

出國報告（出國類別：考察）

赴日考察自來水管網漏水調查技術
與執行
心得報告

服務機關：台灣自來水股份有限公司

姓名職稱：盧烽銘 組長、曹宜政 隊長

派赴國家：日本

出國期間：103年11月24日至103年11月28日

報告日期：

提要表

公務出國報告提要

類別：考察

出國報告名稱：赴日考察自來水管網漏水調查技術與執行心得報告

含附件：是、否

出國計畫主辦機關：台灣自來水股份有限公司

聯絡人：曹宜政

電話：049-2246929

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

1. 盧烽銘/台灣自來水股份有限公司 /組長/(04)22244191#850

2. 曹宜政/台灣自來水股份有限公司 /隊長/(049)2246929

出國類別：考察

出國期間：103年11月24日至103年11月28日

出國地區：日本

報告日期：103年2月 日

內容摘要：(300至500字)

日本自第二次世界大戰戰敗之後迅速崛起，修復與重建嚴重受損之東京都自來水設施，以及近代革新精進降低漏水率之經驗與成果，已成為世界各國自來水事業機構學習與效法的對象。

東京都水道局負責東京這個1千3百萬人口密集城市的自來水供應，漏水率自戰後1945年80%，降低至2012年2.2%，堪稱是不可能的任務。驚嘆之餘，身為自來水事業從業人員的我們是該有深刻的省思，究竟日本東京都水

道局是如何辦到的？倘若焦點放在東京都水道局目前的降漏作為，恐無濟於事，因為本公司現有漏水率情況並非與之相同。是故，可以將本公司目前漏水率的狀況（約 15-20%），套上日本東京都水道局約略 1965-80 年代相同漏水率時期，他們做了什麼本是公司所欠缺的、所必須改進的，或可切入並釐清問題核心，架構出整體的降低漏水率策略，逐步達到預期成效與目標。

依據東京都 1945-2012 年漏水率的變化，本心得報告針對不同的漏水率時期投入不同的「漏水調查」工作策略方法作彙整說明，期能提供本公司實務執行面的參考，精進「漏水調查」工作，襄助「十年（102-111 年）降低漏水率計畫」圓滿達成任務，改善公司經營體質，符合社會期待。

赴日考察自來水管網漏水調查技術與執行心得報告目錄

第一章 前言

1.1 東京都自來水供水簡介

1.2 考察目的

第二章 考察過程概述

2.1 考察行程簡介

2.2 觀摩久喜市漏水調查

2.3 觀摩春日市漏水調查

2.4 拜訪東京都水道局

2.5 拜訪東京水道服務社社長

2.6 參訪東京都水道局研修開發中心

2.7 參訪東京水道服務社推進部事業課

第三章 東京都漏水調查歷年演進與執行方針

3.1 漏水現況

3.2 歷年漏水調查策略方針

3.3 漏水調查計畫與方法

3.4 漏水防治技術的培育與傳承

第四章 心得與建議

表目錄

表 1.1 東京都水道概要

表 2.1 赴日本東京都考察行程

表 2.7.1 東京都水道局漏水防止對策彙整表

表 3.1 東京都的漏水狀況

表 3.2.1 小區漏水量篩選量測判定

圖目錄

圖 1.1 日本東京都地理位置

圖 2.2.1 時間積分式漏水探知器

圖 2.2.2 聽音棒用戶水表聽音

圖 2.4.1 拜會東京都水道局調查科

圖 2.5.1 拜會東京都水服務社社長 增子 敦

圖 2.6.1 研修開發中心

圖 2.6.2 聽音棒測漏訓練

圖 2.6.3 電子測漏器測漏訓練

圖 2.6.4 小區漏水調查訓練

圖 2.6.5 與研修開發中心導覽人員合影

圖 3.1.1 計畫與機動案件修漏件數比例

圖 3.1.2 計畫與機動案件漏水量比例

圖 3.1.3 漏水復發趨勢圖

圖 3.2.1 東京都歷年漏水率變化

圖 3.2.2 漏水調查區塊示意圖

圖 3.3.3.1 夜間最小流測定作業圖

圖 3.3.3.2 聽音棒、電子式漏水探知器

圖 3.3.3.3 相關儀作業示意圖

圖 3.3.3.4 積分式漏水探知器

赴日考察自來水管網漏水調查技術與執行心得報告

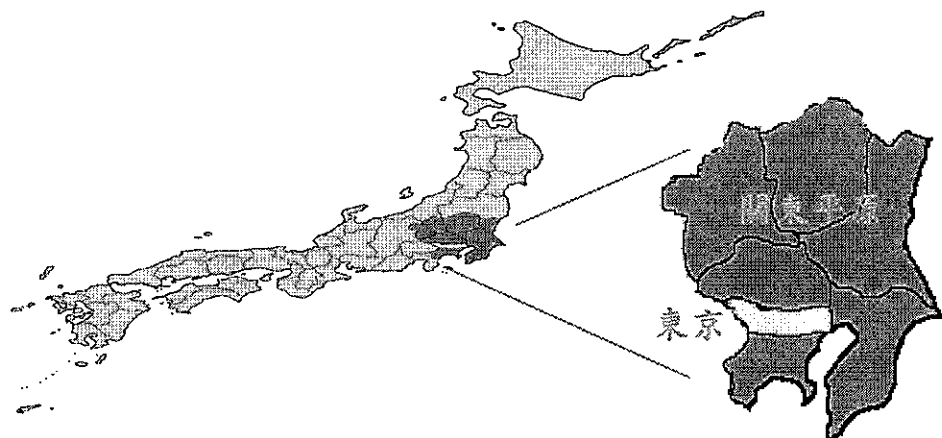
第一章 前言

1.1 東京都自來水供水簡介

東京地理位置接近日本列島的中心、關東平原的南部，人口將近 1,318 萬人，約佔日本國家總人口數 10%，土地面積 2,188 平方公里，約佔日本國家總面積 0.6%。東京是日本的首都也是最大的城市，高度的人口和經濟活動集中在此一都市，近年已經逐漸蔓延到郊區。

1945 年歷經戰後重建與 1950-70 年代工商業蓬勃發展帶動下人口快速成長，東京用水需求逐年不斷增加，雖於 1973 年遭逢全球性石油危機以致用水需求成長趨緩，東京每日平均用水需求仍然保持相當程度的量，未來推估用水需求可能於 2020 年代初期達到另一個高峰，2012 年平均用水量約 4,126,000CMD。

圖 1.1 日本東京都地理位置



東京都心部 23 區與多摩地區 26 市町之自來水供給係由東京都水道局負責，設施能力、給水面積、給水人口等基礎資料詳如表 1.1。

表 1.1 東京都水道概要

事業開始（年月日）	創立認可	明治 23 1890 年 07 月 5 日
	供用開始	明治 31 1898 年 12 月 1 日
給水區域面積	1,235.01km ²	
施設能力	6,859,500 CMD	
普及率	100%	
給水人口	13,186,000 人	
配水管長	26,490 km	
給水件數	7,062,148 件	
職員數	3,865 人	
年總配水量	1,523,195,000 m ³	
日最大配水量	4,126,000 CMD	
日最大配水量	4,589,700 CMD	

（2012 年）

1.2 考察目的

全球氣候變遷日益劇烈，如何有效運用水資源的議題持續被各國所高度關注，國內大環境不佳之情況下水源開發不易，因此節流工作勢在必行。基於企業、社會民生責任，及確保民生及工業用水供給無缺，如何降低漏水率儼然已是本公司面臨的嚴峻課題。近期首要工作係執行102年11月甫獲行政院核定辦理之「十年(102-111年)降低漏水率計畫」，預期目標在十年內將本公司漏水率降低5.3%，至111年漏水率可達14.25%以下，甚至更低。

為獲得降低漏水率成效，一般係透過水壓管理、修漏效率與品質、主動漏水控制、管線資產設備維護等漏水控制四大策略。然而漏水調查工作為主動漏水控制策略之工作一環，日本東京都2012年漏水率僅為2.2%，其歷年降低漏水率成效之演進，執行方針與做法必定有值得本公司參考之處，冀期本次考察可精進本公司漏水調查等相關業務，襄助「十年(102-111年)降低漏水率計畫」達到各項預期目標，以資改善經營績效。

第二章 考察過行程概述

2.1 考察行程簡介

本次出國時間為 103 年 11 月 24 日至 103 年 11 月 28 日，24 日與 28 日為移動日。東京都水道服務社駐台人員安排考察與拜訪行程為 103 年 11 月 24 日至 103 年 11 月 27 日計三天，內容詳如表 2.1。

表 2.1 赴日本東京都考察行程

	時 間	內 容	地 點
11/24 (一)		搭機抵達成田機場	
11/25 (二)	09:00	出發飯店	
	10:00-16:30	考察檢現場測漏工作	埼玉縣久喜市 、春日市
11/26 (三)	08:50	出發飯店	
	09:00-10:00	拜訪東京都水道局	東京都水道局
	10:30-11:30	拜訪東京水道服務社	東京水道服務社
	13:30-16:30	參訪研修開發中心	東京都水道局 研修開發中心
11/27 (四)	09:00	出發飯店	
	09:30-16:30	訪談管網評估及漏水調查事宜	東京水道服務社
11/28 (五)		搭機返抵桃園機場	

2.2 觀摩久喜市漏水調查

103年11月25日上午觀摩琦玉縣久喜市現場漏水調查。久喜市售水率90%以上，未達日本政府規定之自來水系統售水率目標值95%，因此仍積極辦理漏水防治工作。

該市未建置分區計量管網，因輸配水管漏水少，漏水調查重點在用戶給水管。調查方式先由抄表人員或志工(報酬較低)，使用京都水道局自行開發之時間積分式漏水探知器(如圖2.2.1)記錄水表處之噪音(低技術層級)；再由專責單位判讀噪音記錄，篩選可能漏水之給水管，交由檢漏技師作用戶水表聽音棒聽音複查(如圖2.2.2)；如確定有漏水，再經測漏器、探挖確定漏水點後(亦可能測得配管漏水)，進行修漏。

久喜市用戶水表聽棒聽音複查工作係委託東京水道服務社辦理，該社人員表示，利用漏水探知器調查漏水之準確率約6%，該社正改良研發準確率更高之機種。目前該社研發之漏水探知器並未上市，無法引進國內；惟該社可接受委託以漏水探知器作漏水調查，因其準確率尚低，公司應無考慮委託辦理之必要，目前仍由檢漏人員以聽音棒逐戶聽音普查方式作漏水調查。

圖 2.2.1 時間積分式漏水探知器

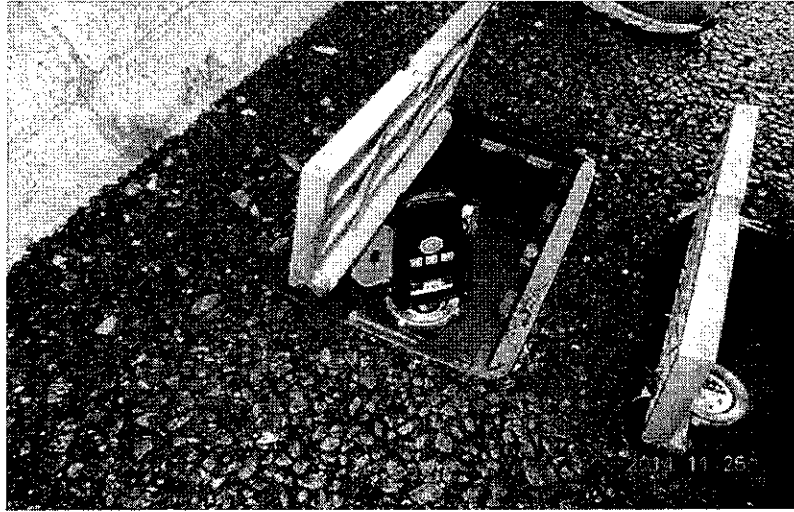


圖 2.2.2 聽音棒用戶水表聽音



2.3 觀摩春日市漏水調查

103 年 11 月 25 日下午觀摩琦玉縣春日市現場漏水調查。春日市售水率亦達 90% 以上，輸配水管漏水少，漏水調查同久喜市重點

在用戶給水管。觀摩中發現配水管之制水閥盒，皆標示管徑、管種、控制方向，讓操作維護人員一目了然，值得公司學習。

2.4 拜會東京都水道局

103年11月26日上午拜會東京都水道局，與該局企劃部調查課國際施策推進係係長石島由紀、主任木村哲也座談。該局只維持少數漏水調查人員，大部分漏水調查工作委託東京水道服務社(TSS)辦理。東京水道服務社為東京都水道局投資成立的子公司，為東京地區漏水防治更有效率的推動，東京都議會特制訂法令，讓東京都水道局漏水調查工作得以直接交付東京水道服務社辦理。

東京水道服務社員工大部分為東京都水道局退休人員，具有相當豐富的工作經驗與極為敬業的工作態度，對東京地區漏水防治有極大貢獻。台灣地區於八十年初成立中華自來水服務社，即仿照東京水道服務社模式，集合自來水界退休人員之經驗與智慧，為台灣自來水事業繼續貢獻心力，惟礙於法令限制，二十幾年來並未發揮太大功能。近年公司退休潮，有經驗之老員工短期間大量退休，造成公司業務青黃不接，如有東京都水道局與東京水道服務社之合作模式，應可無縫接軌。台灣地區政治與利益的掛勾，層層限制自來水事業的發展，如何突破困境？只能期待大事件發生後的契機。

東京地區已完成分區計量管網建置，漏水調查以小區為單位，

因漏水率低調查頻率約 4 至 6 年 1 次。平常以水壓(3~4kg/cm²)監測資料來研判小區漏水狀況，有問題之小區則做機動調查。其小區並未全面裝設固定式流量計(可減少水頭損失及維護工作、費用)，漏水調查時以管夾式超音波流量計，量測調查前後供水量比對。公司目前分區計量管網建置覆蓋率尚低，後續漏水調查策略應分雙軌進行，已建置區計量管網地區，以小區為單位，選擇售水率低之小區為優先對象；未建置區計量管網地區，以供水系統為單位做巡迴普查，供水系統中漏水潛勢高之區域，提高調查頻率，以提升整體作業績效。此外公司小區裝設之固定式流量計，雖可即時了解供水量與漏水之情形，惟公司供水管網水壓普遍偏低、機電儀表維修人力不足，再者小區經過整體改善，漏水復原速度較緩慢，每年以管夾式超音波流量計比對 1 次即可，平常以水壓觀測，如有狀況再機動比對，因此建議小區改售水率達 85%以上後拆除固定式流量計，可降低其水頭損失，有利檢漏並維持較良好之供水水壓及節省維修費用。

東京都水道局委託東京水道服務社漏水調查工作，係以區域調查管線長度與用戶數計價，並未訂定檢出漏水量或提升售水率做為驗收標準，主要原因為日本漏水調查人員一步一腳印極盡己能之工作態度，絕不偷工，並以檢出地下漏水為榮。公司以前委外檢漏曾

以檢漏管長計價，因承包商以技術不佳人員充數，無法檢出漏水且發生計價糾紛。後續有以檢出漏水量做為驗收標準，量化數據較無糾紛，案件結束後又漏水復原，無法達到降低漏水率之效果。目前霧峰降漏專案及基隆、台中、高雄總顧問標專案，可能訂定某時程須達到一定售水率之驗收標準，因售水率影響因素複雜、變數亦多，優良廠商是否打退堂鼓，尚待觀察。公司漏水調查人力不足，如要提高作業頻率，委外辦理為必走之趨勢，本處正積極規劃，爾後承攬公司漏水調查工作時，對其作業人員之技術檢驗如何規範，及訂定嚴謹合理之驗收標準，讓委外漏水調查機制更為完善。

東京都之漏水率已降至 2.2%，其漏水調查之業務大幅萎縮，因此東京水道服務社積極往國外拓展業務及技術輸出，該局在本公司執行台中 14 小區、員林 0306 小區、嘉義高地小區之漏水調查試辦計畫，其嚴謹的作業規劃、一絲不苟的工作態度、對問題的精析解剖，均讓本公司參與人員學習甚多技術與經驗。

本公司與東京都水道局已簽署技術合作備忘錄 (MOU)，希望雙方透過工作人員交流，達到加強彼此間自來水事業的進一步發展，促進並提升技術、經驗及知識。以彼此合作關係進一步推動自來水國際化。

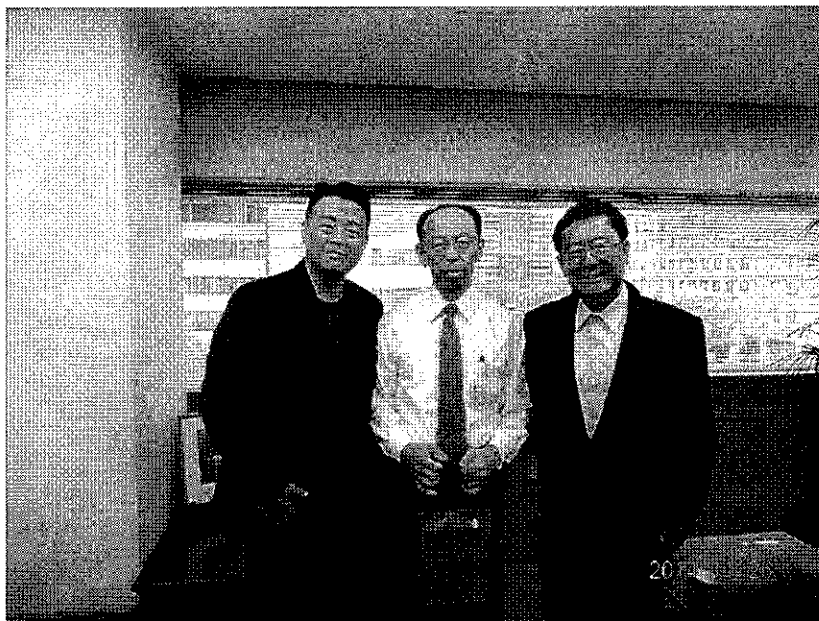
圖 2.4.1 拜會東京都水道局調查科



2.5 拜會東京水道服務社社長

103 年 11 月 26 日上午拜會完東京都水道局後，轉往鄰近的東京都水道服務社後拜訪增子 敦社長，社長表示歡迎本公司派員考察之外，並希望短暫三天的考察行程安排能達到預期收穫。在短暫的相互禮貌性表達對兩國時事的關注後，結束拜會。

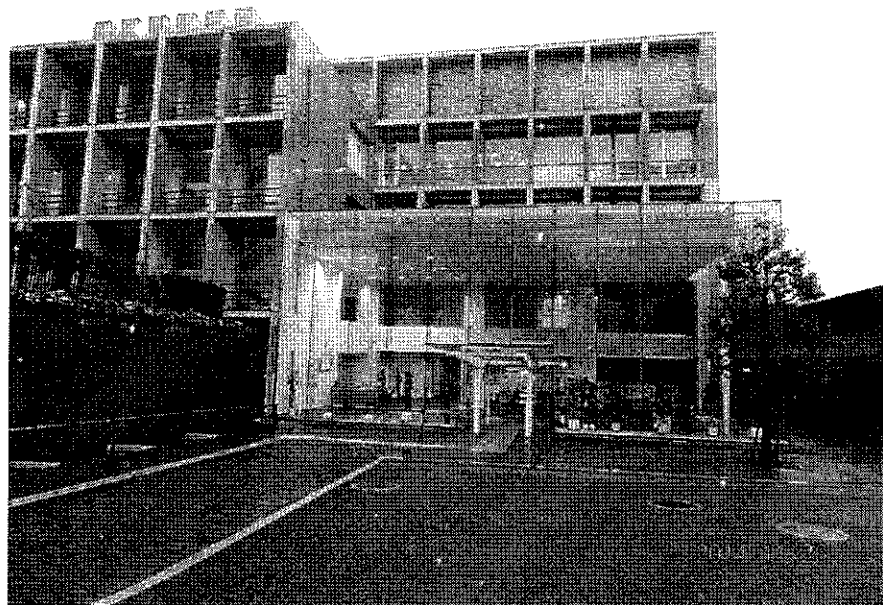
圖 2.5.1 拜會東京都水服務社社長 增子 敦



2.6 參訪東京都水局研修開發中心

103 年 11 月 26 日下午參訪東京都水道局研修開發中心。該中心分研發與訓練兩部門，研發部門研發項目主要有用戶水表、管材、管線接頭及漏水調查儀器；訓練部門訓練項目主要有管線承裝、管線施工及漏水調查。(如圖 2.6.1)

圖 2.6.1 研修開發中心



研修開發中心漏水調查訓練項目包括：

1. 聽音棒測漏訓練：模擬設置延性鑄鐵管、塑膠管、鉛管等 3 種不同管線材質之地下滲漏點，讓學員在水錶箱止水栓處以聽音棒聽其由用戶給水管傳遞漏水產生之噪音，因不同管線材質其漏水噪音音頻不同，訓練學員熟悉各種管材漏水之聲音。(如圖 2.6.2)

圖 2.6.2 聽音棒測漏訓練場地



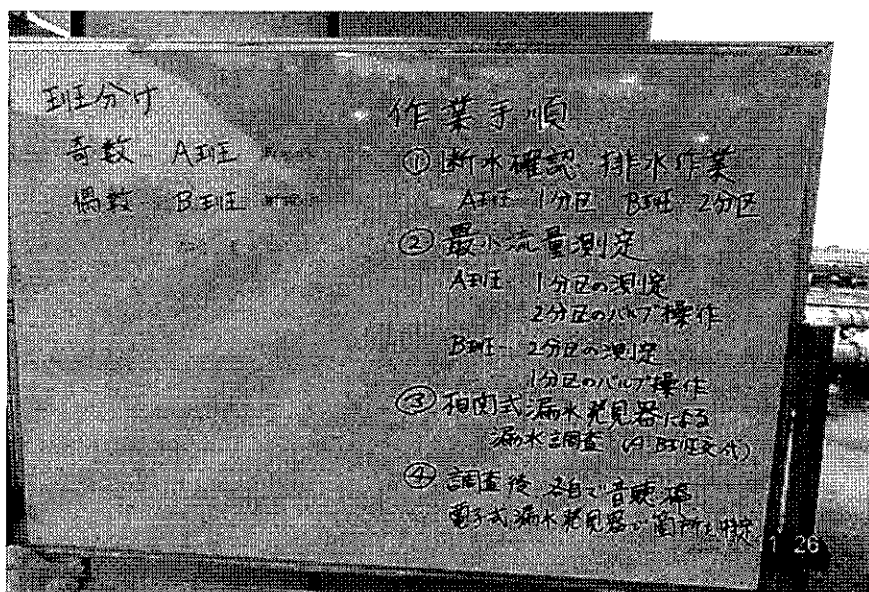
2. 電子式漏水探知器測漏訓練：利用電子測漏器訓練學員路面聽音座地下管線漏水調查。測漏器由補音器、擴大器及耳機組成，利用漏水引起之震動聲，以電氣方式探測出來，將探測所得震動能變換為電能，再加強擴大後變成聲音由耳朵聽得。測漏器管線測漏為公司目前測漏之重心，同仁對測漏器使用都有一定熟捻度。(如圖 2.6.3)

圖 2.6.3 電子測漏器測漏訓練



3. 漏水調查訓練：訓練學員小區漏水調查程序，包括斷水(封閉)確認、夜間最小流測定、相關式漏水發現器(相關儀)漏水調查、聽音棒及測漏器漏水調查等作業。(如圖 2.6.4)

圖 2.6.4 小區漏水調查訓練

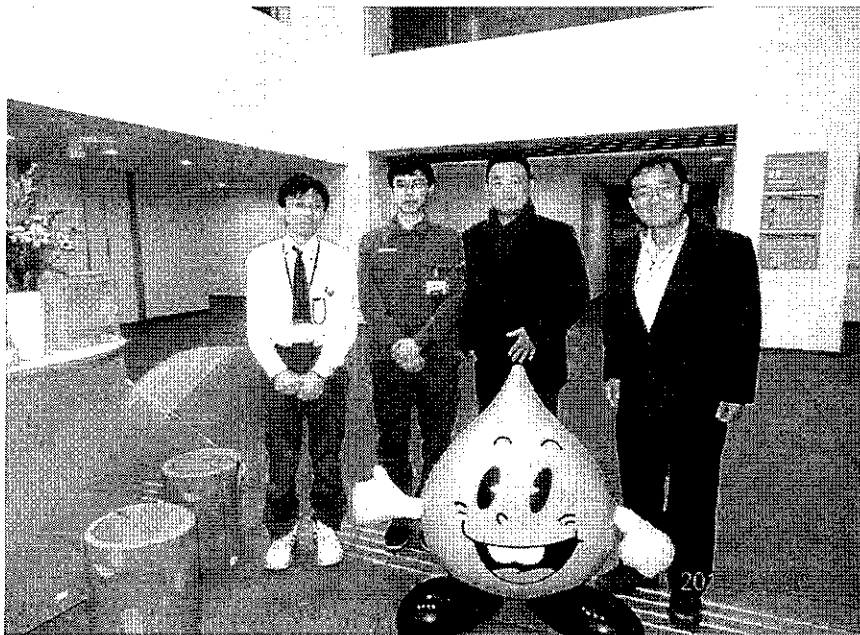


除上述測漏訓練，該中心亦研究示蹤氣體測漏技術，其氣體測定器類似透地雷達，與丹麥 Leif Foch 測漏公司機種有些差異。示蹤氣體測漏可偵測出較小漏水點，有其特殊功能，後續對該測漏技術之發展仍需密切注意，適當時機可引進公司。

該訓練中心主要訓練對象為東京都水道局員工、日本自來水事業相關人員及水協會的成員，辦理管線、電氣、檢漏操作實務及技術教育訓練。此外亦代訓與東京都水道局簽訂技術合作備忘

錄 (MOU) 國家之技術人員，本處正規劃派遣測漏技術人員赴該中心受訓。另該中心訓練器材及場地設備完善，值得公司「自來水員工訓練園區」規設之參考。(如圖 2.6.6)

圖 2.6.5 與研修開發中心導覽人員合影



2.7 參訪東京水道服務社推進部事業課

103 年 11 月 27 日再度參訪東京水道服務社，與該社推進部事業課資深工程師大野 平研討東京都漏水防治之過程及成效。大野先生參與東京都漏水防治工作 40 餘年，經驗極為豐富，參訪過程中收益良多，有關漏水防治之對策彙整如表 2.7.1。

表 2.7.1 東京都水道局漏水防止對策彙整表

對策	項目	實施策略
基礎的對策	漏水防治作業準備	<ul style="list-style-type: none"> • 財源、組織的支持 • 圖書類整備(管線明細圖、用戶分區明細圖、管線竣工圖) • 調查區域的設定以(小區為單位) • 流量設定設備整備、流量計
	現地調查	<ul style="list-style-type: none"> • 供水量及實質漏水量分析 • 水壓測定 • 漏水原因追蹤、事故記錄審查保存
	管材改良與開發	<ul style="list-style-type: none"> • 配水管、給水管的材質 • 管線裝接技術 • 附屬施工機械類
對的解決對策	機動作業	<ul style="list-style-type: none"> • 即刻修理機制等
	計畫作業	<ul style="list-style-type: none"> • 有效率、效果的漏水調查方法 • 漏水調查機制
預防的對策	事業預算計畫	<ul style="list-style-type: none"> • 漏水預防項目預算分配
	管線設施之設計施工	<ul style="list-style-type: none"> • 耐震、耐久、耐蝕性
	經常性管線汰換	<ul style="list-style-type: none"> • 給、配水管的汰換及材質改善
	給水裝置的構造改善	<ul style="list-style-type: none"> • 巷道多條管線整合 • 減少接合管數 • 水表遷移劃清用戶內外線責任
	管線的維護	<ul style="list-style-type: none"> • 非直管部分的防護、防蝕對策
	殘存管處理	<ul style="list-style-type: none"> • 廢棄給水管管理及分歧點封塞
	管線防止挖損	<ul style="list-style-type: none"> • 其他單位施工安全指導及現場保全
	適當水壓管理	<ul style="list-style-type: none"> • 合理的供水壓力、減壓閥的設置

有關東京都漏水防治之過程及成效，於下一章節「東京都降低漏水率歷年演進與執行方針」詳細報告。

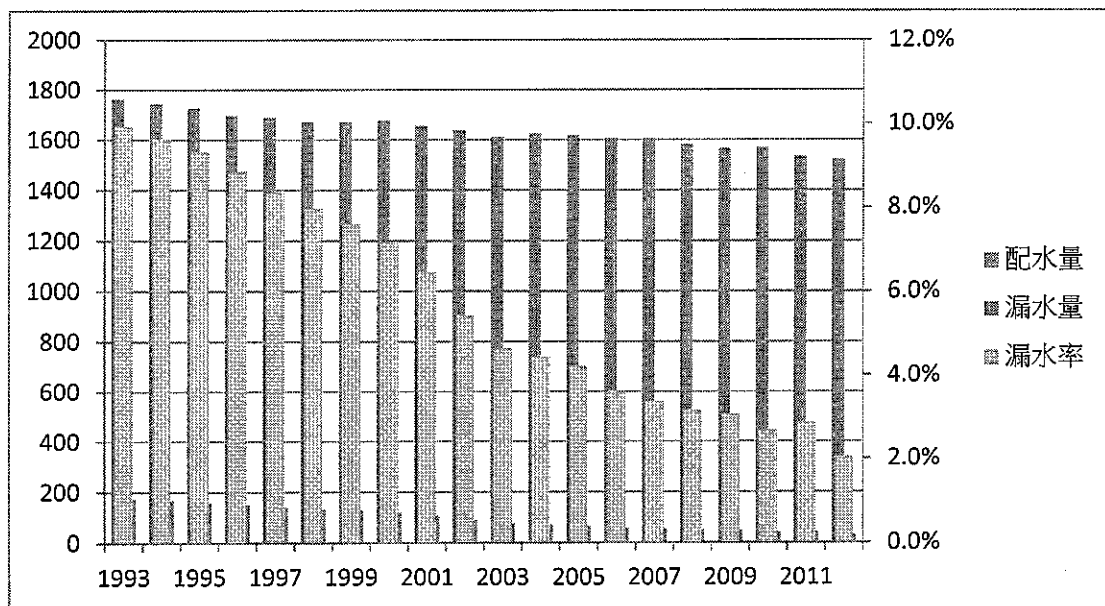
第三章 東京都降低漏水率歷年演進與執行方針

3.1 漏水現況

目前東京都使用的自來水水源，來自於流經都內的利根川、荒川、多摩川及相模川。從這些河川取得的原水，在淨水場經過膠凝、沉澱、過濾、消毒等淨水處理流程後，加壓透過地下管線提供乾淨的自來水給用戶。然而，在藉由地下管線輸送的過程中，由管線流出至地下或地面的自來水，我們稱之為「漏水」。

東京的漏水狀況，從 1993 年的年供水 1 億 7500 萬噸中 9.9% 的漏水率，減少到 2012 年的年供水 15 億 2300 萬噸中僅 2.2% 的漏水率(如表 3.1)。

表 3.1 東京都的漏水狀況



水管常因為本身的老舊化、地震、地盤下陷、腐蝕、交通負重、其他工程的影響，隨時都有發生漏水的可能性。2012 年度總修漏

件數為 1 萬 1,018 件。其中約 97% 為給水管、剩下約 3% 則為配水管的修漏。

漏水大致上分為兩種型態，一種是滲出至地面上的「地上漏水」、另一種則是沒有滲出至地面，在地底下的「地下漏水」。基本上，地上漏水屬於機動性作業，地下漏水則是計畫性作業。機動性作業和計畫性作業的比較，2012 年機動性作業的修漏件數為 10,476 件，計畫性作業的修漏件數為 542 件（如圖 3.1.1）。原則上，地上漏水會在發現、通報的當日內修復完畢。另一方面，由於地下漏水無法目視確認，需透過測漏儀器設備探知而得，被發現時大部分已經漏水一段時間，以一個可計量作業區作推估約占了總漏水量的 7 成左右（如圖 3.1.2）。因此，地下漏水如果沒有計畫性的調查、找出漏水點並加以修復的話，不只是珍貴的水資源會白白浪費，也有可能間接造成二次傷害的事故發生。

圖 3.1.1 計畫與機動案件修漏件數比例

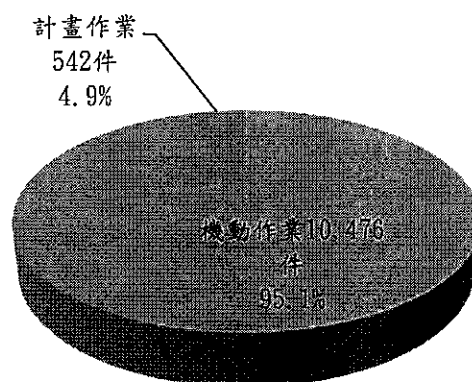
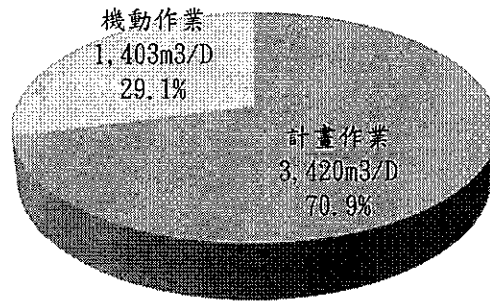
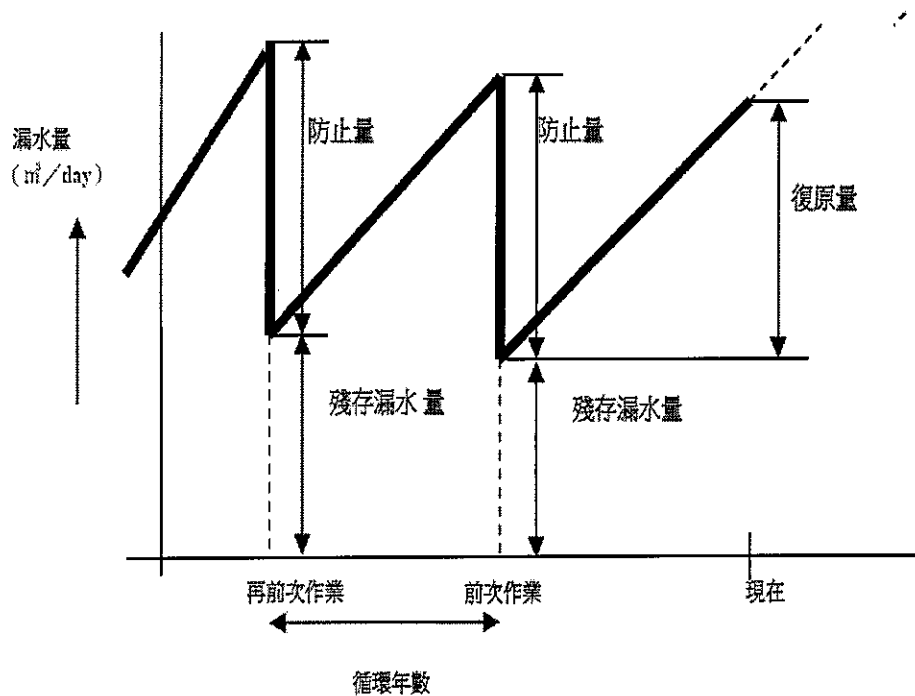


圖 3.1.2 計畫與機動案件漏水量比例 (單一計量區塊)



漏水雖然依據調查到被發現進而修復，但是隨著時間的經過，仍然會發生新的漏水，我們將此現象稱為「漏水復發」(如圖 3.1.4)。這樣的現象更成為漏水防治對策的契機，也讓我們致力於掌握這個現象的發生，找出更有效的防漏對策。

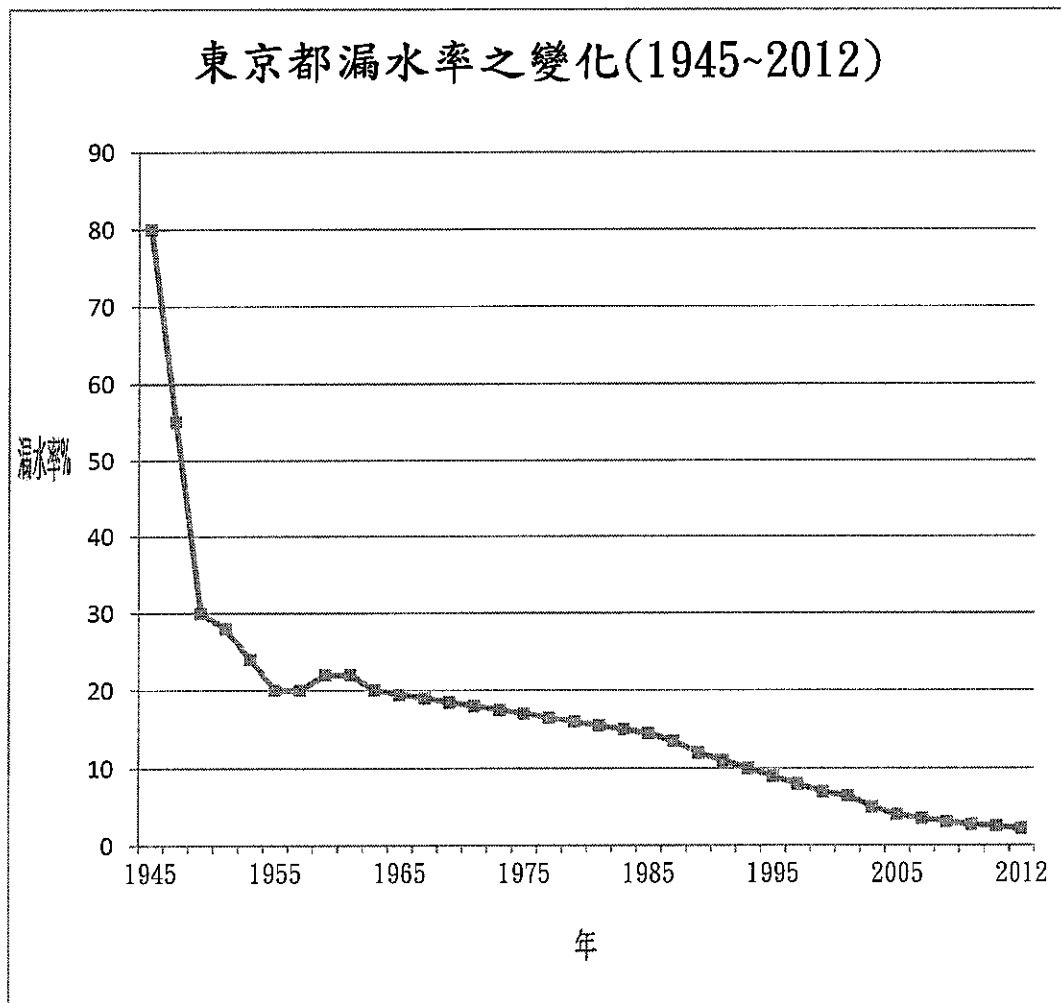
圖 3.1.3 漏水復發趨勢圖



3.2 歷年漏水調查策略方針

東京都於 1945 年戰後漏水率約 80%至 2012 年漏水率 2.2% (如圖 3.2.1)，歷經不同階段漏水率時期，採用的漏水調查策略方針亦有所差異。

圖 3.2.1 東京都歷年漏水率變化



1945-1946 年間為戰後恢復期，機動性緊急搶修戰爭時期遭破壞之管閥等自來水設施，作業完成漏水率迅速降為約 56%。

1946-1955 年恢復因戰爭而中斷的計畫型漏水調查工作，全面性建置約 10 公里供水計量區塊，並以此基礎量測供水量及用水量。

且投入大量人力關閉止水栓以停水之直接測定方式，利用消防水帶聯結制水閥間之消防栓，分析區塊漏水流量，作業完成漏水率降為30%以下。

1956-1975 年間，因應漏水復原特性，分析計畫作業中相關數據，實施市中心區域4年、市中心周圍區域5年、外圍區域7年之漏水調查循環作業，作業完成漏水率降為20%以下。因為作業模式量測漏水量需停水而逐漸不被居民所接受，以及漏水復發可能性增加，思考有重新檢視量測方式之必要性，包括開發間接測定方式。

自1970年起開發夜間最小流量測試，1975年起一併搭配縮小計量區塊之篩選，執行漏水調查。(如圖3.2.2) 漏水調查區塊示意圖及篩選量測判定(如表3.2.1)

圖 3.2.2 漏水調査區塊示意圖

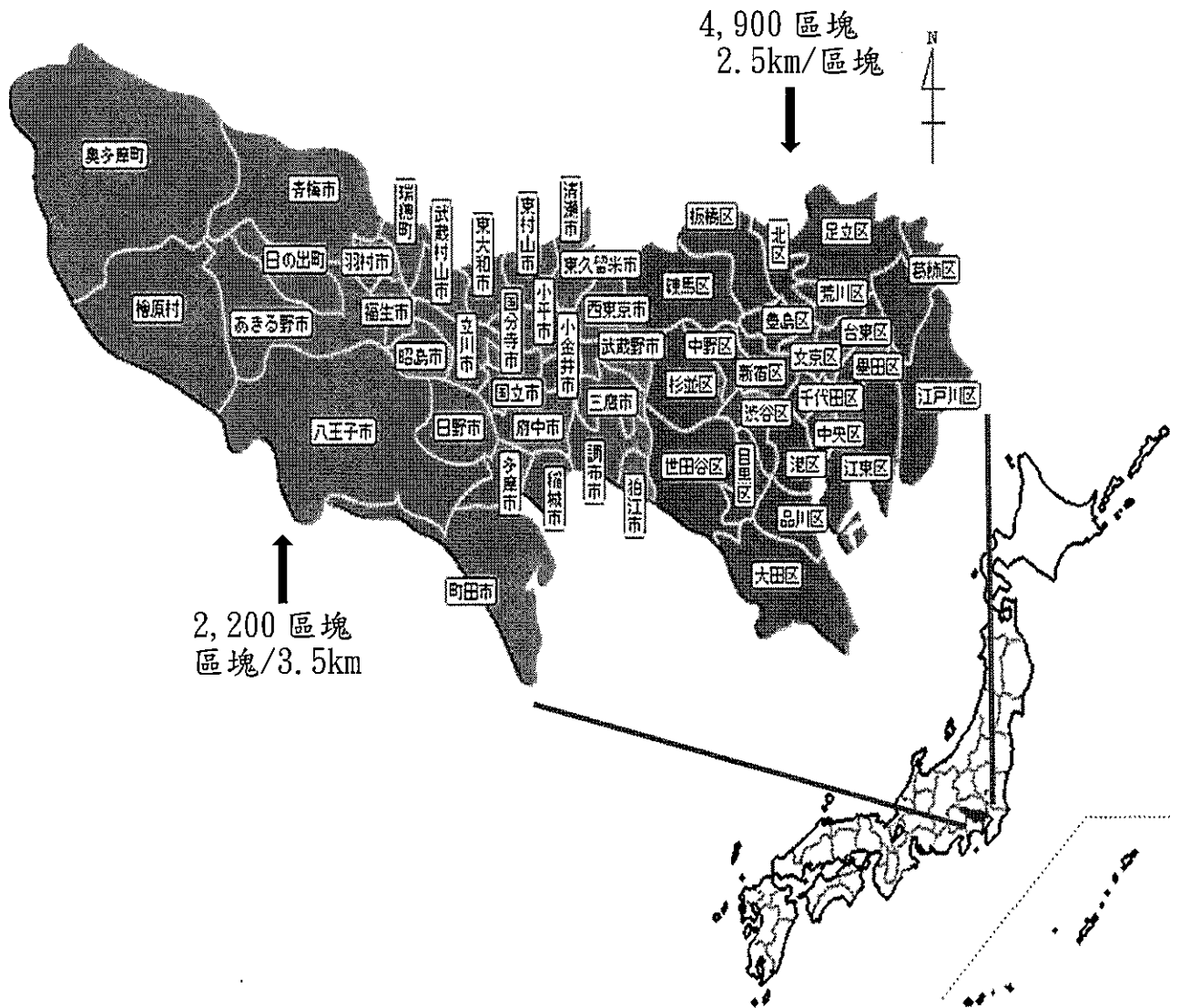


表 3.2.1 小區漏水量篩選量測判定

判定基準 (漏水量: ℓ / 分 / Km)

年度	1978~1984	1985~1987	1988~2006
A 判定	未滿 40	未滿 30	未滿 20
B 判定	40~100	30~80	20~60
C 判定	100 以上	80 以上	60 以上

因小區計量與最小流量測定法之開發，舒緩了大量作業人力壓力，整合使用自動記錄器及開發高精度漏水探知器，更因導入容許漏水量篩選特定區塊之漏水管線，評估當時可用的相關預算資源排定，集中調查使發現率提升，精進了降漏成果，作業至 2006 年已大幅將漏水率降至 3.6%。

篩選判定作業概要：

1. 篩選量測作業

小區之配水管每 Km 之最小流量（近似漏水量）分成 A、B、C，決定今後漏水調查作業方法及配套措施。

2. 調查作業

判定 A 不進行漏水調查作業（容許漏水量）。判定 B 則實施巡回漏水調查。判定 C 實施巡回漏水調查、不明管線清查、給水管調查與改善、複測、汰換配水管線等。

值得一提的是，降低漏水率的最終成果，除以區塊為基礎在不同漏水率階段施以不同的漏水調查作業方式之外，仍需仰賴投入大量的配水管線汰換成延性鑄鐵管、給水管線巷道整合、給水管線汰換成不銹鋼管等總體性的漏水防治策略與作為，方能克盡全功。

3.3 漏水調查計畫與方法

3.3.1 計畫性作業

所謂「計畫性作業」是指將管網埋設的配水小管，依據一定的距離進行小區切割，並且一小區一小區逐一地有計畫的進行調查。調查內容包含，檢測漏水的地毯式調查、把握漏水動向及漏水量的漏水測定作業、制水閥及水管的抗震調查。

在東京都 23 區，從 1913 開始將漏水防治列入各區業務。漏水調查由 6 個支所(14 營運所)負責，修理工程則外包給其他業者。另外，在多摩地區的 26 市鎮，漏水調查由東京水道服務社進行監控調查，修理則是外包給其他業者。

a. 地毯式調查

地毯式調查是指以小區為單位進行相關的調查，其中調查內容包含各戶的水表，均以音聽棒調查是否有漏水的戶別聽音調查，在交通流量較少的夜間裡，以電子式漏水探知器找出特定漏水點的夜間路面音聽調查等。地毯式調查的選定區域條件，除了要考慮過去該區所進行過的工程之外，也要考慮到該區去年的漏水情形。此外，2003 年開始，部分區域在委託東京水道服務社進行調查時，也以積分式檢漏器取代音聽棒實施戶別調

查。

b. 漏水量測定調查

漏水量測定作業的執行目的是在於掌握東京都內推估整體的漏水量及漏水的動向。在都中心內為了更能掌握正確的漏水量，在夜間鮮少人使用水的時段裡，約以 300 到 400 戶為測定對象實施夜間最小流測定。藉由測定一定區域並累進推估整體的總漏水量。2010 年以來，根據實施測定後的結果，對於今後在漏水防治對策的檢討上有一定的幫助。另外，漏水量測定作業從 2005 開始，部份區域委託東京水道服務社代為執行。

3.3.2 機動性作業

由用戶通報或是職員在巡視時發現地上漏水並加以修理，這就稱做是機動作業。區部內有 6 間支所(14 營運所)的職員、外包廠商均 24 小時待命，一有通報馬上前往修漏。另外，在多摩地區的 26 市鎮則委託東京水道服務會社 24 小時監督、外包廠商待命修漏。

3.3.3 漏水調查方法

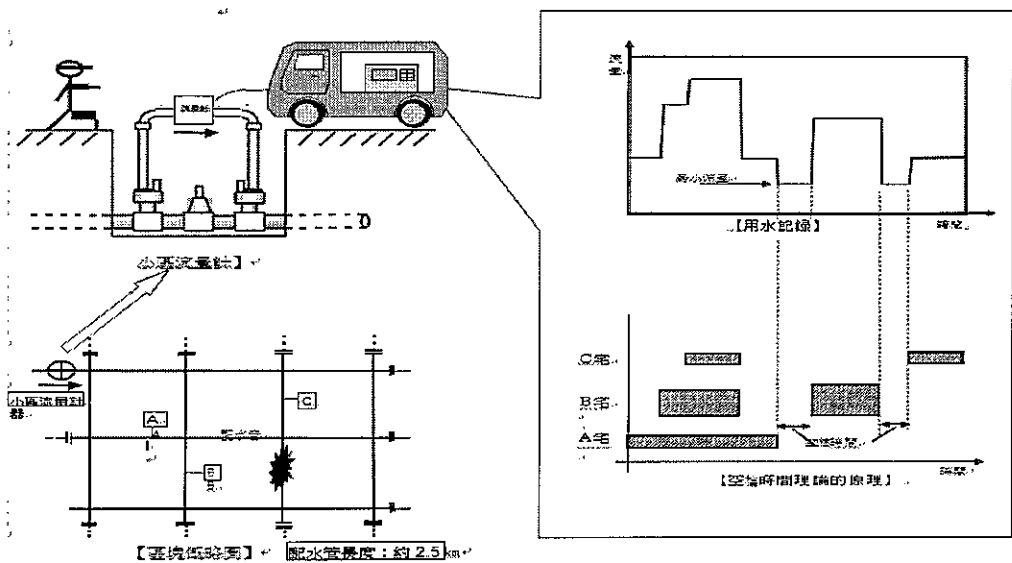
目前在漏水調查中常用的幾個方法。根據小區過去的施工狀況及漏水狀況，篩選小區施以測量漏水量的「夜間最小流測

定法」；利用漏水聲判斷是否為漏水和找出漏水點的方法(音聽法、相關法、積分式檢漏器)，利用這些方法執行漏水調查

(1) 夜間最小流測定法

「夜間最小流測定法」指的是，在一定區域內，利用夜間鮮少人或可能沒有人使用水的空檔，測出該區漏水量的方法。首先將欲進行調查的區域周邊的制水閘關閉，形成一個封閉的狀態。接著在該區的進水點裝設流量計，並且讓水通過此流量計記錄流量，所記錄到的最小流量值(因為是鮮少人或可能沒有人使用水的情況，水管內的水仍然有在流動)，判定出該區的近似漏水量。在這個測定中所使用的流量計，是東京水道局與民間企業共同開發的高精密最小流測定裝置。

圖 3.3.3.1 夜間最小流測定作業圖



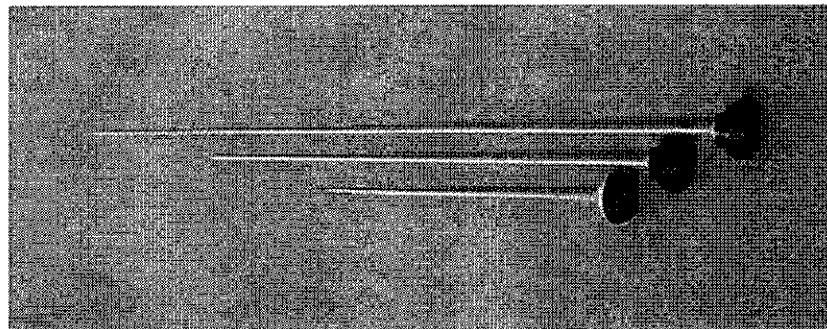
(2) 音聽法

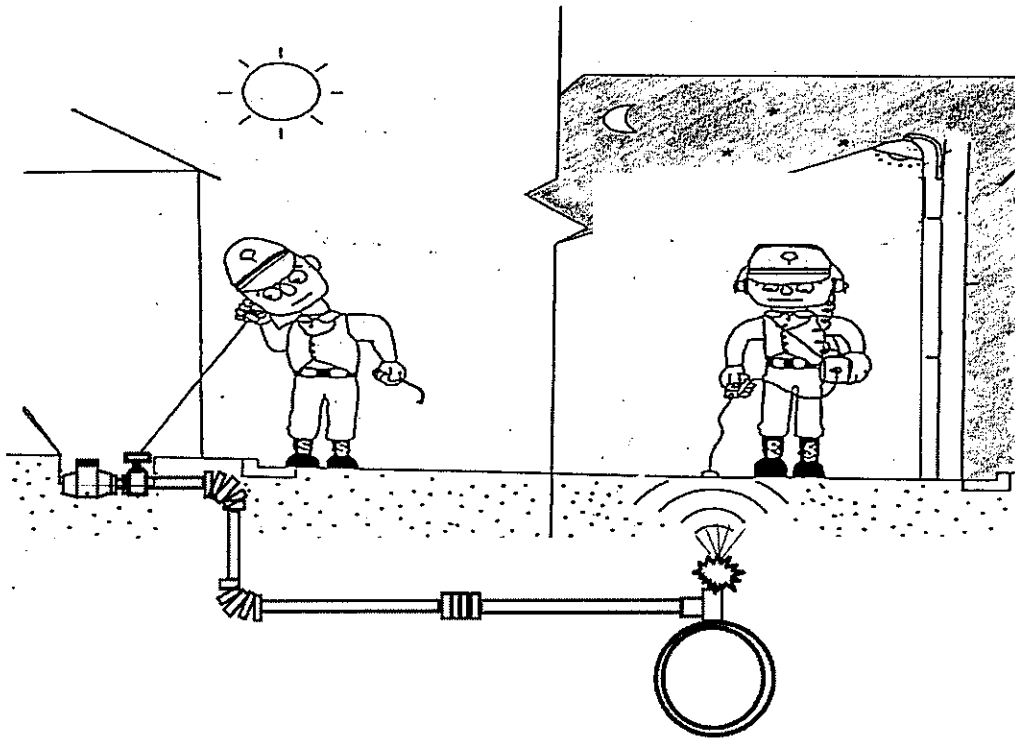
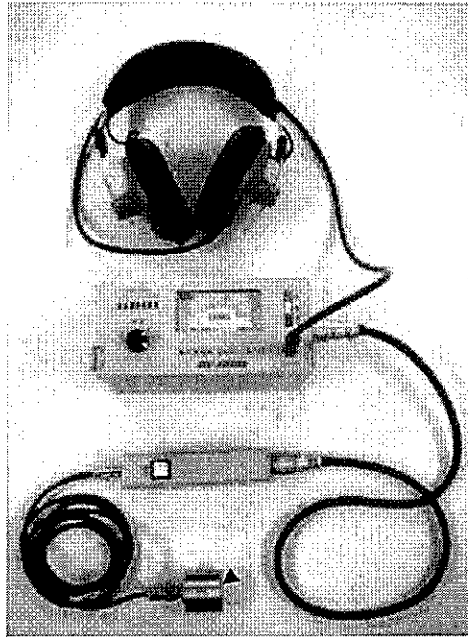
「音聽法」指的是利用音聽棒或電子式漏水探知器，捕捉漏水音的方法。

音聽棒—藉由音聽棒前端接觸水錶、制水閥、消防栓等，並將耳朵貼再震動板上，利用震動傳導聽取由管線傳導過來的漏水聲。音聽棒主要是用來確認附近是否有漏水發生，要正確找到漏水點還是有些難度。

電子式漏水探知器—將能把漏水聲轉換成電子信號檢出器(Pickup)置於地面，透過地面傳來的震動增加漏水的聲音幅度，截取漏水聲。由於在漏水點上方所聽到的聲音最為大聲，藉由依序移動 Pickup 來找出漏水的位置。

圖 3.3.3.2 聽音棒、電子式漏水探知器



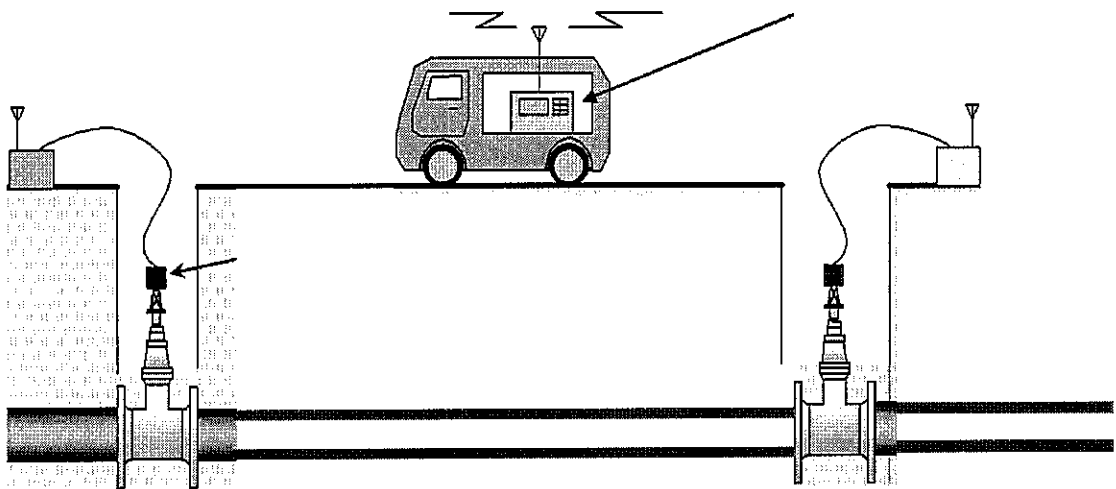


(3) 「相關法」

利用相關式漏水檢測裝置(相關儀、感應器、增幅器、無線器等)找出漏水位置的方法。首先在疑似發生漏水的路段上，找兩個在漏水點前後的制水閘、消防栓等與漏水管線相連的設施，並且在裝設上感應器。相關儀放在兩個感應器的中間，利用漏水點發出的聲音到兩個感應器捕捉到聲音之間的時間差，加上兩個感應器間的距離與管線聲音傳導的速度，來計算出確切的漏水位置。

相關法的優點在於，感應器是直接捕捉管線上的漏水聲，不會受到外在因素(雜音等)和埋設深度的影響。這套相關式漏水檢測裝置是由東京水道局與民間企業供同開發而成。

圖 3.3.3.3 相關儀作業示意圖



(4) 積分式漏水探知器

積分式漏水探知器，是利用漏水聲的連續性來判斷是否為漏水。這個裝置是藉由前端的感應器去接觸水錶或是給水管，經過一定的時間(10秒到3分鐘左右)判斷是否有漏水的可能性。這個裝置的優點在於，不容易受到斷斷續續的使用水聲和車輛帶來的雜音影響，而且操作者不一定需要相關專長。積分式漏水探知器是由東京水道局與民間企業供同開發而成。

圖 3.3.3.4 積分式漏水探知器



3.4 漏水調查技術的培育與傳承

東京都水道局於 2005 年設立研修開發中心，佔地約一萬九千平方公尺，由玉川淨水場原址改建而成，主建築物為三層

樓教室及辦公建築並設有戶外實習的場地，其主要訓練對象為東京都水道局員工、日本自來水事業相關人員及水協會的成員，辦理管線、電氣、檢漏操作實務及技術教育訓練。該中心可以說是東京都甚至是日本國家級自來水技術研發培育與經驗傳承的推廣核心，也奠定了先進自來水技術的基礎。

第四章 心得與建議

在考察各單位的報告中，已分別概略提出一些感想，最後整理總結心得與建議。

一、漏水調查以供水系統小區為基礎單元，最易達成防漏績效，公司十年降低漏水率計畫將大量建置分區計量管網，因汰換管線工程數量龐大，現有承包商施工能量有其極限，勢必排擠分區計量管網建置工程之執行，往後年度將越趨惡化。

公司目前正規畫以統包方式，希望擴大民間參與，藉以加速推動分區計量管網的規劃與建置，建議相關委外標案訂定契約工作內容以建置（大、中、小）分區計量數目多寡、抑或是覆蓋率為精神，可思考與漏水率或售水率之績效脫鉤，提高投標案廠商意願與降低可能的履約爭議，提升全公司分區計量管網建置的真實性與參考價值，更可紓解區管理處人力普遍不足的壓力。後續再仿效東京都水道局的做法，縮小範圍以小區塊的漏水調查作業，找出弱勢管段區域、排除殘留多年的不明管線，再列出改善管網體質的優先順序，以資評估投入汰換管線的量能與時機。

二、東京水道服務社漏水調查技術相當純熟，在本公司台中 14 小區、員林 0306 小區試辦漏水調查過程中，本公司亦全程參與，研訂漏水調查的作業規範與項目流程，作為漏水防治處各區隊與各區

處配合執行漏水調查的標準作業程序。

隨著分區計量管網建置數量增加，漏水調查工作更繁重，公司人力將無法負荷，委外辦理為必走之路，提早訂定作業規範因應，讓工作順利推展，充分發揮建置分區計量管網之效益。

三、降低漏水率是減少供水損失與耗能控制的長期管理工作，雖涉及的事項因素頗為龐雜，但首要的分區計量與漏水調查確實是可以仰賴的可靠診斷工具與方法，檢修漏只是漏水調查過程中維繫著正常供水的充分條件，整體管網體質提升的必要條件諸如水量水壓數據的傳輸預警分析系統、合宜的供水操作模式、水計量準確計量、有效益的管線汰換、用戶給水管汰換為不鏽鋼波狀管、巷道整合等仍然是自來水事業體無可避免的嚴峻課題。逐一釐清問題核心，促使本公司相關預算經費做最有效運用在「分區計量管網」為基礎的降低漏水率四大策略相關工作，奠定公司永續經營的基石。

四、東京都漏水防治成效顯著，最重要因素為經 40 餘年長期使用優良管種(配管-延性鑄鐵管、給水管-不鏽鋼管)及防脫落接頭持續汰換管線，檢修漏只是汰換管線過程中維持漏水不惡化之手段。管線體質不良，檢修漏後漏水仍會復原，其實對降低漏水成效有限，持續改善體質差之管線，才能達到漏水防治最終目標。

公司早期使用經濟管種、施工品質不良，造成漏水嚴重，目前檢修漏只在承擔其惡果。管材、施工品質優良，漏水自然少，檢修漏量亦相對降低，公司既然投入龐大經費汰換管線，務必從源頭做好，使用質優管材、嚴格控管施工品質，才能使汰換後之管線長久維持良好狀態，如同東京都地區經長期持續汰換管線後，漏水率達到世界級水準。