064	8.511	8.669	10.080	11.132	13.104	8.511	8.669	10.080	11.132	12.240	13.104
0.2	5.515	7.690	9.015	10.152	11.204	12.255	13.248	14.400	15.192	16.128	16.992	17.856	20.016	22.176	26.252	16.992	17.856	20.016	22.176	24.336	26.252
0.4	11.160	15.236	18.044	20.319	22.392	24.509	26.496	28.800	30.384	32.256	34.128	34.704	40.320	44.496	52.647	34.128	34.704	40.320	44.496	48.744	52.647
0.6	16.748	23.069	27.072	30.485	33.596	36.764	39.744	43.056	45.504	48.384	51.120	51.984	60.480	66.816	78.869	48.384	51.984	60.480	66.816	73.239	78.869
0.8	22.320	30.816	36.000	40.608	44.784	49.018	52.992	57.456	60.768	64.512	68.112	69.408	80.784	88.992	105.250	68.112	69.408	80.784	88.992	97.604	105.250
1.0	27.908	38.448	45.101	50.804	56.016	61.172	66.269	71.856	75.888	80.604	85.248	86.688	100.944	111.312	131.943	85.248	86.688	100.944	111.312	121.839	131.943
1.2	33.495	46.138	54.116	60.956	67.104	73.412	79.488	86.256	91.152	96.480	102.240	104.112	121.104	133.488	157.536	102.240	104.112	121.104	133.488	146.175	157.536
1.4	39.024	53.856	63.072	71.136	78.336	85.680	92.736	100.656	106.272	113.040	119.232	121.392	141.264	155.808	183.888	119.232	121.392	141.264	155.808	170.511	183.888
1.6	44.640	61.517	72.159	81.288	89.568	97.877	105.984	115.056	121.536	129.168	136.224	138.816	161.424	177.984	210.240	136.224	138.816	161.424	177.984	194.990	210.240
1.8	50.228	69.207	81.188	91.440	100.800	110.103	119.232	129.456	136.656	145.296	153.360	156.096	181.584	200.304	236.448	153.360	156.096	181.584	200.304	219.327	236.448
2.0	55.872	76.896	90.144	101.664	112.032	122.400	132.480	143.712	151.920	161.424	170.352	173.520	201.744	222.624	262.656	170.352	173.520	201.744	222.624	243.663	262.656
2.2	61.402	84.096	99.216	117.744	123.120	134.496	145.728	158.112	167.040	177.552	187.344	190.800	222.048	244.800	288.864	187.344	190.800	222.048	244.800	268.013	288.864
2.4	66.975	92.276	108.245	121.968	134.352	146.736	158.976	172.512	182.304	193.680	204.480	208.224	242.208	267.120	315.216	204.480	208.224	242.208	267.120	288.461	315.216
2.6	72.576	99.965	117.260	132.048	145.584	158.976	172.224	186.912	197.424	209.808	221.472	225.504	262.368	289.440	341.424	221.472	225.504	262.368	289.440	341.136	341.424
2.8	78.135	107.655	126.288	135.072	149.616	171.216	185.472	201.312	212.688	225.936	238.464	242.928	282.528	311.616	367.776	238.464	242.928	282.528	311.616	365.472	367.776
3.0	83.722	115.344	135.360	152.352	157.904	183.456	198.864	215.712	227.808	242.064	255.600	260.208	302.688	339.808	393.984	255.600	260.208	302.688	339.808	389.808	393.984
3.2	89.309	123.034	144.288	162.576	179.136	195.696	212.112	229.968	243.072	258.192	272.592	277.632	322.848	356.112	420.192	272.592	277.632	322.848	356.112	414.144	420.192
3.4	94.882	130.724	153.360	172.656	190.368	207.936	225.360	244.368	258.192	274.320	289.584	294.912	343.152	378.288	446.544	289.584	294.912	343.152	378.288	437.760	446.544
3.6	100.469	138.413	162.288	182.880	201.600	220.176	238.608	258.768	273.456	290.448	306.720	312.336	363.312	400.608	472.752	306.720	312.336	363.312	400.608	462.672	472.752
3.8	106.042	146.103	171.360	193.104	212.688	232.416	251.856	273.168	288.576	306.576	323.712	329.616	383.472	422.928	499.104	323.712	329.616	383.472	422.928	487.296	499.104
4.0	111.629	153.792	180.432	203.184	223.920	244.656	265.104	287.568	303.840	322.848	340.704	347.040	403.632	445.104	511.632	340.704	347.040	403.632	445.104	511.632	525.312
4.2	117.216	161.482	189.360	213.120	235.152	256.696	278.352	301.968	318.960	338.976	357.840	364.320	423.792	467.424	535.968	357.840	364.320	423.792	467.424	535.968	551.520
4.4	122.789	169.200	198.432	223.488	246.384	269.136	291.600	316.224	334.080	355.104	374.832	381.600	443.952	489.600	577.872	374.832	381.600	443.952	489.600	560.304	577.872
4.6	128.376	176.832	207.504	233.712	257.472	281.376	304.848	330.624	349.344	371.232	391.824	399.024	464.256	511.920	604.080	391.824	399.024	464.256	511.920	584.784	604.080
4.8	133.949	184.608	216.432	243.792	268.704	293.616	318.096	345.024	364.464	387.360	408.960	416.304	484.416	534.240	630.432	408.960	416.304	484.416	534.240	609.120	630.432
5.0	139.536	192.240	222.504	254.016	279.936	305.856	331.344	359.424	379.728	403.488	425.952	433.728	504.576	556.416	656.640	425.952	433.728	504.576	556.416	633.600	656.640

表 4-1 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：汐止保長路保一街小區管網

比對序號	比對日期	管線長度 (km)	抄見量 (CMD)	供水量(CMD)		差異比 率(%)
				管理總表	超音波	
第 1 次	96.11.12	1	647 (941)	1588	1581	59.2
第 2 次	97.3.24	1	639 (30)	669	667	4.5
第 3 次			(911)			
第 4 次						
第 5 次						
第 6 次						

附註：() 內之數字為供水量與抄見量差額

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑 (mm)	漏水孔面積 (cm ²)	裂管長 度(cm)	漏水量 (CMD)
		檢修前	檢修後					
1-1	97.2.18	2.0	3.5	PVC	150	0.15	15	239
1-2								
1-3								
1-4								
1-5								
1-6								

修漏案件

對應案件 編碼	日期	漏水部 位	漏水原 因	埋管深度 (cm)	土質	漏水量 (CMD)
1D09700077	97.2.18		地盤下 陷	1.2	砂質粘 土	9.9

表 4-2 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：林口鄉工二粉寮自強小區

填寫日期：97/11/10

比對序號	比對日期	抄見量(CMD)	供水量(CMD)		差異比率(%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	961221	2991	4332		-30.03
◎第 2 次	970409	2667	3895		-31.52
◎第 3 次	970604	2818	3739		-24.64
第 4 次	970811	3198	3782		-15.44
第 5 次					
第 6 次					

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10%以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑(mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量(CMD)
		檢修前	檢修後					
N0970020 21-1	97/5/21	0.6	0.8	pvcp	125	◎15.2	38	◎737
1-2								
1-3								
1-4								
1-5								
1-6								

附註：1、對應序號係指依據「比對序號」填列。2、請檢附小區圖面及破管照片

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度(cm)	土質	漏水量(CMD)
2C09700183 (1-1)	97/5/22	裂縫	荷重振動	100	黃土	◎737

附註：1、對應案件編碼係指依據「對應序號」加上「系統案號」填列。2、請檢附修漏照片

表 4-3 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：信義鄉新鄉村小區管網工程

填寫日期：97/11/11

比對序號	比對日期	抄見量(CMD)	供水量(CMD)		差異比率(%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	96.09.27	49.7	213.13		76.66%
第 2 次	96.11.27	48.9	186.9		73.82%
第 3 次	97.01.27	81.5	172.43		52.73%
第 4 次	97.03.27	59.9	109.67		45.35%
第 5 次	97.05.27	66.8	92.98		28.11%
◎第 6 次	97.07.27	49.6	65.48		24.25%
◎第 7 次	97.08.27	49.6	56.33		11.95%
第 8 次	97.09.27	40.8	45.17		9.67%
第 9 次	97.10.28	40.8	45.03		9.40%
第 10 次	97.11.10	40.8	41.00		0.5%

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10%以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑(mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量(CMD)
		檢修前	檢修後					
1-1	96/8/22	5.9	6.0	PVCP	φ 80	◎0.7	8	◎126.3
1-2								
1-3								
1-4								
1-5								
1-6								

附註：1、對應序號係指依據「比對序號」填列。2、請檢附小區圖面及破管照片

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度(cm)	土質	漏水量(CMD)
4H09600540 (1-1)	96.08.22	管頂	荷重振動	120 cm	砂石	126.36CMD
1-6	97.07.27	高度浮球閥	裝設不良			24 CMD

附註：1、對應案件編碼係指依據「對應序號」加上「系統案號」填列。2、請檢附修漏照片

表 4-4 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：宜蘭市負郭小區

填寫日期：97/11/10

比對序號	比對日期	抄見量(CMD)	供水量(CMD)		差異比率(%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	97.05.13	2323		2648	12.27
第 2 次	97.05.24	2323		2533	8.29

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10% 以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑(mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量(CMD)
		檢修前	檢修後					
(1) E09700642	2008/05/19	1.8	2.2	塑膠管	20	0.5	3	38.45
(2) E09700643	2008/05/19	1.8	2.1	塑膠管	20	0.5	3	32.12
(3) E09700644	2008/05/19	1.6	2.0	塑膠管	20	0.5	3	30.82
(4) E09700646	2008/05/19	1.8	2.2	塑膠管	80	0.8	8	90.05
(5) E09700647	2008/05/19	1.7	2.0	塑膠管	20	0.7	8	64.28
(6) E09700648	2008/05/19	1.8	2.1	塑膠管	20	0.2	3	16.74
(7) E09700649	2008/05/19	1.7	2.0	塑膠管	20	0.5	3	30.02
(8) E09700650	2008/05/19	1.7	2.0	塑膠管	20	0.5	3	32.12
(9) E09700651	2008/05/19	1.8 Ave. 1.74	2.3	塑膠管	20	0.5	3 Σ3.7	32.12 Σ366.7

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度(cm)	土質	漏水量(CMD)
(1) 8R09700822	2008/05/22	裂縫	材質不良			38.45
(2) 8R09700824	2008/05/21	裂縫	材質不良			32.12
(3) 8R09700832	2008/05/23	裂縫	材質不良			30.82
(4) 8R09700831	2008/05/19	裂縫	材質不良			90.05
(5) 8R09700829	2008/05/21	裂縫	材質不良			64.28
(6) 8R09700828	2008/05/19	裂縫	地盤下陷			16.74
(7) 8R09700826	2008/05/22	裂縫	材質不良			30.02
(8) 8R09700825	2008/05/22	裂縫	材質不良			32.12
(9) 8R09700823	2008/05/19	裂縫	材質不良			32.12

表 4-5 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：蘇澳鎮南方澳內埤小區

填寫日期：97/11/10

比對序號	比對日期	抄見量(CMD)	供水量(CMD)		差異比率(%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	96.10.04	1575		2606	39.57
◎第 2 次	96.10.29	1575		1963	19.77
◎第 3 次	96.11.27	1575		1733	9.15

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10% 以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑(mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量(CMD)
		檢修前	檢修後					
★(1) CE09601029	2007/10/29	2.8	3.0	塑膠管	16	0.2	2	5.2
★(2) CE09601030	2007/10/29	2.8	3.0	塑膠管	20	0.2	2	5.2
★(3) CE09601031	2007/10/29	2.8	3.2	塑膠管	20	0.25	5	9.94
★(4) CE09601032	2007/10/29	2.8	3.0	塑膠管	25	0.2	3	5.2
▲(5) CE09601033	2007/10/29	2.5	3.0	塑膠管	20	0.25	6	9.94
■(6) CE09601034	2007/10/29	2.0	3.2	塑膠管	20	2.5	12	451.01
◆(7) CE09601035	2007/10/29	2.5	3.2	塑膠管	120	0.8	8	130.1 Σ616.6

附註：各註記圖形係屬同類

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度(cm)	土質	漏水量(CMD)
(1) 8S09602388	2007/10/29	裂縫	地盤下陷			5.2
(2) 8S09602389	2007/10/29	空洞	老化腐蝕			5.2
(3) 8S09602390	2007/10/29	裂縫	地盤下陷			9.94
(4) 8S09602391	2007/10/29	橡皮墊	材質不良			5.2
(5) 8S09602392	2007/10/29	其他-殘存管	其他			9.94
(6) 8S09602393	2007/10/29	空洞	老化腐蝕			451.01
(7) 8S09602394	2007/10/29	裂縫	荷重振動			130.1

附註：1、對應案件編碼係指依據「對應序號」加上「系統案號」填列。2、請檢附修漏照片

表 4-6 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：羅東鎮仁和小區

填寫日期：97/11/10

比對序號	比對日期	抄見量(CMD)	供水量(CMD)		差異比率(%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	97.6.1	525		632	17
第 2 次	97.7.10	606		655	7.48

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10% 以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑(mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量(CMD)
		檢修前	檢修後					
(1) E09701070	2008/06/27	2.0	2.3	塑膠管	25	0.2	6	3.98
(2) E09701086	2008/06/27	2.0	2.2	塑膠管	20	0.6	8 Σ14	11.73 Σ15.71

附註：1、對應序號係指依據「比對序號」填列。2、請檢附小區圖面及破管照片

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度(cm)	土質	漏水量(CMD)
(1) 8B09702766	2008/06/27	橡皮墊	材質不良			3.98
(2) 8S09701286	2008/06/27	裂縫	材質不良			11.73

附註：1、對應案件編碼係指依據「對應序號」加上「系統案號」填列。2、請檢附修漏照片

表 4-7 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：彰化-彰水路小區

填寫日期：97/11/11

比對序號	比對日期	抄見量(CMD)	供水量(CMD)		差異比率(%)
			管理總表	超音波	
◎第 1 次	96/10/20~96/10/27	773.571	1,877.429		58.80
◎第 2 次	96/12/3~96/12/19	338.438	616.5		45.10
第 3 次	96/11/22~97/1/21	789.083	1,404.333		43.81
第 4 次	97/4/25~97/4/28	789.083	1,024.666		22.99
第 5 次	97/3/24~97/5/22	785.254	1,058.559		25.82
第 6 次	97/6/18~97/7/30	785.254	868.084		9.54

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10% 以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑(mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量(CMD)
		檢修前	檢修後					
1-1	96.11.12	0.5	0.6	塑膠管	80	3.0		83.72
1-2	96.12.10	0.3 Ave. 0.4	0.6	塑膠管	25	2.4 Σ5.4		40.18

附註：1、對應序號係指依據「比對序號」填列。2、請檢附小區圖面及破管照片

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度(cm)	土質	漏水量(CMD)
BS09602042 (1-1)	96.11.13		地盤下陷			87.32
BS09602303 (1-2)	96.12.10		荷重振動			40.18

附註：1、對應案件編碼係指依據「對應序號」加上「系統案號」填列。2、請檢附修漏照片

表 4-8 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：鶯歌所添福小區

填寫日期：97/11/10

比對序號	比對日期	抄見量 (CMD)	供水量(CMD)		差異比率 (%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	96.11.14	623.9	829.9		24.83%
第 2 次	97.01.14	563.0	760.4		25.95%
第 3 次	97.03.17	590.9	888.5		33.49%
◎第 4 次	97.05.14	571.1	864.4		33.94%
◎第 5 次	97.07.14	625.2	907.2		31.08%
第 6 次	97.09.11	564.8	859.8		34.30%
			748(97.10.15)	593.0(97.10.15)	

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10% 以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑 (mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量 (CMD)
		檢修前	檢修後					
1-1 N09601108	96.12.24	0.30	1.00	PVCP	20	0.08	----	1.34
◎4-1 N09700197	97.05.21	◎0.30	1.00	PVCP	20	◎0.09	----	◎3.66
◎4-2 N09700198	97.05.21	◎0.30	1.00	PVCP	20	◎0.08	----	◎1.34
◎4-3 N09700199	97.05.21	◎0.60 Ave. 0.4	1.40	PVCP	65	◎0.09 Σ0.26	----	◎3.07 Σ11.3
6-1 N09700750	97.10.15	0.60	1.60	PVCP	40	0.08	----	2.40
6-2 N09700751	97.10.15	0.30	1.00	止水栓	20	0.09	----	3.66
6-3 N09700774	97.10.22	0.80	2.00	PVCP	80	0.09	----	3.07

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度 (cm)	土質	漏水量 (CMD)
C609602602 (1-1)	96.12.25	外線-外線	老化腐蝕	----	----	1.34
C609700844 (4-1)	97.05.21	外線-外線	老化腐蝕	----	----	3.66
C609700845 (4-2)	97.05.21	外線-外線	材質不良	----	----	1.34
C609700846 (4-3)	97.05.21	配水管-配水管	材質不良	----	----	3.07
C609702194 (6-1)	97.10.16	外線-外線	老化腐蝕	----	----	2.40
C609702195 (6-2)	97.10.16	外線-外線	老化腐蝕	----	----	3.66
C609702275 (6-3)	97.10.22	配水管-配水管	老化腐蝕	----	----	3.07

表 4-9 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：樹林所迴龍二小區

填寫日期：97/11/10

比對序號	比對日期	抄見量 (CMD)	供水量(CMD)		差異比率 (%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	96.09.17	3155.2	3785.7		16.65%
第 2 次	96.11.17	3304.6	3917.5		15.65%
第 3 次	97.01.15	3073.0	3643.0		15.65%
第 4 次	97.03.19	3001.0	3738.6		19.73%
第 5 次	97.05.16	2916.6	3474.4		16.05%
◎第 6 次	97.07.15	3143.2	2869.3 4150(97.06.16)	◎ 3987(97.06.16)	-9.55%
◎第 7 次	97.09.15	3275.8	3486.9		6.05%

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10%以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑 (mm)	漏水孔面積(cm ²)	裂管長度(cm)	漏水量 (CMD)
		檢修前	檢修後					
6-1 N09700406	97.07.21	3.20	3.20	PVCP	20	0.01	-----	0.92
7-1 N09700665	97.09.12	1.20	2.00	接合管	20	2.74	-----	123.58 Σ 124.5

附註：1、對應序號係指依據「比對序號」填列。2、請檢附小區圖面及破管照片

修漏案件

對應案件編碼	日期	漏水部位	漏水原因	埋管深度 (cm)	土質	漏水量 (CMD)
C509700611 (6-1)	97.07.22	外線-殘存管	材質不良	-----	-----	0.92
C509700794 (7-1)	97.09.13	外線-接合管	材質不良	-----	-----	123.58

附註：1、對應案件編碼係指依據「對應序號」加上「系統案號」填列。2、請檢附修漏照片

表 4-10 台灣自來水公司小區管網建置統計分析表

小區名稱：蘆洲所荖阡坑小區

填寫日期：97.11.10

比對序號	比對日期	抄見量(CMD)	供水量(CMD)		差異比率 (%)
			管理總表	超音波	
第 1 次	96.08.24	93.5	181.9		48.58%
第 2 次	96.10.26	92.7	192.2		51.74%
◎第 3 次	96.12.25	82.0	203.2		59.63%
◎第 4 次	97.02.26	75.8	303.5		75.03%
第 5 次	97.04.23	77.8	239.6		68.43%
第 6 次	97.04.10.~ 23 加抄	73.7	78.2		5.71%
第 7 次	97.06.25	63.3	87.8		27.83%
第 8 次	97.08.26	57.4	88.7		35.32%

附註：請選定較符合標準作業案例，且差異比率已達 10% 以下者填列。

檢出案件

對應序號	日期	水壓(kg/cm ²)		管種	管徑 (mm)	漏水孔面 積(cm ²)	裂管長 度(cm)	漏水量 (CMD)
		檢修前	檢修後					
2-1 N09600951	96.11.12	4.3	4.5	接合 管	40	0.5	-----	44.5
2-2 N09601000	96.11.19	5.8	6.0	水表	20	0.1	-----	17.9
2-3 N09601001	96.11.19	5.5	5.6	排氣 閥	25	0.1	-----	17.43
◎4-1 N09700131	97.03.26	2.5	2.8	接合 管	20	4.0	-----	313.34
◎4-2 N09700142	97.04.02	3.0	3.5	DIP	100	1.5	-----	130.10

附註：1、對應序號係指依據「比對序號」填列。2、請檢附小區圖面及破管照片

修漏案件

對應案件 編碼	日期	漏水部 位	漏水原 因	埋管深度 (cm)	土質	漏水量 (CMD)
C409601222 (2-1)	96.11.14	外線-接合 管	荷重振 動	-----	-----	44.5
C409601222 (2-2)	96.11.20	外線-水表	材質不 良	-----	-----	17.9
C409601222 (2-3)	96.11.20	排氣閥	水錘	-----	-----	17.43
C409601222 (4-1)	97.03.27	外線-接合 管	材質不 良	-----	-----	313.34
C409601222 (4-2)	97.04.03	配水管-配 水管	施工不 良	-----	-----	130.10

附註：1、對應案件編碼係指依據「對應序號」加上「系統案號」填列。2、請檢附修漏照片

表 4-11 各小區管網案例分析彙整表

項目 數據 小區 名稱	驗證方式	L (m)	W*10 ⁻² (m)	A (cm ²)	P (kg/cm ²)	H (m)	Q (CMD)	驗證比較			備註
								偏高	適中	偏低	
汐止保長路一 街小區(表4-1)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.15	0.591	—	2	20	911		Std.		$\eta=1.15$
	$Q=C.a.(P)^n$	0.15	0.591	8.86	2	20	1440	v			C=0.6
	查2-12表	0.15	0.591	8.86	2	—	590			v	A=W*L
林口鄉工二粉 寮小區(表4-2)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.38	0.143	—	0.6	6	307		Std.		Std. 代表
	$Q=C.a.(P)^n$	0.38	0.143	5.32	0.6	6	216			v	基準
	查2-12表	0.38	0.143	5.32	0.6	—	159			v	
信義鄉新鄉村 小區(表4-3)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.08	0.0065	—	5.9	59	9.15		Std.		
	$Q=C.a.(P)^n$	0.08	0.0065	0.052	5.9	59	29.32	v			
	查2-12表	0.08	0.0065	0.052	5.9	—	6.0			v	
宜蘭市負郭小 區(表4-4)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.37	0.0324	—	1.74	1.74	115		Std.		
	$Q=C.a.(P)^n$	0.37	0.0324	1.198	1.74	1.74	165.9	v			
	查2-12表	0.37	0.0324	1.198	1.74	—	70			v	
蘇澳鎮南方澳 內埤小區(表 4-5)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$						479.98	v			總表計量與
	$Q=C.a.(P)^n$						829.5	v			抄見量差異
	查2-12表						317	v			值 230CMD
羅東鎮仁和小 區(表4-6)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.14	0.0403	—	2.0	20	58		Std.		
	$Q=C.a.(P)^n$	0.14	0.0403	0.56	2.0	20	91	v			
	查2-12表	0.14	0.0403	0.56	2.0	—	38			v	
彰化市彰水路 小區(表4-7)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	—	—	5.4	0.4	4	247			v	總表計量與
	$Q=C.a.(P)^n$	—	—	5.4	0.4	4	137.8			v	抄見量差異
	查2-12表	—	—	5.4	0.4	—	136			v	值 825.7CMD

表 4-11 各小區管網案例分析彙整表 (續)

項目 數據 小區 名稱	驗證方式	L (m)	W*10 ⁻² (m)	A (cm ²)	P (kg/cm ²)	H (m)	Q (CMD)	驗證比較			備註
								偏高	適中	偏低	
汐止保長路一 街小區(表4-1)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.15	0.591	—	2	20	911		Std.		$\eta=1.15$
	$Q=C.a.(P)^n$	0.15	0.591	8.86	2	20	1440	v			C=0.6
	查2-12表	0.15	0.591	8.86	2	—	590			v	A=W*L
林口鄉工二粉 寮小區(表4-2)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.38	0.143	—	0.6	6	307		Std.		Std. 代表
	$Q=C.a.(P)^n$	0.38	0.143	5.32	0.6	6	216			v	基準
	查2-12表	0.38	0.143	5.32	0.6	—	159			v	
信義鄉新鄉村 小區(表4-3)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.08	0.0065	—	5.9	59	9.15		Std.		
	$Q=C.a.(P)^n$	0.08	0.0065	0.052	5.9	59	29.32	v			
	查2-12表	0.08	0.0065	0.052	5.9	—	6.0			v	
宜蘭市負郭小 區(表4-4)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.37	0.0324	—	1.74	1.74	115		Std.		
	$Q=C.a.(P)^n$	0.37	0.0324	1.198	1.74	1.74	165.9	v			
	查2-12表	0.37	0.0324	1.198	1.74	—	70			v	
蘇澳鎮南方澳 內埤小區(表 4-5)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$						479.98	v			總表計量與
	$Q=C.a.(P)^n$						829.5	v			抄見量差異
	查2-12表						317	v			值 230CMD
羅東鎮仁和小 區(表4-6)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	0.14	0.0403	—	2.0	20	58		Std.		
	$Q=C.a.(P)^n$	0.14	0.0403	0.56	2.0	20	91	v			
	查2-12表	0.14	0.0403	0.56	2.0	—	38			v	
彰化市彰水路 小區(表4-7)	$Q=Cd*A*\sqrt{2gH}$	—	—	5.4	0.4	4	247			v	總表計量與
	$Q=C.a.(P)^n$	—	—	5.4	0.4	4	137.8			v	抄見量差異
	查2-12表	—	—	5.4	0.4	—	136			v	值 825.7CMD

符號說明

1. A ：漏水孔截面積(m^2)
2. a ：漏水孔面積 (cm^2)
3. C ：管線總工程費（包括施工費、路修費、材料及運什費、管理費、檢驗費、貸款利息等全部成本）
4. c ：漏水孔形狀係數
5. C_d ：流量係數（破管時 $C_d=0.6$ ，殘留管時 $C_d=0.82$ ）
6. F_c ：流速摩擦係數
7. g ：重力加速度 ($9.81 m/sec^2$)
8. H ：管內壓力水頭 (m)
9. h ：管內水壓 (kg/cm^2)
10. h_0 ：管內有效水頭高度(m)即管內水頭高度減去漏水孔中心至地面之高度。
11. I ：漏水指數
12. i ：年利率以6%計算
13. K ：該管種之維護年費百分比，(即各管種歷年之平均修理費與其帳面淨值之商)
14. n ：折舊年限（依據行政院頒布標準）
15. P ：平常水壓 (kg/cm^2)
16. P_n ：夜間平均配水壓力水頭
17. P_0 ：量測時水壓 (kg/cm^2)
18. PWF ：現值因素
19. Q ：流量或漏水量(CMS)

- 20. Q_0 : 量測之漏水量 (m^3/hr)
- 21. q : 單位長度漏水量 (CMD/km)
- 22. η : 係數 (一般為 1.15)
- 23. v : 流速 (m/sec)
- 24. η : 指數 (將漏水孔當作孔口時 $\eta=0.5$; 若屬埋在土壤中之管裂縫或另件接頭處細縫則 $\eta=1.15$)



參考文獻

- 1、 王國堅、黃佑仲、林東慶、粘孝堉、陳正哲、周盛華，電子式水量計自動讀表系統測試資料分析之探討，中華民國自來協會期刊第17期
- 2、 王炳鑫，漏水音相關性在檢漏上之應用，中華民國自來協會期刊第4期
- 3、 王炳鑫，小區域檢修漏作業模式之探討，中華民國自來水協會第1屆給水技術研討會論文集、1984
- 4、 王炳鑫、李煥欽、梁再維、林子立等，自來水技術規範—自來水漏水策略，經濟部水利署委託研究，2006
- 5、 水量計選擇及維護，中華民國自來協會，2003
- 6、 台灣省漏水統計量，台灣自來水股份有限公司，2005
- 7、 台灣自來水公司統一材料規格、採購質優器材、減少維護、降低營運成本研究報告，1993
- 8、 巨廷工程顧問公司，台北自來水供水管網改善計畫，台北自來水事業處委託研究，2004
- 9、 林碧亮、吳瑞賢、廖述良、蕭宏民、李永敏，小區管網之最佳化設計與擴建分析，中華民國自來協會期刊第17期

- 10、朱健行，自來水監控系統功能之探討，中華民國自來協會期刊第 11 期
- 11、江永榮，檢漏工作及費用之估算法，中華民國自來協會期刊第 8 期
- 12、許少華、蔡桂郎、陳又任，台灣省自來水小區管網分割效益之評估，中華民國自來協會期刊第 15 期
- 13、超音波計量作業與檢漏實務之探討，中華民國自來協會，2003
- 14、減少漏損及無費用水之經濟研究，中華民國自來協會，1997
- 15、張明欽，如何落實及提高受水率之探討，中華民國自來協會期刊第 6 期
- 16、楊政雄，檢修漏作業概要，台灣自來水公司員工訓練所(1982)
- 17、廖學士、王炳鑫、石錫鏘、林金龍、郭得祿、盧烽銘、謝忠峻、曾盛一、陳奕能、廖介廷，提高管線修漏作業效率之研究，中華民國自來協會期刊第 14 期
- 18、廖宗盛、吳陽龍，提升台北供水區售水率之探討與對策，中華民國自來協會期刊第 10 期
- 19、廖述良、吳瑞賢、陳榮藏等，經濟水壓與最適供水條件之研究，中華民國自來水協會委託研究，1999
- 20、管線系統漏失防止之研究，台灣省自來水股份有限公司、中華民國自

來水協會、中華自來水服務社，1987

- 21、管線系統漏失防止之研究，中華民國自來水協會，1987
- 22、郭瑞華、郭復勝、陳增福、王炳鑫等，如何減少無計費水量之研究，
中華民國自來水協會委託研究，2002
- 23、駱尚廉、楊昆霖，減少漏損及無費用水之經濟研究，中華民國自來協
會期刊第 14 期
- 24、蕭宏民，自來水配水網路系統提高供水可靠度—破管監控系統建立之
研究，中華民國自來協會期刊第 19 期
- 25、蕭宏民、黃文吉、林碧亮，飲用水配送系統合理化之建立—改良小區
管網配送之研究，中華民國自來協會期刊第 17 期
- 26、水道用硬質塩化ビニル管路の診断マニュアル，(財)水道技術研究セ
ンター，2003
- 27、日本水道協會，漏水防止對策指針，1977
- 28、日本土木學會，水理公式集，昭和 46 年
- 29、谷口元，水道管路の漏水防止，水道管路技術センター—1990
- 30、東京の漏水防止，東京都水道局，2003
- 31、漏水量の把握，東京都水道局，1996
- 32、漏水防止對策指針，日本水道協會，1977

- 33、漏水防止の手引，東京都水道局，2000
- 34、藤原 正弘，日本の水道技術，2000
- 35、Allan O. Lambert, International Water Data Comparisons Ltd. Water Losses Management and Technigues.2002
- 36、C. D. Yates Water Accountability-The New Way IWA Leakage 2005-Conference.
- 37、Distribution System Maintenance Techniques，American Water Works Association，1987
- 38、Farley, N. and S. Trow, Losses in Water Distribution Networks, IWA Publishing. 2003
- 39、RS. Mc-Kenzie and C. Seago Assessmnt of real losses in potable water distribution systems: some recent development, Vol 5 No 1 pp 33-40 © IWA 2005.
- 40、RS. Mc-Kenzie and J N Bhagwan Leakage Management Introduction to WRC Tools to Manage Non-Revenue Water IWA Leakage 2005-Conference.