

自來水會刊第 38 卷第 1 期目錄



實務研究

- 臺北自來水事業處試辦山區高密度聚乙烯(HDPE)管用戶接水案例成效探討 ……文其正…… 1
停水後欠費催繳之實務案例探討……………林彥真、黃建勳…… 8

本期專題 工程技術

- 快速調升降人手孔蓋(NSC)工法應用探討 ……吳俊銓、黃士軒、蔡讚宏、李丁來……14
小型加壓站供水管網汰換規劃與平地系統之差異分析……………林哲生…… 22
食水崙溪集水廊道伏流水模組化探討……………林建志…… 32
碎冰洗管工法清洗自來水管線成果初探……………黃裕泰、林進誠…… 41
鳶山堰開門更新改善工程規劃設計與監造……………蕭佳宏…… 51

一般論述

- 提升屏東縣供水普及率策略分析……………邱柏誠、李嘉榮、王明孝、謝東穎…… 64
陽明山高地供水之最適化研究—以鹿角坑加壓站供水系統為例……………陳俊豪…… 72

業務報導

- 參加2018年國際水協會雙年會及展覽會紀實……………吳陽龍、駱尚廉、林財富…… 78

協會與你

- 歡迎投稿 108年「每期專題」…………… 7
中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法…………… 40

封面照片：鳶山堰開門 自來水公司提供

自來水會刊雜誌稿約

- 一、本刊為中華民國自來水協會所發行，係國內唯一之專門性自來水會刊，每年二、五、八、十一月中旬出版，園地公開，誠徵稿件。
- 二、歡迎本會理監事、會員、自來水從業人員，以及設計、產銷有關自來水工程之器材業者提供專門論著、實務研究、一般論述、每期專題、業務報導、專家講座、他山之石、法規櫥窗、協會與您、會員動態、研究快訊、學術活動、出版快訊、感性園地、自來水工作現場、自來水廠(所)的一天等文稿。
- 三、「專門論著」應具有創見或新研究成果，「實務研究」應為實務工作上之研究心得(包括技術與管理)，前述二類文稿請儘量附英文題目及不超過 150 字之中英文摘要，本刊將委請專家審查。「每期專題」由本刊針對特定主題，邀請專家學者負責籌集此方面論文予以並列，期使讀者能對該主題獲致深入瞭解。「專家講座」為對某一問題廣泛而深入之論述與探討。「一般論述」為一般性之研究心得。「業務報導」為國內自來水事業單位之重大工程或業務介紹。「他山之石」為國外新知或工程報導。「法規櫥窗」係針對國內外影響自來水事業發展重要法規之探討、介紹或說明。「研究快訊」為國內有關自來水發展之研究計畫期初、期中、期末報告摘要。「學術活動」為國內、外有關自來水之研討會或年會資訊。「出版快訊」係國內、外與自來水相關之新書介紹。「感性園地」供會員發抒人生感想及生活心得。「自來水工作現場」供自來水從業人員，針對工作現場發表感想。「自來水廠(所)的一天」為提供自來水基層廠(所)的工作現況，增進社會各界對自來水服務層面的認識。「會員動態」報導各界會員人事異動。「協會與您」則報導本會會務。
- 四、惠稿每篇以三千至壹萬字為宜，特約文稿及專門論著不在此限，**本刊對於來稿之文字有刪改權，如不願刪改者，請於來稿上註明**；無法刊出之稿件將儘速通知。
- 五、文章內所引之參考文獻，依出現之次序排在文章之末，文內引用時應在圓括號內附其編號，文獻之書寫順序為：期刊：作者，篇名，出處，卷期，頁數，年月。書籍：作者，篇名，出版，頁數，年月。機關出版品：編寫機構，篇名，出版機構，編號，年月。英文之作者姓名應將姓排在名之縮寫之前。
- 六、本刊原則上不刊載譯文或已發表之論文。
- 七、惠稿(含圖表)請用電子檔寄至 aael@mail.water.gov.tw，並請註明真實姓名、通訊地址(含電話及電子郵件地址)、服務單位及撰稿人之專長簡介，以利刊登。
- 八、稿費標準為專門論著、實務研究、一般論述、每期專題、專家講座、法規櫥窗、他山之石、特載等文稿 900 元/千字，「業務報導」為 500 元/千字，其餘為 400 元/千字，文稿中之「圖」、「表」如原稿為新製者 400 元/版面、如原稿為影印複製者，不予計費。
- 九、本刊係屬贈閱，如擬索閱，敬請來信告知收件人會員編號、姓名、地址、工作單位及職稱，或傳真(02)25042350 會務組。本刊將納入下期寄贈名單。
- 十、本會刊內容已刊載於本協會全球資訊網站 (www.ctwwa.org.tw) 歡迎各界會員參閱。
- 十一、本刊中之「專門論著」、「實務研究」、「一般論述」、「每期專題」及「專家講座」，業經行政院公共工程委員會 92 年 3 月 26 日工程企字第 09200118440 號函增列為技師執業執照換發辦法第五條第一項第四款之「國內外專業期刊」，適用科別為「水利工程科」、「環境工程科」、「土木工程科」。

自來水會刊雜誌

發行單位：中華民國自來水協會

發行人：郭俊銘

會址：臺北市長安東路二段一〇六號七樓

電話：(02)25073832

傳真：(02)25042350

中華民國自來水協會編譯出版委員會

主任委員

黃志彬

副主任委員

葉陳萼

委員

陳明州、李嘉榮、康世芳、王傳政、武經文、

駱尚廉、范煥英、洪世政、李丁來

自來水會刊編輯部

臺中市雙十路二段二號之一

行政院新聞局出版事業登記證局第 2995 號

總編輯：李丁來

執行主編：林正隆

編審委員

甘其銓、周國鼎、鄭錦澤、陳文祥、黃文鑑、

梁德明

執行編輯：陳品如

電話：(04)22244191 轉 266

行政助理：古蓁苓

印刷：松耀印刷企業有限公司

地址：台中市北區國豐街 129 號

電話：(04)22386769

臺北自來水事業處試辦山區高密度聚乙烯 (HDPE)管用戶接水案例成效探討

文/文其正

一、前言

臺北自來水事業處目前少量以 HDPE 管(高密度聚乙烯管)埋設於山區作為配水管使用，用以解決埋設水泥襯裡之 DIP(延性鑄鐵管)配水管因山區用戶少，自來水容易造成滯留，而形成水泥襯裡鹼性離子溶出之問題，因 HDPE 並無此困擾，故適用於山區用戶稀少之配水管埋設，水質較為穩定，本處 HDPE 配水管埋設原則為在山區無住戶區域，以全段 HDPE 管埋設，在遇有住戶聚落或研判將來有接水需求之處，預留一小段 DIP 直管供用戶給水申請時以鞍帶施作不鏽鋼給水管接水用，惟仍不時發生住戶申請給水管接水時，附近並無預留 DIP 管可供接水，需由遠處預留之 DIP 處接水，給水管再埋設至用戶住家處，此時工程費用可能相當驚人，常造成用戶因經費過大而放棄申請。

本處五個營業分處，東區、西區、南區及陽明分處供水區域均轄有山區，有少部分地區埋設 HDPE 配水管，如臺北市研究院路三、四段、文山區老泉街、指南宮附近路段、天母古道與陽明山中山樓附近路段等，上述申請接水情況偶有發生，造成不少困擾，本分處在今(107)年 3 月份臺北市文山區老泉街用戶申請接水，因同樣附近並無預留 DIP 配水管，故接水經費相當龐大，用戶不滿陳情，究因工程費龐大實為本處政策所致，不可歸因於用戶，故本分處奉准試辦 HDPE 就

近接水，以節省用戶龐大申請費用以符公允，本案已於 107 年 5 月施工完成，經處內評估試辦成效良好，經會議確認以本試辦案為範例，作為本處各營業分處將來遇相同情況時之施工依循，以維用戶權益。

二、案件原由

該給水申請戶為位於臺北市文山區老泉街 45 巷內之住戶，因老泉街配水管為民國 97 年埋設之口徑 100mm 之 HDPE 配水管。當時為水質穩定考量，避免若埋設水泥內襯之延性鑄鐵管(DIP)，因山區住戶少，配水管中自來水容易滯留，而造成水泥襯裡中鹼性離子溶出，因而採用 HDPE 管材，埋設作為配水管使用，而在用戶給水管方面，仍依本處政策全面採用不鏽鋼管(SSP)，作為給水管使用，而不鏽鋼給水管並無法直接在 HDPE 配水管上接水，所以在用戶密集處改埋設一段 DIP 配水管，供用戶不鏽鋼給水管施作鞍帶分水栓接水，同時在埋設 HDPE 配水管時，亦會視附近居民居住現況預留埋設一截 DIP 配水管，供還未提出接水需求的住戶將來接水用(圖 1、2)。

本案經現場勘查，因該申請戶房屋座落處非屬較密集之房屋聚落處，故當時埋設 100mm HDPE 配水管時，在其屋前並沒有預留 DIP 配水管供不鏽鋼給水管接水用，而本處目前無 HDPE 材質配水管之接水材料及工法。

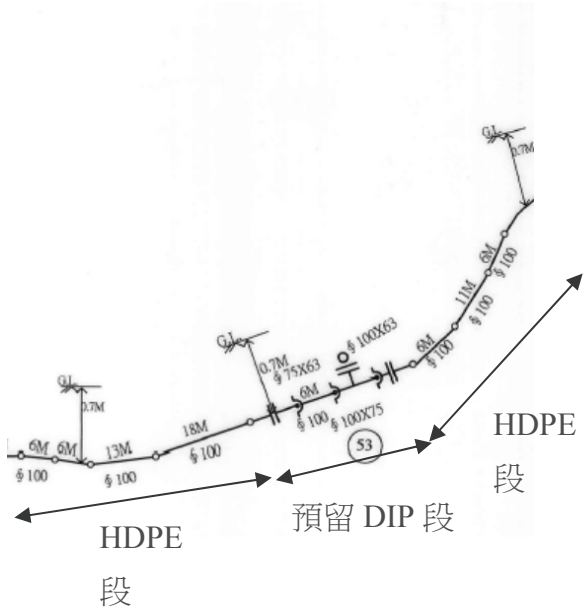


圖 1 HDPE 管預留一段 DIP 管供施作不鏽鋼鞍帶接給水管用



圖 2 HDPE 管 DIP 預留處施作鞍帶接水

依以往做法，需由最近預留 DIP 管段以 SSP 鞍帶接水，埋設給水管至申請戶屋前，依此法經計算埋設長度約 80 餘公尺，申請經費接近 80 萬元(圖 3)，申請戶不同意，後又建議申請戶找一塊靠近該預留處之一塊私地，取得地主同意書後，設置表位就近接水，表後內線自行埋設至申請戶屋前，可較

為節省申請經費，惟在找可供設置表位之處並不順利，無法在預留處附近找到地主同意可供設置表位之處，最後在距離預留處約 27 公尺處找到可供埋設表位之處，經計算申請經費約 29 萬餘元。

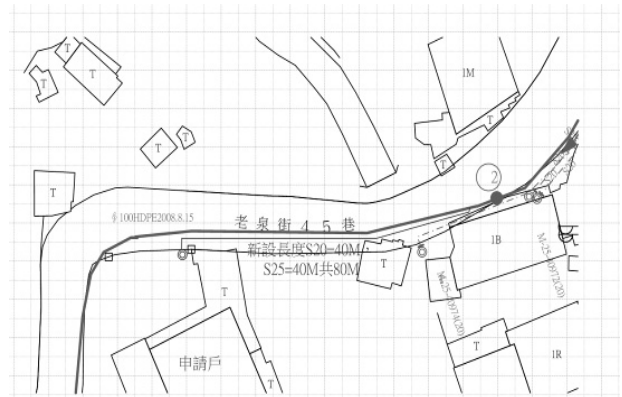


圖 3 住戶申請新設水表設計埋設長度 80M

因該申請戶僅為一般住戶，門口已有配水管經過，申請水表要近 30 萬元，申請戶實在無法接受，進行了多次的陳情表示需繳金額過大無力負擔，且質疑為何不由屋前配水管直接接水而需由遠處接水，認為權益嚴重受損。

三、試辦情形

經本處內部探討，認為該案申請經費龐大係因本處政策所致，與申請戶無關，故本處研擬二個方案，第一個方案為 SSP 給水管由距離申請戶 80 公尺之預留 DIP 處接水，給水管埋設至申請戶門前，其平行配水管長度部分所有工料費由本處負擔，用戶僅需繳交從屋前 HDPE 配水管核算至屋前表位之給水管長度費用較符合情理。

第二個方案為直接由屋前 HDPE 配水管接水，直接埋設給水管至屋前，用戶繳交應負之費用，而本處目前無此由 HDPE 配水管接給水管施工法，故借此次機會試辦。



經內部討論結果，因採第一方案，本處仍須負擔近 80 萬之工程經費，並不是良策，而如採第二方案且試辦可行，將可徹底解決長久以來由用戶需負擔較高額申請經費而放棄申請之不合理情形，故本處決定試辦直接在 HDPE 配水管接水之可行性。

本處研擬 HDPE 直接接水方法有三項，詳如下述：

(一)方案一：以現有不鏽鋼鞍帶直接施做於 HDPE 配水管上，因同口徑 HDPE 配水管外徑較 DIP 外徑為小，其間隙以橡皮包覆 HDPE 配水管，再以鞍帶鎖緊並鑽孔供水，但考量此法因 HDPE 配水管為彈性管材，會因水壓變化管徑會有些許變化，可能會有砂石進入間隙而造成漏水，故評估 DIP 鞍帶分水栓無法直接使用。

(二)方案二：經詢坊間供應商，現行市面採用 HDPE 管分支管常見有鎖式分水鞍，其施作方式簡便、價格便宜，只要上下鞍座以螺絲鎖緊，上方再以工具鑽孔接水即可，一般施作於明管，因如有漏水可立即發現(圖 4)，惟在本案中仍不適用，原因如同前述，水壓正常時 HDPE 配水管可與鞍座接觸面緊密接處不會漏水，但如遇停水，HDPE 配水管斷面面積因無水壓支撐而變小，造成配水管與鞍座中有空隙，如砂土進入空隙中，配水管復水後，配水管與鞍座接觸面不再緊密結合，在山區供水壓力偏高的情況下，很容易造成不小的漏水，因自來水各管件均埋在路面下，除非漏水漏出路面，否則不易察覺造成長期漏水，故也不考慮採此方案。



圖 4 鎖式分水鞍

(三)方案三：另查現行坊間有 HDPE 接水工法，鞍座使用熱熔固定於配水管上，可由屋前直接接水，再以不鏽鋼管施作給水管，施工方便，較為可行。

經內部研議採取方案三來試辦 HDPE 接水，簽准辦理小額採購試用德國 FRIATEC 公司產品(圖 5)，因 HDPE 鞍座分支為 25mm 之分支管，亦為 HDPE 材質，要銜接本處全面採用之不鏽鋼給水管，需有轉接頭才可轉接。


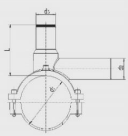
DAA		Pressure Tapping Tees with extra long outlet spigot							
									
<small>For leak free and swarfless tapping up to 10 bar (gas) or 16 bar (water), integral drill with upper and lower stop, gasket in a metal sleeve. With exposed heating element for optimal heat transfer. End plug with internal O-ring seal. Fusible dome (d₁ 32 = MV d 32; d₁ 40 = MV d 40; d₁ 50 = K). Leakage check possible before tapping. For pressure test adapter and actuating key see Product Range FRIATOOLS. Length of the outlet spigots dimensioned for 2 fusion operation.</small>									
PE 100 SDR 11 Maximum working pressure 16 bar (water)/10 bar (gas)									
d ₁	d ₂	Order Ref	Stock-status	BX	PU	d ₃	Drilling Ø d ₃	L	Weight kg/each
40	20	612630	1	20	640	32	16	74	0,250
50	25	612702	1	20	360	40	21	98	0,450
50	32	615080	1	20	360	40	21	98	0,470
63	20	612631	1	16	288	40	21	98	0,500
63	25	612633	1	16	288	40	21	98	0,505
63	32	612632	1	16	288	40	21	98	0,515
63	40	612623	1	16	288	40	21	98	0,530
63	63	616334	1	20	160	50	30	127	1,060
75	40	612813	1	12	216	40	21	97	0,605
90	32	612634	1	12	96	50	30	125	1,040
90	50	612636	1	12	96	50	30	125	1,110
90	63	612701	1	12	96	50	30	125	1,230
110	32	612637	1	10	80	50	30	121	1,320
110	50	612638	1	10	80	50	30	121	1,375
110	63	612624	1	10	80	50	30	121	1,455
125	32	612649	1	10	80	50	30	122	1,510
125	50	612639	1	10	80	50	30	122	1,545
125	63	612309	1	10	80	50	30	122	1,615
140	50	615037	2	10	80	50	30	122	1,545
160	32	612641	1	6	48	50	30	165	1,765
160	50	612642	1	6	48	50	30	165	1,825
160	63	612650	1	6	48	50	30	165	1,900
180	32	612651	1	5	40	50	30	165	1,775
180	50	612644	1	5	40	50	30	165	1,825
180	63	612652	1	5	40	50	30	165	1,910
200	32	612654	1	5	40	50	30	165	1,830
200	50	612645	1	5	40	50	30	165	1,900
200	63	612659	1	5	40	50	30	165	1,950
225	32	612657	1	5	40	50	30	165	1,850
225	50	612646	1	5	40	50	30	165	1,920
225	63	612655	1	5	40	50	30	165	1,970

圖 5 HDPE 鞍座分水栓規格

而 FRIATEC 公司有相關由 HDPE 與不鏽鋼外牙接頭組成之一體成型之零組件(圖 6、7)，為避免將來埋入土壤中漏水不易察覺，故先行組立管件，參照相關試驗規範加壓至 16kg/cm² 水壓持續 30 分鐘無降壓，以確認不鏽鋼管與 HDPE 接頭處無漏水(圖 8)。

MUN Transition Fittings HD-PE/Brass with male thread

Compact part. HD-PE end with exposed heating coils for optimal heat transfer, large insertion depth, wide fusion zone plus cold zones at the end and in the transition area to prevent the flow of molten material for use without holding devices. Brass end permanently anchored in the HD-PE. Cannot be released or rotated. Self sealing patented sealing geometry without elastomer seal. For use in water systems.
Registered by DVGW under registration nos.: DV-7501AU2256 and DV-7501AU2257.
Standard: Brass. Gunmetal and stainless steel on request.
Other thread sizes on request

PE 100 SDR 11
Maximum working pressure 16 bar (water)

d	R	Order Ref.	Stock-status	BX	PU	D	L	Weight kg/each
20	1/2"	612710	1	40	3600	35	91	0.160
25	3/4"	612711	1	30	2700	40	99	0.190
32	1"	612712	1	20	1800	47	112	0.310
32	1 1/4"	612709	1	20	1800	47	120	0.390
32	1 1/2"	612898	1	15	1350	47	121	0.450
40	1"	612721	1	20	1000	58	123	0.480
40	1 1/4"	612713	1	20	1000	58	126	0.460
40	1 1/2"	612718	1	20	1000	58	127	0.520
40	2"	612725	1	20	1000	58	132	0.680
50	1"	612719	1	15	750	70	134	0.620
50	1 1/4"	612716	1	15	750	70	136	0.610
50	1 1/2"	612714	1	15	750	70	137	0.620
50	2"	612706	1	15	750	70	147	0.760
63	1 1/4"	612722	1	10	500	84	138	0.910
63	1 1/2"	612717	1	10	500	84	137	0.890
63	2"	612715	1	10	500	84	142	0.920
75	2"	612694	1	10	320	98	165	1.470
75	2 1/2"	612695	1	10	320	98	167	1.490

圖 6 HDPE 與 SSP 轉接頭規格



圖 7 鞍座與 SSP 管件組合



圖 8 HDPE 與不鏽鋼零組件接合試壓

此次試用之 HDPE 鞍座型錄上之最大容許工作水壓為 16kg/cm²，經本處現場時地量測申請戶附近水壓為 2kg/cm²，低於最大容許工作水壓甚多(圖 9)，故採用該等管件埋設於現場應無問題。



圖 9 現場量測壓力 2kg/cm²，小於容許壓力 16kg/cm²

詳細觀察 HDPE 鞍座構造，其鞍座底部含有環狀線圈(圖 10) 將與鞍座接觸面接觸，通電加熱時，會將鞍座及欲結合之 HDPE 配水管接觸面緊緊溶合在一起，因此不會因為將來配水管壓力變化造成管徑變化造成漏水，再詳細觀察其分水栓分支內部構造，內部內含管狀銅製刀片，上部以六角扳手旋轉時，即可下壓刀片將 HDPE 配水管切開供水。

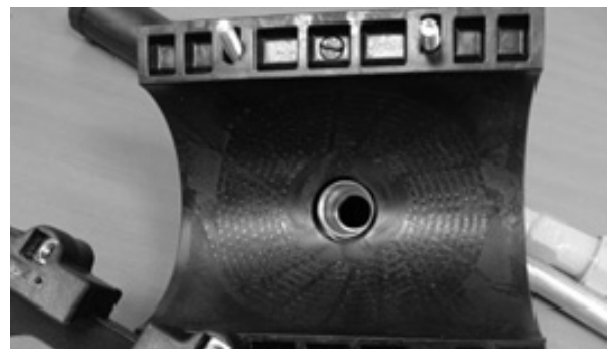


圖 10 鞍座底部加熱線圈

本案需選於天氣晴朗日施作，因 HDPE 接合方式為熱熔，如遇雨或潮溼將會嚴重影響接合面之緊密，其施作方式為經開挖出本處 HDPE 配水管後，需先濕布清潔接觸面，再以刮刀將欲包覆鞍座之處，刮除外層氧化層，使之光滑以方便熱熔時緊密結合(圖 11)，接著組裝鞍座於配水管上，將工作主機所附之二條電源線連接鞍座之二極(圖 12、13)，以條碼機掃描該鞍座上貼附之條碼貼紙，該條碼貼紙係材料之辨識資料，操作主機會依據材料種類、當時之氣溫等參數調整通電熱熔溫度及加熱時間，以防止過熱或溫度不足，導致水密性不佳而漏水。

鞍座施做完妥後，同樣以條碼掃描及工作主機接線熱熔，施做與不鏽鋼給水管連接之 HDPE 短管組件(圖 14、15)，施作完妥後等待降溫，接著即依正常程序施做不鏽鋼給水管至表位，管線裝配完妥後，即施作鑽孔接水，打開鞍座上方之蓋子，接著以六角板手順時針方向將鞍座內含之金屬環狀刀片將 HDPE 配水管鑽孔通水(圖 16)，當六角板手退出後，HDPE 之切除材料會卡在環狀刀片內，不會掉入配水管中，此時再將蓋子旋緊即接水完成(圖 17)。



圖 11 將與鞍座接觸面刮除光滑

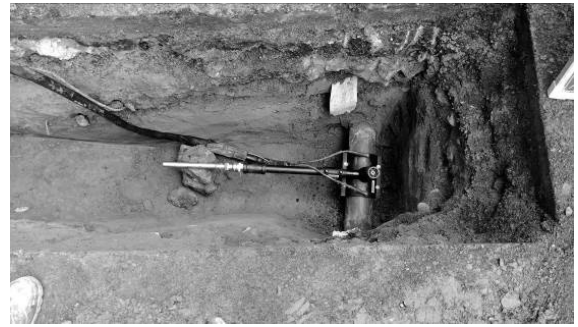


圖 12 HDPE 鞍座分水栓通電熱熔與管件結合



圖 13 提供熱源之 HDPE 熔接主機



圖 14 給水管管件熔接



圖 15 掃描管件條碼主機決定加熱時間

本案以 HDPE 專用鞍座就近於屋前接水(圖 18),用戶申請費用大幅下降至 8 萬餘元,施作迄今一切正常,用戶十分滿意;此試辦案經處內技術科研究確為可行,將來本處所屬各分處如有類似情形,將依循此施作方式處理,通案解決類似問題。



圖 16 以六角板手將鞍座內含之切刀旋轉於 HDPE 配水管鑽孔通水



圖 17 接水完成

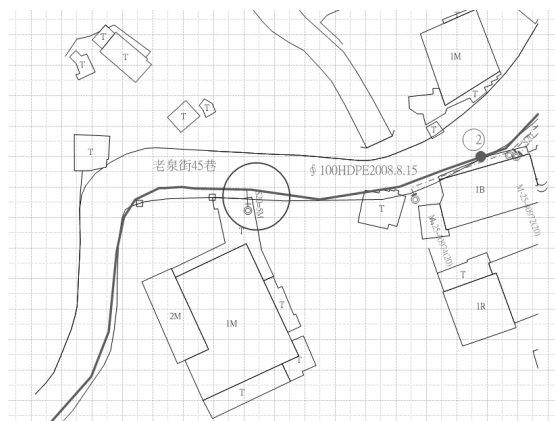


圖 18 屋前接水完成圖

四、結論

因本處高地供水因地廣人稀,考量用戶用水特性及未免自來水滯留於水管中,造成延性鑄鐵管之水泥內襯鹼性離子溶出造成水質 PH 偏高,故少部分地區採用 HDPE 材質來改防止這種情形發生,但本處先前並無 HDPE 施做鞍帶分水栓之工法,故在人口較密集之聚落處或將來有可接水的地方預留一段 DIP 管線供不鏽鋼給水管以鞍帶接水,但不免有遺漏之處,如碰到用戶欲接水但無預留 DIP,就必須由最近預留處接水,或就近找可供放置表位處就近接水,內線部分由申請戶自行雇請水電行裝配,對用戶來說都是不小的負擔,本次試辦直接以 HDPE 接水工法可以說相當成功,可以徹底解決長期困擾我們之問題,維護用戶應有權益。

但由於本處使用 HDPE 配水管之用戶數只佔了極少數,新接水案件數更少,故本處只採用本次試辦之施工法作為範例,而不另行新編用戶申請單價,仍以原有不鏽鋼接水處單價收費,接水處以小額採購連工帶料方式配合本處給水工程承商施作。

但除了 HDPE 材質之配水管外，本處目前尚在研究以環氧樹脂為襯裡之延性鑄鐵管，來做為將來使用配水管管材之一，目前正制訂規範中，其優點為係以環氧樹脂做為內襯塗料，不會有現行水泥襯裡有鹼性粒子溶出之顧慮，對於使用於山區或住戶稀少之地區，水質更為穩定，故將來此種管材可替代 HDPE 配水管使用，以簡化本處配水管之材質種類。

參考文獻

製造商德國FRIATE公司網站，www.frialen.com

作者簡介

文其正先生

現職：臺北自來水事業處南區營業分處二級工程師兼股長

專長：管網改善工程規劃、設計、監造、小區計量及漏水搶修。

本刊 108 年「每期專題」

期別	主題	子題	時程
38 卷 第 2 期	營運管理	績效評估、合理水價、用戶服務、教育訓練、人力資源、資訊管理、資產管理、能源管理、安全管理、危機管理、緊急應變等。	5 月
38 卷 第 3 期	水質處理	水質標準、水質安全、水質調查、水質檢驗及水質監測與水質管理、淨水用藥、廢水回收、淨水污泥再利用等。	8 月
38 卷 第 4 期	數位水務	大數據供水管理、智能供水計量、智能供水調度、智能供水管網、智能供水服務等。	11 月

~歡迎各界就上述專題踴躍賜稿，稿酬從優~

停水後欠費催繳之實務案例探討

文/林彥真、黃建勳

一、前言

水費收入長期以來為自來水事業主要的收入來源，依據臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)統計年報 104 年至 106 年資料顯示，水費收入占總收入比例約為 87~90%，平均為 88%，在 105 年水費調漲後，水費收入成長率最高達 16%，金額高達 7.9 億元，因此水費收入對北水處之重要性不言可喻。

惟因水費為先使用後付費的機制，多數用戶為兩個月收費一次，並非一般交易之當場銀貨兩訖的方式，因此可能會產生使用者欠費，需由北水處進行催繳程序的情形，以達成水費收回之目標。

為了減少水費逾期未交的情形，北水處致力於使水費帳單通知與繳費管道多元化，現行水費單通知除紙本寄送外，亦可選擇電子帳單、簡訊通知、Line 訊息通知等方式，繳費管道種類高達 14 種，如信用卡、銀行代扣繳、APP 繳費等方式，實務上櫃檯人員亦持續向用戶推廣適合的水費通知與繳費管道，期望可以達成用戶如期繳交水費的目標。

但即使有上述的貼心服務，仍然有許多欠費需催繳的案件，此部分的流程將於下個章節再作詳細說明，而經過欠費催繳與停水處理仍無法收回的款項，經內部呆帳稽核小組審核及相關程序核定後，便會形成呆帳，呆帳使機關可運用的資金流動性減低，即使

後續可能因用戶需要用水或建商蓋新建物，而能收回呆帳，但其中資金的流動性成本、查找年代久遠的呆帳之人力與時間成本，亦須審慎考量，簡而言之，欠費之催繳須把握其時效性，越是歷時久遠的欠費，追回的難度越高，耗費的金錢、人力成本亦高，因此，在形成為呆帳前的最後一道關卡--「停水後的欠費催繳」，為催繳案件中難度最高且為最關鍵的階段，因為欠費停水往往是促使用戶繳費的最有效的方法，但如果以此方式仍無法達成目標，後續收回款項成功的機率便大幅度降低了，因此本文以「停水後的欠費催繳」案例分享為主題，提供從業人員執行業務之參考。

二、停水後欠費催繳執行流程

欠費停水程序法源依據為自來水法第 70 條、北水處消費性用水服務契約第 31 條及營業章程第 33 條第 1 項第 4 款均有規定：「欠繳應付各項費用逾期二個月，經限期催繳仍不繳付者，本處得予以停止供水。」

北水處目前的欠費催繳流程自兩期水費併單寄出後，依據欠繳金額的多寡而有不同的作業流程，催繳的方式以紙本郵寄通知函為主，輔以人工電話、簡訊等催繳方式，最後停水通知單以處理人員親自投遞的方式通知，逾期未繳者予以停水。

而停水後的催繳流程主要以公函寄至所有權人地址的方式進行，金額較大者則訴請法院催繳或聲請債權分配。

三、文獻回顧

(一)其他產業相同困境與作法

在各行各業均有以停止提供服務達到催繳之效的作法，後續所面臨的催繳困難情況也與北水處相近，像是台灣電力股份有限公司(以下簡稱台電)面對經濟不景氣、失業問題所導致的公司企業經營困難、法拍屋增多，造成欠費激增的結果，而台電經營上必須顧及消費者意識、社會觀感、輿論壓力的情況下，催繳程序僅能加強催收或以法律途徑追回，而因欠費催收是一項容易導致客訴的工作，讓已人力不足的催收部門雪上加霜，因欠費停電後在用戶沒有用電需求下，欠費清繳的機率很低，故擬參照金融機構不良債權處置方式(游璵鄉，2010：3-4)。

在電信業亦有相同情形，但不同業者的債權催收方式也有所不同，整理如表 1(蔡志銘，2011；小丰子 3C 俱樂部，2013)。目前最具爭議性的為連帶停話的方式，NCC 主委詹怡婷認為：「每個門號都是個別成立的契約關係，不應連帶停話」(謝君臨，2018)。

電信業催收欠費方式與北水處最大的差別在連帶停話、委外催收與債權轉讓，連帶停話的爭議性高，委外催收與債權轉讓給社會的觀感較為不佳，此類方法或許能使催收更有效率，但實無法兼顧保障消費者權益之目的。

表 1 電信公司催收欠費方式

	中華	台哥大	遠傳
語音簡訊	有	有	有
停話	有	有	有
連帶停話	有	無	有
書面通知	有	有	有
寄送存證信函	有	委外	委外
委外催繳	無	有	有
債權轉讓	無	有	有

(資料來源:蘋果日報、小丰子 3C 俱樂部)

(二)催收優化改善

面對債權催收這個棘手的難題，銀行業也有對此相關的研究，由過往呆帳收回案例歸納共同特徵，發現主要關鍵為找出可對話之對象(主、從債務人或利害關係人)，才能進一步探得還款意願及查出財產狀況並進行催收(柳智鴻，2014：31)。在北水處催繳處理實務上，最重要的也是如何找出實際用水人、消費性用水服務契約之相對人、所有權人，找到所有與欠費相關之人後，才能順利進行後續程序。

四、案例探討

為保護當事人隱私與個資，案例中提到之姓名與地址皆會以代號來表示。

A 地為欠費地址，甲君為 A 地水費登記用戶，乙君為實際用水人，其由 A 地接水管至鄰近鐵皮屋經營店家。

A 地於 105 年 12 月 26 日因積欠 32,276 元水費予以執行停水。因此北水處開始執行停水後欠費催繳程序，催繳執行歷程簡表(如表 2)。

表 2 執行歷程簡表

發生年月	歷程說明
106.04	發公函至 A 地催繳
106.05	現場勘查，了解此地為財政部國有財產署(以下簡稱國產署)所有
106.06	發存證信函至 A 地催繳
106.06	拜訪國產署了解 A 地占用情形
106.07	發公函至 A 地之通訊地催繳
106.10	發文向國產署調 A 地租用或占用人資料
106.10	聯繫上用戶甲君，甲君表明自己非實際用水人，並提供 A 地租約，承租人為乙君
106.12	國產署辦理現場會勘
107.02	向郵局調 A 地代扣繳帳號用戶資料
107.02	用戶乙君至北水處繳費

(一)向水費帳戶登記之甲君用戶催繳水費

因甲君為與北水處簽訂消費性用水服務契約之相對人，依照契約內容負有繳納水費之義務，依據 106 年度基小字第 1623 號指出：「按自來水法所稱之用戶，係指依自來水事業營業章程之規定接用自來水者，自來水法第 22 條定有明文。查被告既是用戶申請人，且未申請廢止用水或過戶，則用水之使用契約仍係存在於原告及被告二造之間，則被告自有依約繳納水費之義務，綜被告辯稱已於 102 年搬離，亦無從解免其應負繳納水費之義務。」，故於 106 年 4 月發公函與 6 月發存證信函至 A 地，均無人收件，於 7 月再次發函至通訊地，亦無人收件，多次電話通知也無法聯繫到甲君。查 A 地也無所有權人，無法發函給所有權人。

(二)現場勘查

經查 A 地在 105 年 2 月與 106 年 5 月皆

有用戶申報水表漏水，北水處試著聯繫兩次的複查單聯絡人，所有的聯絡人均異口同聲說不知道是誰在用水，只知道現場在漏水，北水處調出當初的水表位置圖，找到水表現場位置(如圖 1)，



圖 1 A 地水表照片



圖 2 A 地水管延伸照片



圖 3 A 地水管支管照片

現場水表已快被植物埋沒，且管線部分被泥土植物所掩蓋，僅有部分外露之管線往鐵皮屋延伸(如圖 2)，並有支管接入鐵皮屋內(如圖 3)，僅能大致推知鐵皮屋可能有接其中一個表的水，不過在現場勘查時，用戶告知 A 地實為國產署所有，因此展開後續向國產署調資料的流程。

(三)向國產署調資料

首先，北水處親自到國產署拜訪承辦人員詢問 A 地情形，承辦人員僅拿出土地勘清查表表示此地被占用，但不便提供占用人聯絡資訊，透過此次的拜訪，也比較清楚 A 地周邊之地號以及占用情形，為後續發文調資料預作準備。

因前次拜訪後，了解 A 地雖為國產署所有，而土地上有占用或租用情形，國產署無法當場提供使用人個資，於是依據自來水法第 68 條「收取水費」之法定職務與個人資料保護法第 15 條第 1 款「執行法定職務必要範圍內」，於 106 年 10 月發文給國產署，請國產署提供相關租用或占用人聯絡資料，國產署回覆的公文雖有檢附相關資料，但 A 地的占用人僅有姓名，沒有身份證字號、電話，仍是資料不全無法聯繫。

(四)聯繫上水費帳戶登記之甲君用戶

甲君用戶表示 A 地之前是由父親向國產署承租，而後水費帳戶改成他的名字，但他只有小時候在那裏居住，長大後一年有半年以上都住在美國，A 地實際上由甲君承租給乙君使用，水也是乙君使用，後續甲君向國產署表明不願續租，與乙君的租約也已結束。

甲君態度良好的請求北水處向乙君催

繳此筆水費，但因為甲君是與北水處簽訂消費性用水服務契約之相對人，之後雖然已無使用事實，但因未做水費戶名更改，因此如進行法律程序時也僅能以甲君為債務人，除非他能證明實際用水人另有其人，因此他提供了當年與乙君的租賃契約，租賃契約雖有清楚載明承租方姓名、身分證字號，以及表明 A 地可能隨時由政府徵收，承租人應配合遷移等字樣，惟租約期間為 89 年 8 月至 92 年 8 月，但 A 地欠繳水費的計費期間為 105 年 7 月至 11 月，雖有以 Google 地圖查到於 104 年 1 月的街景圖，A 地附近的鐵皮屋為機車行，機車行的負責人正是乙君，但現已改成夾娃娃機店，雖有零星證據，但尚無法完全證明乙君於該計費期間為實際用水人。

(五)國產署現場會勘

106 年 11 月 27 日國產署來文表示因 A 地查證現場使用人困難，因此將於 12 月 1 日辦理現場會勘，會勘當日調查鐵皮屋占用人姓名電話，並宣布將會發函給占用人通知其繳交租金，如不繳租金者拆房處理，當日會勘紀錄也載明了乙君的姓名與電話。

(六)向郵局調資料

因 A 地停水前之已繳費紀錄顯示是由郵局帳戶代扣，之後中止代扣，因此北水處發文給郵局，希望郵局可以提供給北水處此帳號的用戶聯絡資料，但郵局以金融監督管理委員會 95 年 5 月 23 日金管銀(一)字第 09510002020 號為由拒絕提供，依此行政規則內容之第 8 項指出：「至於前揭以外其他機關因辦理移送行政執行署強制執行、偵辦犯罪或為執行公法上金錢給付義務之必要，而有查詢需要者，應敘明案由、所查詢

銀行名稱及查詢範圍，在中央應由部（會）、在直轄市應由直轄市政府、在縣（市）應由縣（市）政府具函經本會同意後，註明核准文號，再洽相關銀行辦理。」意指北水處應該以台北市政府名義發文給金融監督管理委員會，取得其同意之後，再向郵局調帳戶所有人聯絡資料，但北水處認為此流程較為繁複，故改採其他流程蒐集資料。

107 年 2 月 26 日，用戶乙君至北區分處現場繳清 A 地所欠之水費，推斷應是國產署會勘後發函給乙君，要求其繳交占用期間之水費與補償金。

五、結論與建議

北水處在辦理過戶時，請用戶提供的用水佐證資料僅需近期水費單即可，如無近期水費單且戶籍不設於用水地者，才需提供租約、房屋稅單、所有權狀或是簽訂實際用水人切結書，來確定新用戶為實際用水人。

本文探討的案件中的甲君雖已結束與國產署 A 地的租約，但未至北水處辦理過戶，以及與甲君承租 A 地的乙君，於甲君結束國產署的租約之後，仍持續無權占用 A 地，這些因素導致北水處追查實際用水人困難，即使最初現場勘查時，就能推知實際用水人為乙君，但受限於如要向法院訴請支付命令，必須具有債務人之姓名、身分證字號、地址，執行上最困難之處，即是如何取得債務人個資以及計費期間之用水佐證資料，本件也僅具備部分用水資料，如提起支付命令雖可以有督促債務人償還的效果，但如債務人提出異議，在用水資料不全的情況下也未必可行。

實務的處理上，解決問題常是沒有標準答案，只能多方嘗試。此案的關鍵就是國產署，其表示 A 地被無權占用，其中所產生的水費其也無權處理，也未有積極處理 A 地無權占有的行為，推斷原因應該是無權占有的案件太多，以及依據國有非公用不動產被占用處理要點第 6 點規定：「被占用之不動產，在占用人未取得合法使用權源或騰空交還前，執行機關先依民法不當得利之規定，向占用人追溯收取使用補償金。」不當得利之時效規定依民法第 125 條為 15 年，所以國產署只要蒐集完整占用資料於 15 年內提起訴訟即可，但是對北水處來說，雖然依據 104 年度店小字第 997 號判決，水費請求權時效亦為 15 年，然而積欠越久的水費越難追回，而國產署為了未來可能發生的訴訟，一定有完整的占用人資料，而且占用人乙君應該較為畏懼國產署，擔心國產署向他收取補償金或請求返還 A 地，因此透過多次與國產署的接洽與溝通，在國產署積極處理後圓滿結案。

總結上述，欠費催繳最好能夠盡量的與債務人協調，或機關合作處理，最後不得已再以法院興訟為佳。

參考文獻

1. 臺北自來水事業處網頁，104-106年統計年報，檢自 <https://www.water.gov.taipei/News.aspx?n=DA1C15AA041B4A6B&sms=8F705FD45D439B2C>，2018。
2. 自來水法，105年5月4日修正。
3. 臺北自來水事業處營業章程，臺北自來水事業處，107年3月16日修正。
4. 游瓊鄉(2010)，台電公司欠費催收作業簽約外

包可行性之研究，國立臺北大學公共行政暨政策學系碩士在職專班碩士論文。

- 5.蔡志銘(2011)，欠780元話費 遠傳找人討債，2018年12月22日取自蘋果日報，網址：<https://tw.appledaily.com/headline/daily/20111121/33830787/>。
- 6.小丰子3C俱樂部(2013)，門號欠費怎麼辦？2018年12月22日取自網址：<https://tel3c.tw/blog/post/163333739>。
- 7.謝君臨(2018)，手機欠費連帶停用其他門號 立委要求NCC改善，2018年12月22日取自自由時報，網址：<http://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2624709>。
- 8.柳智鴻(2014)，催收行為優化與催繳績效之研究，長庚大學管理學院碩士學位學程在職專班財務金融組碩士論文。
- 9.金管銀（一）字第09510002020號，金融監督管理委員會，95年5月23日發布。
- 10.國有非公用不動產被占用處理要點，財政部國有財產署，106年5月9日修正。
- 11.民法，104年6月10日修正。
- 12.104年度店小字第997號判決，臺灣台北地方法院，105年3月16日裁判。
- 13.106年度基小字第1623號，臺灣基隆地方法院，106年12月19日裁判。

作者簡介

林彥真小姐

現職：臺北自來水事業處北區營業分處一級業務員
專長：帳務、退款以及呆帳管理

黃建勳先生

現職：臺北自來水事業處北區營業分處一級業務員
專長：停復水派工、欠費催繳

快速調升降人手孔蓋(NSC)工法應用探討

文/吳俊銓、黃士軒、蔡讚宏、李丁來

摘要

臺南市政府 101 年 12 月 18 日頒訂「臺南市道路挖掘管理自治條例」相關規定，為此台水公司六區處評估 NSC 工法可取代以往既有工法(最小方正切割以瀝青回填及一車道刨鋪)，以達經濟、快速、耐用及合格之標準。全力配合臺南市政府政策執行新工法及推行路平之決心，維持路平專案道路之完整性，提供大台南居民一條交通安全無虞且美觀之通行道路。

本研究係針對 NSC 工法之施工步驟、成本及品質進行優劣分析，並提供試辦遭遇困難及經驗分享，期持續精進作業工法，以共同維護市區道路品質。

一、前言

台水公司於破管緊急搶修時，首要階段為關閉鄰近制水閥，以控制漏水局面以及創造無水施作空間，惟鄰近既有制水閥盒常有遭其他單位辦理路面修復而埋沒之情形，囿於第六區管理處(以下簡稱本處)過往並無其他調升降閥(栓)盒工法符合臺南市道路挖掘管理自治條例第 22 條第 2 項規定：「路面之人(手)孔提升時，應實施十公分至十五公分內之平行等寬路面切割，其週邊應使用與高強度早強混凝土相當之材料填充。」(如圖 1 及圖 2)，僅能以最小方正切割後打除道路表面瀝青混凝土方可操作其制水閥，故仍須依該條例第 24 條辦理一車道或全路幅之路面刨除加鋪作業，導致工程成本增加、工程

進度緩慢及須負責道路日後保固權責，為此本處須另尋工法取代傳統工法，並符合經濟、快速、耐用及合格之條件。

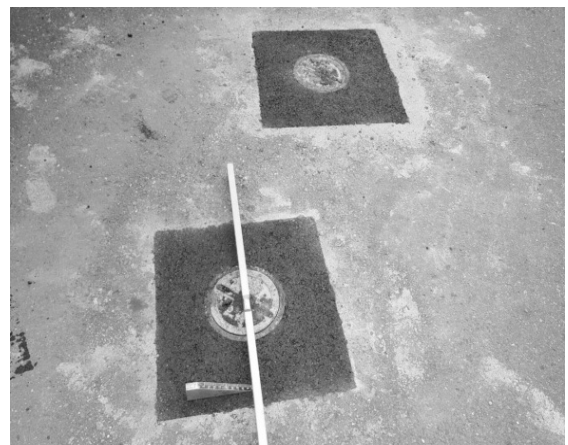


圖 1 傳統制水閥盒調平工法



圖 2 一車道刨鋪

評估 NSC 工法具備快速、耐用及美觀特點，據了解臺北自來水事業處採用 NSC 工法業經施行有年，亦具相當成效，故特於 106 年 3 月 24 日邀請該處派員至本處教授 NSC 工法相關規範及經驗，並邀請市府及自來水管公會派員列席指導，俾協助本處推動執行。

二、工法概要

(一)材料及機具

NSC 工法所使用之填補材料(樹脂水泥混合碎石級配)其特性包含：

1. 韌性強、黏度高：不易被破壞且具有良好之抗滑能力。
2. 快速硬化：於 20°C 狀態下鋪設，30 分鐘即達可開放通車強度。
3. 高流動性：可填補微小間隙。
4. 無收縮：鋪設後不會有收縮的狀況，因此緊密性佳。

填補材料澆置配比為，液狀樹脂(及粉末水泥)：粉體水泥：粗骨材=1：4：5 (如圖 3)，不須另加水。



液狀樹脂(及粉末水泥) 粉體水泥 粗骨材

圖 3 NSC 工法澆置材料



圖 4 圓形切割機(適用制水閥)



圖 5 圓形切割機(適用窰井人孔)

NSC 工法除一般貨車及交通維持設施外，所需使用機具為圓形切割機(如圖 4 及圖 5)、一般切割機、堆高機、發電機、電動攪拌機、鑿除機及油壓機等。

(二)NSC 工法施工步驟

1. 路面定位及挖掘：閥(栓)盒遭埋沒者須以金屬探測器探測人孔蓋邊緣點位；並定位於閥(栓)盒中心點，以閥(栓)盒外圍 10 公分至 15 公分內之平行等寬路面切割(如圖 6)；定位及挖掘工作僅需駕駛 1 人即可完成，挖掘時間約 10 分鐘。

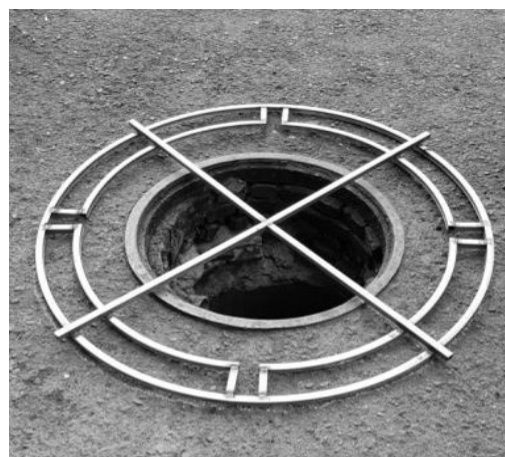


圖 6 閥盒中心定位畫圓

2. 切割面修邊及移除瀝青混凝土，並量測深度以估算 NSC 填補用料。

3.清理附著於閥(栓)盒上土石、水泥後(窰井人手孔蓋尚需清理人孔頸)，箱體底座鑽 3 個孔及攻牙，底座下墊鋼板片加 3 只不銹鋼螺栓或使用一體型調整螺栓以調整閥(栓)盒平整度(如圖 7)，俾使閥(栓)盒與路面齊平。

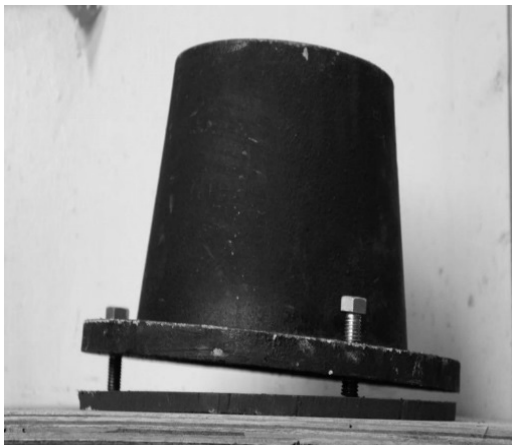


圖 7 調整基座示意

4.樹脂水泥混和碎石級配分層澆置抹平

(1)制水閥盒及地下式消防栓盒

A.閥(栓)盒調平後先澆置樹脂水泥(如圖 8)，以液體狀流動性填滿箱底空隙。



圖 8 樹脂水泥攪拌施作

B.接續再將樹脂水泥混合碎石級配(粒徑平均 10 公厘)澆置頂層，以增加結構強度及減少樹脂水泥用量(如圖 9 及圖 10)。(施作

一處制水閥盒調平約需 1.5~2 桶樹脂水泥混合碎石級配，而一桶樹脂水泥需攪拌一袋約 25 公斤碎石骨材。)



圖 9 樹脂水泥混合碎石級配攪拌施作



圖 10 樹脂水泥澆置施作

(2)窰井人孔蓋

A.拌合及澆置樹脂水泥混合碎石級配(粒徑平均 10 公厘)，澆置過程得搭配內胎為澆置模板。(需注意每次澆置之所有 NSC 用料需同時拌合，以免硬化後分層。)

B.待 NSC 用料稍乾後調升內胎位置，再次澆置 NSC 用料並抹平人孔座基底，待稍硬化後修邊完成基底。

C.放置基座並調平、量測水平，調平後內胎模板再次放置，基座底部澆置 NSC 用料固定及填縫(如圖 11 及圖 12)。



圖 11 基座調平及填縫施作



圖 14 基座外側澆置施作



圖 12 填縫施作

E.基座人孔蓋安放，人孔蓋外圍澆置完成及抹平，周邊瀝青混凝土擦拭復舊(如圖 15 及圖 16)。



圖 15 外圍澆置抹平施作

D.基座外側訂做 3 號鋼筋鋼絲鎖固(如圖 13)，進行基座外側澆置(不含粗骨材)，以確實回填 NSC 用料至基礎底部(如圖 14)。



圖 13 鋼筋鎖固施作



圖 16 人孔蓋安放施作

5.施作完成待材料初凝及硬化後，於 30 分鐘即可開放車輛及行人通行。相較傳統調整工法，NSC 工法具有維持閥(栓)盒與路面之平整性(平整度趨近於 0)、耐用性、施工快速性等特點，施作完成案例如圖 17。



圖 17 NSC 工法施作完成

三、效益分析

(一)品質分析

為符合臺南市道路挖掘管理自治條例規定，NSC 工法切割範圍及填充材料恰符合其規定，而傳統調升降工法僅得辦理一車道或全路幅之路面刨除加鋪作業；另早強水泥工法之施工方法得比照 NSC 工法辦理，但其材料性質相差甚大，以致影響作業時間及品質。NSC 工法無論是材料特性、物理性質或耐用度均明顯優於其他二項工法；依據「臺南市道路挖掘管理自治條例」第 24 條第 1 項規定：「管線機構應於管溝回填竣工後三日內將道路挖掘之路面修復，於竣工後應負三年之保固責任。」，閥(栓)盒經 NSC 工法施作完畢後較能於保固期間保持其平整度及完整性，避免發生因平整度不足造成交通安全之虞，或遭臺南市政府抽查罰款之情事。前述 3 種工法比較其優劣，如表 1。

(二)成本分析

本處目前調升降閥(栓)盒種類分為三大種類，大口徑蝶閥或水量計窰井之孔蓋(直徑 80 公分)、制水閥盒蓋(直徑 20 公分)及地下式消防栓盒蓋，其中以制水閥盒蓋最為常見，數量也最為大宗，以台南市一年度閥盒調升降數量為例，窰井孔蓋調整 365 處、制水閥盒蓋調整 3,400 處及地下式消防栓盒蓋調整 563 處，制水閥盒蓋調整數量佔整體數量之 78%，依據上述數量分析 NSC 工法、傳統工法及早強水泥工法之成本差異，如表 2。

NSC 工法單價為傳統工法 2 至 4 倍，惟囿於本處傳統工法並未依第 22 條規定實施 10 公分至 15 公分內之平行等寬路面切割，周邊亦無使用與高強度早強混凝土相當之材料，104 年起臺南市政府嚴格要求需逐案配合辦理一車道或全路幅銑鋪修復，其成本急遽暴增，爰本處開始採 NSC 工法改善或配合調升降閥(栓)盒，經試辦至今近 2 年大幅推廣，施工單價已趨近穩定，整體成本反得節省原整體成本約 73%。

評估早強水泥工法現階段較 NSC 工法昂貴約 25%工程經費，且自澆置材料後需養護 4 小時，期間需擺設交維，致影響車流通行，且其材料性質屬流動性低之脆性材料，相較 NSC 工法容易發生破碎龜裂之情形；NSC 工法施作後 30 分鐘即可開放車輛通行，影響交通安全因素較小，考量維護時間、品質及經濟成本，早強水泥工法較不符整體成本效益。

四、遭遇問題及解決對策

本處自 106 年 5 月起於臺南市永華六區試辦首案 NSC 工法，曾遭遇問題及解決對策臚列如下：

表 1 傳統工法、NSC 工法及早強水泥工法綜合分析比較表

工法	傳統工法	NSC 工法	早強水泥工法
成份	瀝青混凝土	樹脂水泥+碎石級配	280 kg/cm ² 早強水泥
施工時間	1 小時	30 分~1 小時	1 小時
平整度	小於 0.6cm	近乎 0	近乎 0
耐久性	約 1 年	3 年以上	1~3 年
外觀	有四方銳角，長期碾壓將造成下陷	流動性好，密實度佳，無四方銳角，且圓形可平均吸收承載力	流動性差，長期碾壓易造成龜裂
施工方式	方行切割，人工敲除，內側底部周圍較不平整	機械圓形切割，底部及周圍平整	機械圓形切割，底部及周圍平整
攪拌澆注方式	鋪設瀝鎂土，需分層震動壓實	不加水直接人工攪拌 2 分鐘即可澆注，由底部往上端澆注，全部同一材質施工，流動性佳	人工攪拌較費時，流動性不佳
韌性	不佳	佳	不佳
受罰機率	高	低	高
適用時機	每案均可辦理，104 年度以後嚴格執行一車道或全車道刨鋪	閘盒配合路平或道路改善工程下地後提升適用，如既有路面破損情形下施作則較無效益	台北市目前作法為主要幹道及配合路平專案均以 NSC 工法調整閘盒，早強混凝土工法僅適用一般巷道

表 2 傳統工法、NSC 工法及早強水泥工法成本分析比較表

	傳統工法				NSC 工法			早強水泥工法 (圓形切割)		
	數量 (處)	單價 (元/處)	一車道銑鋪 (元/處)	合計 (元)	數量 (處)	單價 (元/處)	合計 (元)	數量 (處)	單價 (元/處)	合計 (元)
窰井人孔蓋	365	4,200	15,000	7,008,000	365	9,574	3,494,510	365	17,709	6,463,785
制水閘盒	3,400	880	15,000	53,992,000	3,400	4,035	13,719,000	3,400	4,643	15,786,200
地下消防栓盒	563	1,200	15,000	9,120,600	563	3,047	1,715,461	563	2,363	1,330,369
總計				70,120,600			18,928,971			23,580,354

(一)問題 1：試辦初期，因材料未添加抗拉膠結材，致少數發生表層龜裂情況，雖強度符合契約規範，然觀瞻不佳，仍要求須拆除重作。

解決對策：NSC 回填材料可大致分為液狀樹脂、粉體(含水泥、玻璃纖維或金剛砂等)及粗骨材，其中玻璃纖維為抗張力之膠結材，另可視需求以鋼筋或鋼線網取代玻璃纖維，以增加其抗拉強度，並避免於表層發生龜裂。本處目前 NSC 材料強度規範雖訂為 $250\text{kg}/\text{cm}^2$ ，然取樣試壓結果強度多超過 $400\text{kg}/\text{cm}^2$ ，已大於有筋水泥混凝土路面之建議強度 $280\text{kg}/\text{cm}^2$ ，更遠大於一般 AC 道路，其承载力不致有不足之情形，亦不至於漸生裂縫或潰裂。且本處與北水處在使用經驗上亦無發生結構體不堪重壓之情況，如發生此狀況，應轉而檢討 NSC 施工底層之道路路基承載層強度是否足夠。

此外，施工需注意事項如下：

- 1.需分層回填，以逐層將化學反應熱降溫，使其固化均勻。
- 2.需注意施作時氣溫，如氣溫過高，應酌量添加緩凝劑以避免初凝速度過快致產生裂縫變質。
- 3.需注意避免雨天施作，NSC 回填材料拌合時不須添加水，雖液狀樹脂為水性可碰觸到水，惟若水份過高將降低 NSC 回填材料強度。

(二)問題 2：於新鋪道路甫施作完成即施作 NSC 工法，發現於人手孔週圍裁切區與瀝青路面交接處出現裂縫，僅得依規定拆除重作。

解決對策：因大多數人手孔破壞位置皆位於人手孔裁切區及週邊材料之界面接合

處，若為新鋪道路，其 AC 相當柔軟尚未穩定(相較於 NSC 的剛性)，車輛行經對交界面所造成之斜切剪應力將可能使交界面材料剝離或發生張力裂縫，如遇雨水滲入將引起更嚴重之破壞情況，故經驗上建議待新鋪道路經一段時間後(15 天以上)再執行圓形切割，其鋼性差異較小，耐衝擊性較佳，較不易使 NSC 面層(與相鄰 AC 之界面接合處)產生不同材料介面(NSC 與瀝青)之裂縫問題。

(三)問題 3：本處其他單位於今年度開始辦理 NSC 工法，施作承商家數增加，致有品質疑慮。

解決對策：本處契約規定閘(栓)箱周邊所灌注樹脂水泥，每施作 50 處由本處指定施作一組圓柱試體(尾數未滿 50 處得再作 1 組)，每 1 組採樣抗壓試體 3 個，並由本處指定實驗室作 7 天抗壓強度試驗，其強度不得低於 $250\text{kg}/\text{cm}^2$ 。試驗結果如有不合格，抽樣之處打掉重作，另再現場鑽心取樣抽取 2 處辦理試驗，如仍有不合格，則該 50 處全數拆除重作，並辦理複驗。另為確保本工法工程品質，本處未來將於契約規範納入反彈錘法試驗法(依據 CNS 10732)，採隨機抽樣作為後續驗收抽樣點之參考。不同承商其技術或成效可能不同，本處仍將落實執行施工檢驗停留點及現場要求施工品質及強度檢驗，並落實保固要求。另不同承商所遇不同問題皆可作為經驗以資借鑒並與時俱進。

五、結論

以往本處依「臺南市道路挖掘管理自治條例」要求平整度(單點高低差不得超過 0.6 公分)辦理調升降閘(栓)盒，然瀝青混凝土屬柔性路面，常有閘(栓)盒調整後，經重車碾

壓再度下陷，衍生平整度不足遭市府抽查裁罰案件，故本處研討 NSC 工法設法解決。臺南市政府工務局於 106 年 4 月「台南市道路挖掘完工結案績效檢討暨廉政宣導會」會中提倡台南市人手孔新工法試辦，如遇禁挖管制路段需提昇調平人手孔，應採符合「臺南市道路挖掘管理自治條例」第 22 條規定之工法施工，NSC 工法即為其一，並表示如採前述工法施工者，未來配合市府完工接管及抽驗較易合格。爰此，該局期待本處全面成功推行 NSC 工法，延續道路鋪面品質改善成效，進而成為臺南市各管線單位之典範。彙整本處推動 NSC 工法，綜整歸納實務作業心得如下：

- (一)NSC 工法其回填材料係樹脂水泥混和碎石級配，不須加水，有耐久、抗滑、高流動、快速硬化及無收縮等重要特性。
- (二)NSC 工法施工由定位、挖掘至澆置抹平僅需約 0.5~1 小時，且於完成後 30 分鐘即可開放通車，施作人力僅需 2~3 人，施工過程簡易快速。
- (三)相較傳統工法及早強水泥工法，NSC 工法較能長期保持其路面平整及完整性，綜合考量後續維護時間、品質及經濟成本，NSC 工法最符合長期經濟效益。
- (四)NSC 工法回填材料極為重要，承商於施工前須專研合適配比，以免因配比不恰當導致強度不足衍生潰裂；另如未添加抗張膠結材(如玻璃纖維或鋼線網)，恐發生施工後面層龜裂等損壞情事。
- (五)除依規範檢驗停留點查驗施工品質，施工中氣候因素、材料分層回填及現地瀝青路面穩定狀況等，均會影響施工品質之良莠。

(六)因本處現階段 NSC 工法仍屬起步階段，對於施工程序及材料品質要求較為嚴苛，自施工前送審資料審查、施工中查驗程序至施工後路面巡查，本處皆確實管控，即便不同承商其技術或成效可能不同，本處亦能確保其工程品質，以資借鑒並與時俱進。

參考文獻

- 1.鄧雯心，「人手孔週邊材料之力學分析」，2009。
- 2.台灣電力股份有限公司，「人手孔蓋設置施工及防滑之研究期末報告」，2010。
- 3.臺北自來水事業處，「臺北自來水事業處提升服務品質績效報告」，2012。
- 4.張偉哲，「現有其他組織人手孔調整流程與規範簡介」，2015。
- 5.周家榮，「北水處應用NSC工法說明」簡報，2017。

作者簡介

吳俊銓先生

現職：台灣自來水公司第六區管理處工務課工程員
專長：自來水工程、土木工程

黃士軒先生

現職：台灣自來水公司第六區管理處工務課工程員
專長：自來水工程、土木工程

蔡讚宏先生

現職：台灣自來水公司第六區管理處工務課課長
專長：自來水工程、土木工程

李丁來先生

現職：台灣自來水公司第六區管理處處長
專長：自來水工程及營管、漏水防治管理

小型加壓站供水管網汰換規劃與 平地系統之差異分析

文/林哲生

摘要

面對全球氣候極端變化，自來水短缺問題受到廣泛關注，臺灣降雨分佈，不論在時間與空間上，都呈現出不均之現象，輔以臺灣河川陡急短淺，難以留存雨水，故如何更有效的利用並珍惜水資源是全民應共同嚴肅面對的議題。而其中，如何有效改善自來水管線漏水情形，即為首要課題。

改善管線漏水之主要方法有二，「壓力控制」以及「管線汰換」，而其中又以汰換老舊管線為提升售水率最根本之方策，北水處在執行管網汰換以改善漏水相關作業上，已累積充足經驗並取得豐厚成果，但是絕大多數的管網改善工程均係在一般平地供水管網中所進行，對於小型加壓站內管線之汰換，尚有實務經驗累積、彙整之需。

小型加壓站內之管網系統，多具有「單一供水迴路」、「單管單向供水(高風險)」以及「區內老舊供水系統與管線紛雜」等特殊特性，是以，對於小型加壓站所進行之管網汰換規畫，須特別注意將「增加供水迴路(管線備援)」、「老舊供水系統及管線之清查與廢除」、「依漏水潛在原因進行漏水測試分區」以及「妥適佈設漏水測試設備」等不同於平地管網之面向，納入設計參考，透過妥善完整的設計規畫，方能有效地呈現出管網汰換後售水率提升之成效。

本文以位處於臺北市信義區之五分埔加壓站管網改善作業為例，說明小型加壓站與平地系統在管汰規畫作業上之差異，提供從業人員執行相關規畫業務時運用、參考!

一、前言

臺灣河川陡急短淺，降雨分佈極不平均，難以留存雨水，每人年平均可分配的水資源僅為世界平均值的 12%，列為第 18 位缺水國家，但全台老舊自來水管線漏水率嚴重，根據統計，全台一年漏水高達逾六億二千萬噸，為改善全台自來水漏水率，行政院規劃全國平均漏水率從一〇五年的十六%，到一二〇年要降到十%。

而過去六十年，臺北經濟活動及人口成長迅速，自來水事業機構把有限的資源大部分投入系統擴充上，增加供水能量，以滿足不斷增加的用水需求。北水處轄區之水源 97%集中於新店溪，雖然北勢溪上設有單一民生用水為目標的翡翠水庫，然 2002 年間天候異常，迫使自當年 3 月 5 日起即推動節水措施，並於 5 月 8 日開始實施限水方案，直至 7 月 9 日納克莉颱風挾帶豐沛降雨量，才於隔日全面解除節水、限水措施，結束為期 128 天的旱象，接著 2003 年春，降雨不理想，轄區供水仍顯吃緊，後雖未達需執行限水措施窘境，惟也打破大台北地區供水無虞的迷思。



北水處自 1999 年起，配合政府擴大內需方案，開始較大規模之管線汰換工作，執行之初，主要以管線汰換、漏水檢測及修漏作業為漏水改善方案主軸，當時，由於法令的限制，汰換管線僅限於更換大口徑的配水管，至於連接到水表的小口徑給水管，則因管線產權屬於用戶所有，故長久以來均不納入更換之列。惟長此以往，用戶給水外線老化、滲漏嚴重，加上整體老舊管線汰換比率偏低，所導致之供水管網體質逐年劣化，輔以當時尚未導入合適作法來追蹤管線汰換後之具體成效，是以管網整體漏水率偏高。

2002 年的乾旱，造成大臺北地區缺水，直接突顯出漏水改善的急迫性。基此，北水處遂於 2003 年成立漏水改善小組，先後推動漏水改善中、長程計畫，總經費逾 200 億元，更新工程中不僅針對配水管進行汰換更新，對於用戶給水外線更以免費方式，全面更換為不鏽鋼管材，期能更有效率地提升售水率。北水處目前所推動之 20 年長程計畫（民國 95-114 年），目標為在 2025 年將漏水率降低到 10% 以下。

在執行漏水改善過程中，北水處除吸取、引入世界先進國家漏水控制相關經驗外，更進一步研創適用於大臺北地區的「小區計量」工法，以系統化的方法診治及改善漏水，透過「小區計量」工法之推行，使老舊管線之汰舊換新作業得以有一個具體評估的指標(售水率)，透過此一指標的導入，具體提昇工程執行之效益。

小區計量工法係於轄區供水管網中劃分許多獨立供水區域(如圖 1)，將單一供水區

域週邊的制水閥都關閉，僅保留單一進水點，並藉由裝設於區域進水點之計量表，量測區域供水量，並與區內所有用戶用水量進行比對，進而求得區域售水率，而藉由區域施工前、中、後售水率之量測，可確實掌控管網改善之成效。



圖 1 小區計量工法

北水處透過前述小區計量工法之導入，在漏水改善作業上，整體漏水率由 2005 年底改善計畫推動之初時的 26.99%，在 2017 年底已降為 14.18%，漏水率下降達 12.81%，成效卓著。

如前所述，在執行管網漏水改善作業中，透過小區計量工法之導入，可以對整體管網汰換作業之成效，進行有效評估與管控，但其所評估者，係整個小區的漏水改善成果，換言之，「小區計量」作業所評估出來的售水率是整個小區的漏水情況，但是當整個小區售水率未達目標時(北水處以 90% 為標準)，「小區計量」工法並無法進一步判讀是哪一個區塊甚或哪一條巷弄有漏水情形，以及漏水量是多少?如此將導致後續不

知從何處著手來執行進一步工程改善作為。而為進一步瞭解各路段給配水管線有無漏水，近年來，北水處大量運用「巷弄直接法」來進行分段測試，透過直接查找出漏水地點的測試方式，來突破漏水改善的瓶頸，達到售水率目標。

「巷弄直接法」是目前評估分段測試給配水管段漏水量最直接的方式，如圖 2 所示，施測時，將所欲測試管段之邊界制水閥以及各用戶表前止水栓均予以關閉後，透過「巷弄直接法」之測試設備，連接測試管段內、外消防栓，將水由施測區外引至區內，此時，因為邊界制水閥與用戶表前止水栓均已關閉，理論上，施測給配水管段內注滿水之後，即應不再有流量產生，換言之，若仍持續有水從區外流入區內，即可推判為漏水，此一作法與管線封閉試壓之原理相同，而透過測試設備上的流量計其所顯示出來的數值，除可立即得知施測之管段是否有漏水情形發生外，亦可直接判讀漏水量，此一直覺、有效的測試方法，大量的運用在小區管網改善工程售水率評估的各個階段上，如圖 3、圖 4，成效良好。

如上所述，為利於管網改善後，「巷弄直接法」之遂行，故在供水管網汰新過程中，在妥適的地方佈設「巷弄直接法」測試所需設備，即屬重要，而針對此一測試設備佈設地點的規劃，小型加壓站供水管網即與平地系統有所不同，另外，小型加壓站範圍內之管網，因常時與所臨之平地管網相互切割，彼此並不連通，造成小型加壓站內之管網多具有「單管單向」之特性，上述差異，

「巷弄直接法」(目前最直覺、明確的測試法)

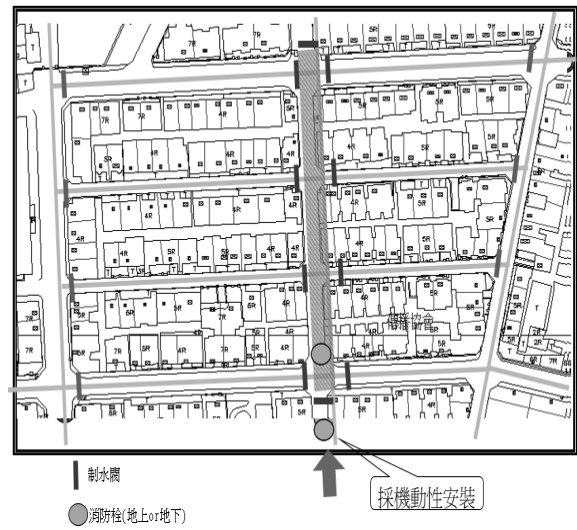


圖 2 「巷弄直接法」示意圖



圖 3 「巷弄直接法」施測現場

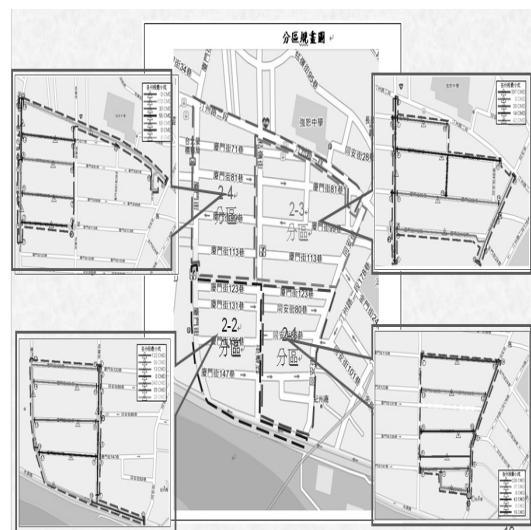


圖 4 「巷弄直接法」成果

均造成在針對小型加壓站內之管網進行汰換規畫時，與平地管網有諸多不同，針對前述差異，分別說明如下。

為了提供管網轄區內位處於地勢較高地區內用戶足夠之用水壓力，在臨近位置增設小型加壓站進行再次增壓，是一個普遍有效之供水模式，而小型加壓站所供水之轄區，為避免加壓後之高壓出水與平地供水混用，造成加壓量能之浪費，故小型加壓站出水管線會透過關閉邊界制水閥之方式，與週邊平地管網進行切割，是以，小型加壓站之整體供水區，原即屬於一個獨立之供水區域，而透過小型加壓站所設之出水流量計，亦可針對出水量進行抄見，所以小型加壓站，本身即可視為一個獨立計量小區，理當可直接引用小區計量工法來執行小型加壓站供水範圍內之管線漏控作業。

但是，為供應高地區用戶用水所設置之小型加壓站，其供水管網在配設上，與一般平地管網存在有下列幾項不同之特點：

- (一)多屬單管單向之配置，供水風險高。
- (二)因位處高地區，轄區內常有簡易自來水等廢棄老舊之供水系統與管線。
- (三)設有加壓供水區域之邊界制水閥，常時關閉，以利與平地供水管網切割。

基於前述小型加壓站與平地系統供水管網之差異，相關人員在針對小型加壓站供水管網進行汰換規畫時，即需要特別注意下列幾點：

- (一)增加管網「備源」，降低供水風險。
- (二)廢棄自來水系統與管線徹底清查、斷除。
- (三)妥適規畫漏水測試設備之設置，以利後續相關作業之遂行。

本文即以位處臺北市信義區之「五分埔加壓站」為例，說明前述要點之實際規劃方式，以供相關從業人員在執行小型加壓站管網改善規劃作業時之運用、參考。

二、背景說明

五分埔加壓站位置北市松山路 646 號後，設有 50HP 沉水式抽水機 2 臺，無配水池，屬管中加壓之型式，負責供應臺北市信義區松友里與松隆里內，包括松山路 650 巷、656 巷，福德街 51 巷 2 弄以及虎林街 272 巷一帶，總戶數為 587 戶，其中直接用水：128 戶，間接用水：459 戶，轄內有永春高中，以及松山家商等學校，如圖 5，北水處於 2014 年底，完成此地區之管網改善作業，轄區每日漏水量平均減少逾 370cmd，售水率由 40.88% 提升至 91%。



圖 5 五分埔加壓站供水範圍

此區域開發甚早，早期設有簡易自來水系統，區內各類型建物錯雜，除合法建物外，亦多有民眾沿山坡私自搭建之構造物，102 年 7 月蘇力颱風曾嚴重沖刷虎林街 272 巷一帶邊坡，漏水改善作業刻不容緩。

本處在規劃此一區域之管網汰換作業時，即針對加壓站內管網特性進行了深入調查與瞭解，相關情形分述如下：

(一)單一迴路(單管單向)供水：

五分埔加壓站之出水管為 1995 年所埋設之口徑 250mmDIP，單管單向供應轄區用戶用水，詳圖 6，其中，通過松山路 650 巷 15 弄，向管網後端(松山家商)供應用戶用水之口徑 150mmMJP 管，為管網中風險最高之供水瓶頸，急待妥適規劃克服。



圖 6 單管單向供水

(二)供水風險(瓶頸)：

透過航照圖可清楚發現，前述 150mmMJP 管線所埋設通過之松山路 650 巷 15 弄，現地已遭住戶增建覆蓋，如圖 7，亦即如若 150mmMJP 於此處發生漏水，修漏工

程將難以執行，如此，除造成水資源浪費外，更甚者，恐將導致後端水壓不足，用戶無水可用之窘境。



圖 7 150mmMJP 遭增建覆壓

三、小型加壓站管網改善規劃要點

透過以上的說明可以得知，小型加壓站其管網配置與平地系統之主要差異，故「增加供水管路」降低風險，以及順應加壓站單向出水的特性，妥適規劃「漏水測試設備之設置」，即為小型加壓站管網汰換設計作業中，最需要特別留意的差異點，以下即以五分埔加壓站之相關規劃進行說明：

(一)增加供水迴路(管線備援)

如前所述，五分埔加壓站原僅以口徑 250mmDIP，單管單向供應轄區用戶用水，且通過松山路 650 巷 15 弄之口徑 150mmMJP 管線現地已遭住戶增建覆蓋，為嚴重供水瓶頸與風險所在。為突破此一窘況，管汰設計時，即規劃在 15 弄上新埋設口徑 200mmDIP，並繞過前述遭住戶增建覆蓋之管段，在 15 弄 18-17 號前，與後端管線銜接，另針對舊有遭覆壓之 150mmMJP 則予以保留，並在前、後路口處分別增設制水閥，如

此，該地區除了由原本單一供水管路，增加為雙供水迴路，大幅降低供水風險外，透過制水閥之調控，亦可達到管網迴路切換的目的，如圖 8 所示，如此，除達到風險降低、供水調配目的外，遇管線破漏時，亦可使搶修工程順利執行。

增加供水迴路，達到『備源』功能，提升供水安全

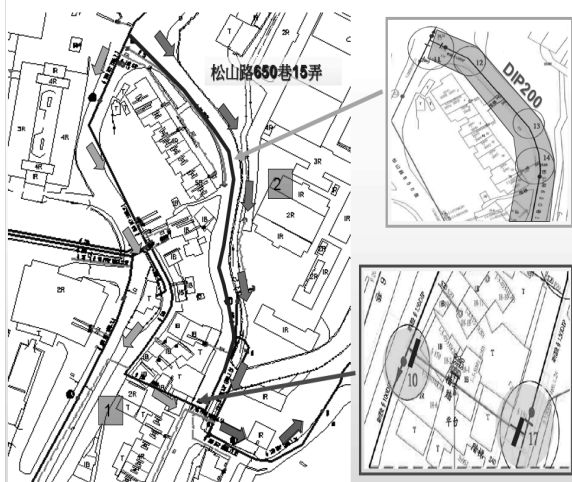


圖 8 另設 200mmDIP，增加管線備援

(二)廢棄供水系統的清查&斷除

如前所述，小型加壓站供水區域因地勢較高，屬平地供水系統水壓無法到達之處，方有設置小型加壓站再次增壓之情況，而在小型加壓站設置之前，此類地區住戶為用水之需，多有簡易自來水或是私設管線引水使用之情況，此類既設應予以廢棄之供水系統與管線，在管網汰換規劃設計時，需進行詳查，並輔以現地踏勘，務求於設計之初就完整納入相關施工圖說，避免後續現地施工時，因設計不明，發生施工單位將新設之供水管網與需廢棄之老舊用水系統，互相連接之嚴重錯誤。不當連接，除有不明管漏水之虞外，更可能有水質遭到汙染之嚴重後果，

需謹慎為之。

以五分埔加壓站為例，在管汰規劃之初，即透過圖資清查得知該地區過往存有簡易自來水系統，而此項在現場踏勘時，亦由尚存於現地之相關設備得到證實，如圖 9，針對此處，在設計作業上即特別註明不得與不明管線銜接。

另外，透過管線圖資與現地建物之比對，亦可查出違章建物聚集之處，此類地區多為不明管線設置之區域，針對此類區域所埋管線，則建議採取配水管全面更新之方式辦理，並應於設計圖說上註明，以達漏水改善之效。

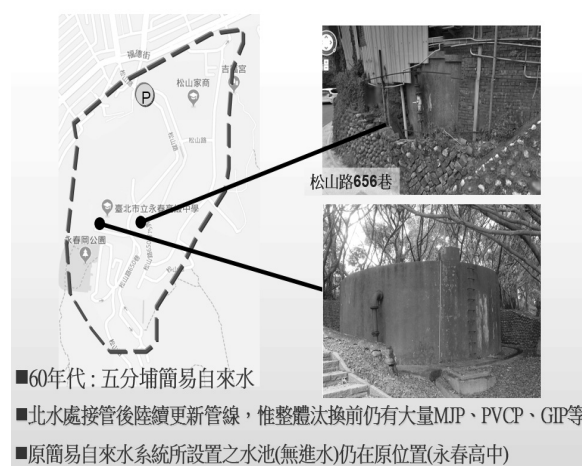


圖 9 廢棄之舊有自來水系統

(三)依漏水潛在原因進行分區

延續前項所述，小型加壓站供水區域內，因地勢關係，建物型態以及接水設備特性均較一般平地供水系統所在區域更為錯綜複雜，而複雜的管線接水模式，也就對應了不同的漏水潛在因素，所以，在設計階段，應盡可能針對不同漏水潛在原因的地區進行分類，並針對每個分區在管汰施工作業上，需注意之事項詳述於相關設計圖說之

中，提醒施工單位注意，透過此一作法，輔以施工之落實，方可收漏水改善之效。

前述作為，以五分埔加壓站為例，管汰作業設計時，即區分為 4 個分區，如圖 10，以下針對各分區之特性，分別概述如下：

A 區，為虎林街 272 巷一帶，詳圖 11，建物多屬當地居民自行沿坡地所搭建之構造物，此地區所設供住戶接用之自來水管線，於 102 年蘇力颱風襲台後，已於該年 7、8 月更新為 SSP，可能之漏水要因為當地實際戶數大於有正式向本處申裝自來水之戶數，故此區管線雖已更新，惟是否有遭民眾私自改接，造成不明損漏，即為要因。

依漏水潛在原因進行區域分割，提升漏水改善工程效能

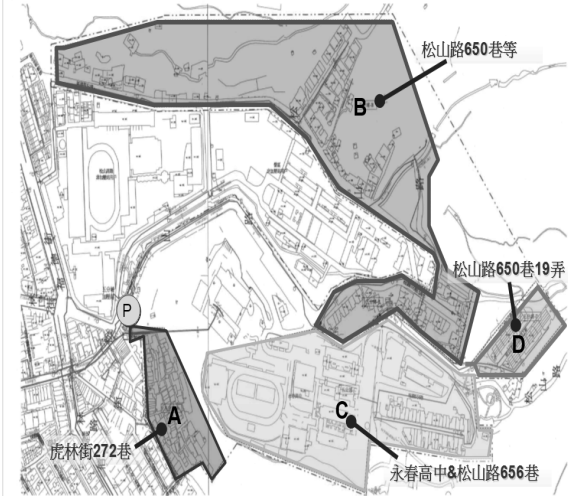


圖 10 依漏水潛在原因進行分區

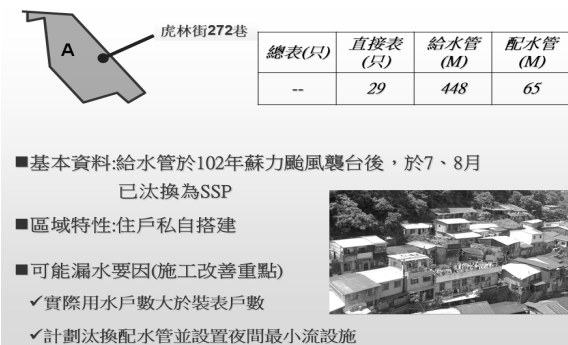


圖 11 分區 A 示意圖

B 區，為松山路 650 巷一帶，詳圖 12，此分區位處山坡，集合住宅與居民私自搭建之構造物錯雜，其中，部份建物已遭拆除，而前述拆除建物所遺留下之原接水管線之徹底斷除，即屬此一分區漏水改善之重點。



圖 12 分區 B 示意圖

C 區，為永春高中與松山路 656 巷一帶，詳圖 13，經查，此分區內，早期設有簡易自來水系統，故水池與邊坡管線之確實廢棄，即屬此一分區漏水改善之重點。



圖 13 分區 C 示意圖

D 區，為松山路 650 巷 19 弄一帶，詳圖 14，此分區內建物屬集合式住宅，各層用戶之水表均設於各戶屋內，表前給水外線，均係由各棟屋後防火巷，以老舊白鐵管沿牆壁直接供水至 1 到 4 樓各層屋內，各棟一樓並均已在防火巷進行增建，故如何當地住戶協



調、溝通，說服民眾能在既有增建可能需破壞的情況下，同意本處執行老舊管線汰換，即屬此一分區漏水改善之重點。



圖 14 分區 D 示意圖

(四)依管網之特性妥適規劃漏水測試設備

當管網汰換後，若售水率未能達到目標，即需將整體供水管網進行切割，利用相關設備進一步調查漏水集中管段，而如前所述，「巷弄直接法」是現行最為直覺、有效之測試法，透過前面介紹，已說明「巷弄直接法」係分別利用關閉邊界制水閥，同時關閉用戶表前止水栓，並透過連接測試區域內、外消防栓，來達到測漏的目的。

一般設於平地之小區計量區，區內、外之管線彼此連通，僅於需執行售水率抄見作業時，才會關閉邊界制水閥，故在執行「巷弄直接法」時，因多非處於售水率抄見期間，故執行測試作業時，封閉測試內、外的邊界制水閥，對區外管網與用戶用水不會造成影響。

但是，因為小型加壓站的供水管網多具有單管單向性，執行「巷弄直接法」測試時，若關閉出水幹管，則會導致測試區域外無水之情形，這一點，在小型加壓站管網汰換規劃階段，需特別注意！如圖 15。

以五分埔加壓站為例，規劃時，除分別前項依不同漏水潛勢原因，劃分為 4 個分區外，並針對各個分區搭配設計有「巷弄直接法」之施測設備，如圖 16，相關設備配置之方式，並考量到施測時，區外供水之需，以確保用戶用水無虞，如圖 17、圖 18。

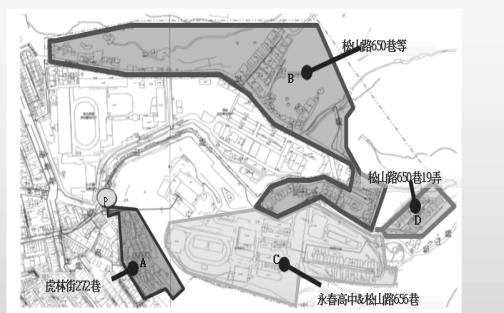
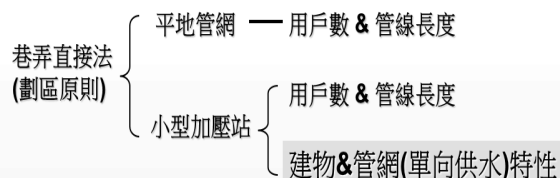


圖 15 小型加壓站分區之差異

■可分別測得各區塊(建物特性不同)漏水改善成效

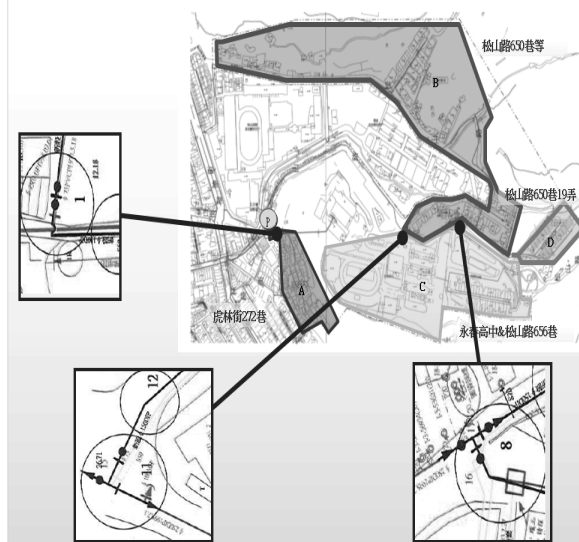


圖 16 依建物特性進行測試分區

(五)實際改善成果

經由前述設計階段完整的規劃，五

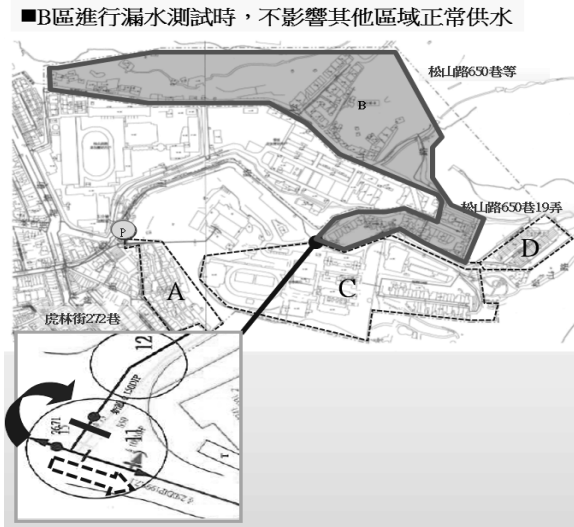


圖 17 施測時，不影響區外供水(1)

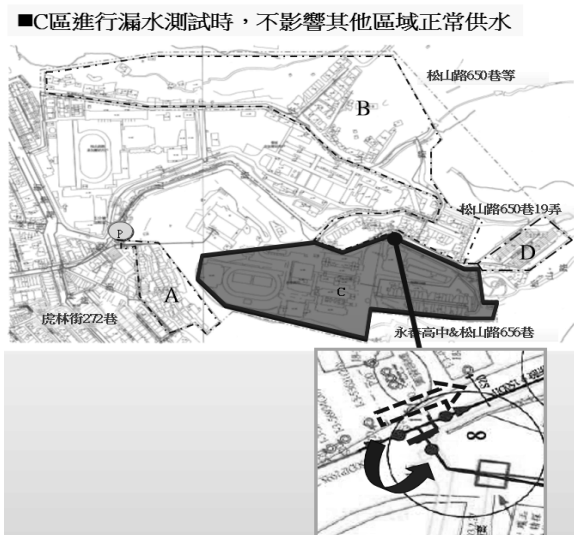


圖 18 施測時，不影響區外供水(2)

分埔加壓站在管網汰換作業上執行順遂，整體漏水改善過程中，主要係於松山路 650 巷 19 弄一帶(D 區)遭遇瓶頸，此區住戶初期因為對於本處進行管線汰換工程，可能損及各棟住戶既設之增建構造物感到疑慮。

此一用戶不願配合改善之情形，符合本案原始設計規畫之研判。實際執行上，本處同仁遂利用「巷弄直接法」可直接判讀漏水量之特性，在會同當地住戶情況下，進行施

測，如圖 19、圖 20，讓民眾得以確知該處漏水嚴重之情形，再輔以辦理說明會，與住戶面對面溝通(詳圖 21)，最終取得住戶同意，完成全區改善作業，改善後，五分埔加壓站出水量大幅下降，如圖 22，售水率由 40.88% 提升至 91%，改善完成。

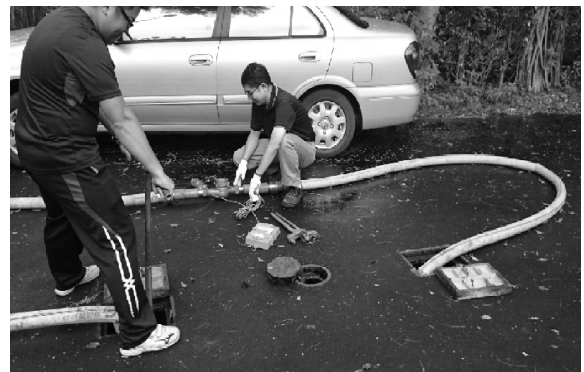


圖 19 松山路 650 巷 19 弄測試情形



圖 20 松山路 650 巷 19 弄測試結果



圖 21 說明會

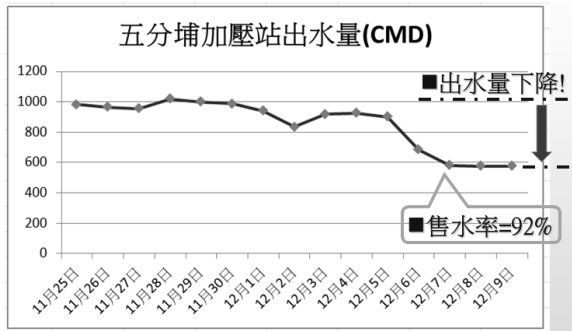


圖 22 漏水量大幅下降

四、結論與建議

汰換老舊管網是提升售水率最根本的方策，北水處在漏水改善執行上已累積充足經驗並取得豐厚成果，但是過往絕大多數的改善工程是針對一般平地供水管網所進行，對於小型加壓站所轄管線的汰換作業，尚有實務經驗彙整之需。

小型加壓站內之管網系統，多具有「單一供水迴路」、「單管單向」以及「既有供水系統與管線紛雜」等特殊特性，是以，對於小型加壓站內之管網所進行之汰換規畫，即須將「增加供水迴路(管線備援)」、「廢棄供水系統與管線之清查&斷除」、「依漏水潛在原因進行分區」以及「依管網之特性妥適規劃漏水測試設備」等不同於平地管網之面向，納入設計參考，妥善完整的設計規畫作業，將實際展現於施工後售水率提升的成效。

本文以五分埔加壓站管網改善作業為例，說明小型加壓站與平地系統在管汰規畫作業上之差異，提供從業人員執行相關規畫業務時之參考！

參考文獻

1. 臺北自來水事業處，供水管網改善及管理計畫第三階段計畫，2015。
2. 臺北自來水事業處，小區長期管理檢核售水率計畫，2013。

作者簡介

林哲生先生

現職：臺北自來水事業處供水科二級工程師兼股長

專長：自來水工程設計、工務及管理

食水料溪集水廊道伏流水模組化探討

文/林建志

摘要

伏流水取水為一常見之取水工法，惟取水效果常因濾層堵塞而逐年下降，因此本案之模場試驗以模組化方式思索能快速施工安裝及重置濾層之施工方式。

本文之集水廊道以寬度 1m 為 1 單位，採模組化設計以達能快速安裝施工之概念，並以濾層石籠取代傳統鋪設濾料之方式，來評估濾層重置之問題。經抽水試驗後，大雨期間，濁度去除效果約 80%。後續乃需長時間取水後評估濾層堵塞狀況。

關鍵字：伏流水、模組化

一、前言

台灣位於太平洋東部，西臨台灣海峽及歐亞大陸，東接太平洋，位於颱風行徑路徑上。歷經多次風災之後，現有水庫大量淤積，水庫之蓄水容量逐年下降，造成可利用之水資源亦發縮減。

近年來環保意識高漲及水庫場址稀少下，透過興建水庫或攔河堰等提高水資源利用之方式受到相當大的阻力，推動不易，而天然河道範圍潛藏一定程度之地下水伏流水潛能，惟其水量潛能、取出水量、施工、後續運維、以及開發後對區域地下水及既有取水權益影響等，均較難以掌握，如何應用相關評估技術與施工技術有效利用伏流水，業已成為本公司未來水源運用之重點方向。

有鑑於伏流水屬低濁之清澈水源，而伏流水工程常面臨濾層堵塞之問題，特以本次模場試驗以模組化方式評估能快速施工安裝，並研究濾層重置之施工方式。

二、取水工法探討

依伏流水之特性，目前常見之取水設施一般可分為集水廊道、水平式集水管、寬口井、輻射井等四種取水方式，取水方式雖有所差異但技術原理多以集取河岸旁地面水與地下水源為主。

(一)集水廊道

集水廊道係靠地形及重力匯引伏流水之構造物，搭配濾材鋪設，可集取濁度較低水源，廊道內可供人員進出檢修，適於集水面積廣、流量大、河床礫(砂)石沖積層厚之河段進行開發，一般設於沖積扇頂出谷處。

(二)水平式集水管

水平式集水管常埋設於鄰近河岸之河床底部，搭配濾層鋪設，可集取濁度較低水源，適於集水面積廣、流量大、河床礫(砂)石沖積層厚之河段進行開發，一般常設沖積河谷地。

(三)寬口井

寬口井係集取河岸滲透水或由地下水自然補助之構造物，具出水量穩定、使用年限長、施工方便等優點，一般內徑約 2~8m，井筒為圓形鋼筋混凝土或鋼管，井深多在 20m 以內，10m 以上寬口井為防止礫石層之崩塌，多採用鑿井法或沉箱施作，取水方式

有底面、側面取水 2 種，含水層較厚、地下水位較高時，可採底部取水；反之，則可採側面取水，適用於地下水埋藏較淺，含水層較薄且滲透性強之地層。

(四)輻射井

輻射井係於井內將集水管呈輻射狀由內往外徑向鋪設於含水層之構造物，伏流水經集水管匯集於井內，主要構造包括沉箱式集水井(caisson)、輻射管及抽水泵房等，一般設置於河岸旁，水流較急，沖刷力較大之直線河段。

三、國內工程常見問題統計

一般影響伏流水取水效能常見因子為以下三大部份：

(一)取水點區域之天然水量

指伏流水之蘊藏量。

(二)水文地質條件

包含含水層厚度、地層組成、滲透係數 K 值及水質等。

(三)工程配置

包含取水型式、埋設深度及方向、設施尺寸、濾水管(料)材質等。

而依「伏流水取水工程規劃設計施工作業要領」(水利署 106.12)，討論國內現有之伏流水工程，常見之問題包括取水量遞減、取水穩定度下降及水質滲濾效果下降等問題，而其成因計有濾層阻塞、埋探不足、取水位過低及地質條件影響等因素。

四、模組化推動實務

取伏流水常遭遇濾層間空隙受泥砂堵塞後，取水效果日漸下降之問題，因此，本

案嘗試以可快速有效重置濾層、快速組裝等理念作評估，乃採模組化之設計，爰此採鄰近豐原淨水場附近之食水料溪作為本次模組化伏流水評估試驗之場址。

(一)模場試驗基本資料

1.計畫場址：場址選定在食水料溪下游，靠近匯入大甲溪口處，鄰近本公司目前施工中的豐原新設初沉池及既有豐原淨水場，如圖 1 所示。

2.工程配置：為採模組化設計，本案採集水廊道之配置，而集水廊道以組合式設計，1m 為一個單元，未來可因長度需求調整組數；上方之濾層不以傳統鋪設濾石濾砂之方式，改以石籠內填充濾石濾砂為一個單元，再以各石籠堆疊成石籠濾層；工程規劃為，垂直河道配置集水廊道總長 10m(10 組)，聯絡管 ϕ 1000mm-12m，集水井 1 座，詳圖 2、3、4。

(1)集水廊道：採模組化設計(一組：W1m* L5m*H6.1m)，共分上、下二構件，上構件上端開口，設置不銹鋼濾水板及不銹鋼格柵。下構件上端及前端開口，上端承接上構件過濾後之伏流水至廊道內，前端開口亦設置格柵過濾溪水

(2)聯絡管：管徑 ϕ 1000mm，長度 12m，連接集水廊道及集水井。

(3)集水井：長度 7m，寬 3.5m，高度約 17.5m，規劃配置沉水式抽水機做抽水試驗，評估本計畫之取水效益。

(4)濾層石籠：採模組化設計，長度 1m，寬 0.5m，高度 0.5m，其內裝填濾石及濾砂作為濾層，共分四級濾料。



圖 1 計畫工址平面圖

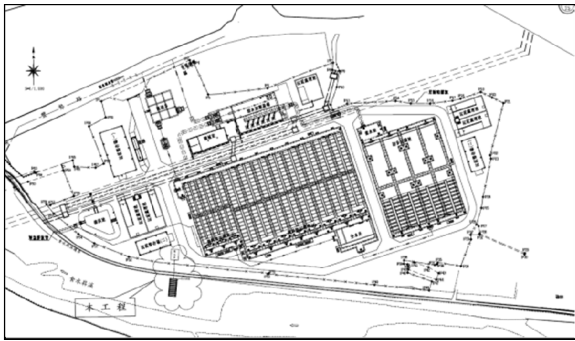


圖 2 食水料溪伏流水模場試驗平面配置圖

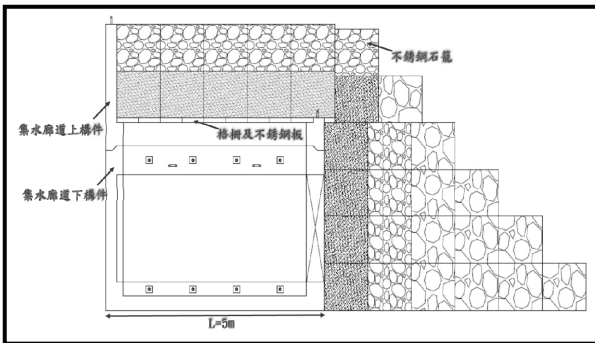


圖 3 集水廊道配置側視圖

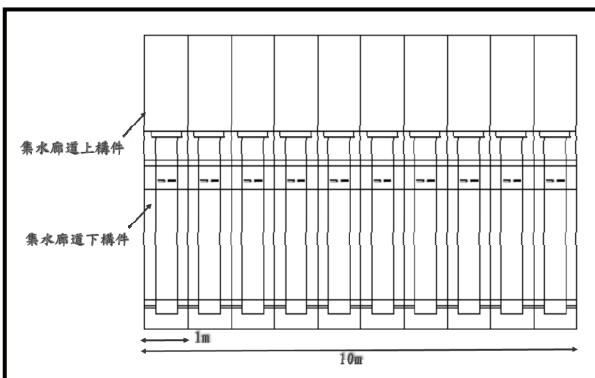
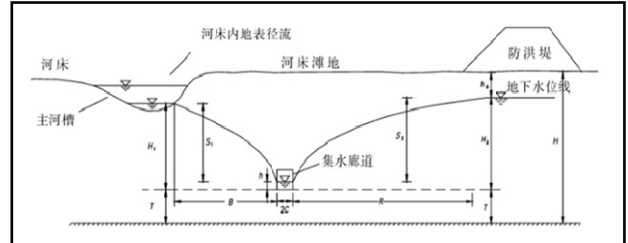


圖 4 集水廊道配置後視圖

3.取水量估算：依常見土壤之透水係數及豐原初沉池工程鑽探資料評估作為本案取水

量估算之參數，並參考「對滲渠式集水廊道出水量計算中若干問題的討論」(高強,98)所提出之經驗公式，說明如下。



$$Q = KL \left(\frac{H_1^2 - h^2}{2R} + S_1 q_{r1} + \frac{H_2^2 - h^2}{2R} + S_1 q_{r2} \right)$$

灘地高程：268m，河床高程：264m，地下水位高：GL-2.0m，集水廊道長度：10m。

式中

Q：集水量(單位：cms)

K：河床之滲透係數(單位：m/s)，採 3×10^{-4}

L：集水廊道長度(單位：m)

H₁：對應河床補給廊道方向，集水廊道底部以上含水層厚度(單位：m)，採 7.5m

H₂：對應地下水補給廊道方向，集水廊道底部以上含水層厚度(單位：m)，採 9m

H：集水廊道內水深(單位：m)，採 0.6m

S₁=河床補給廊道方向的水位差，H₁-h

S₂=地下水補給廊道方向的水位差，H₂-h

B：集水廊道中心線至河中心線的距離(單位：m)，採 30m

R：影響半徑(單位：m)，採 $2S_2=16.8m$

q_{r1}：河流方面引用流量係數

q_{r2}：地下水方面引用流量係數

由以上參數推算，估計取水量為 0.15lcms，約為 13,000CMD。

(二) 模組化施工流程

本案採模組化設計，以組合式廊道及網籠式石籠裝填天然級配料收集伏流水，施工項目共分為集水井、集水廊道、濾層石籠， $\phi 1,000\text{mm}$ 連絡管埋設等，施工照片詳圖 5~9。



圖 5 集水廊道上構完成



圖 6 集水廊道下構完成



圖 7 集水井完成



圖 8 集水井完成



圖 9 濾層石籠鋪設完成

(三) 模組化集水廊道效果及討論

本次食水料溪取水廊道之試驗共計進行三次抽水試驗，分別為工程完工後、豪大雨期間及豪大雨過後，結果詳圖 10~21 及表 1。

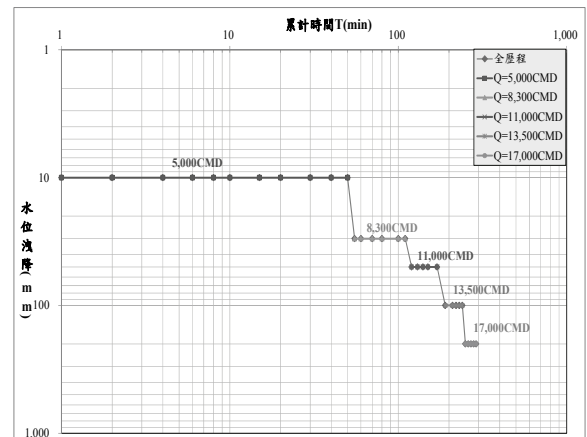


圖 10 第一次試驗分級試水歷時水位變化圖

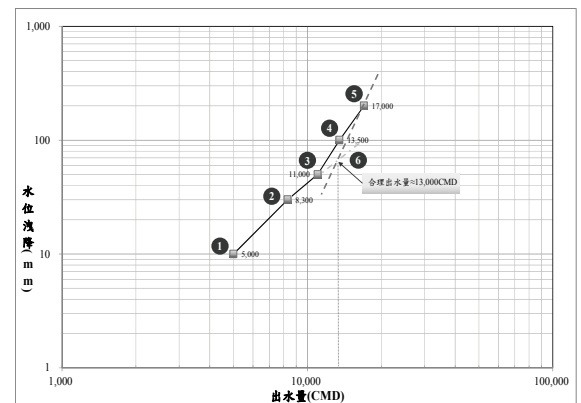


圖 11 第一次試驗合理出水量估算示意圖

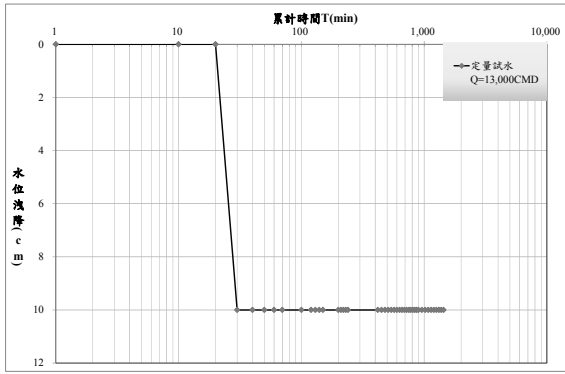


圖 12 第一次試驗定量試水歷時水位變化圖

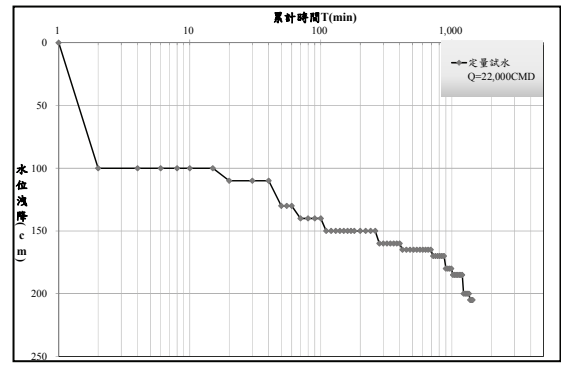


圖 16 第二次試驗定量試水歷時水位變化圖

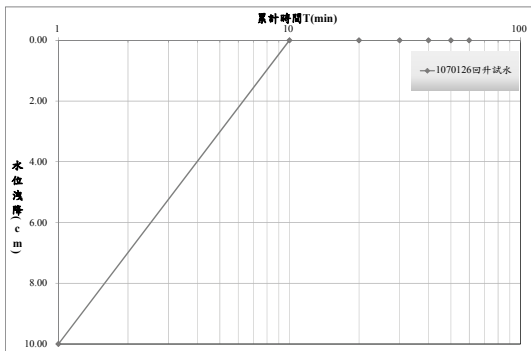


圖 13 第一次試驗回升試水歷時水位變化圖

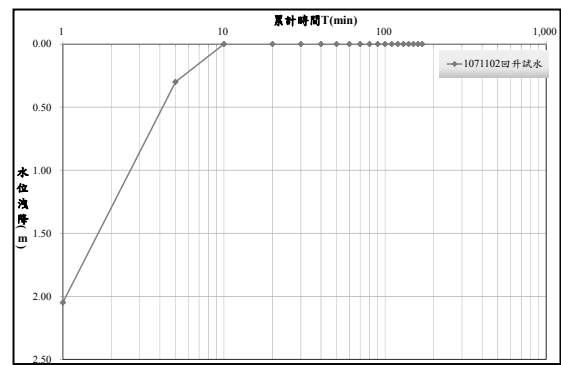


圖 17 第二次試驗回升試水歷時水位變化圖

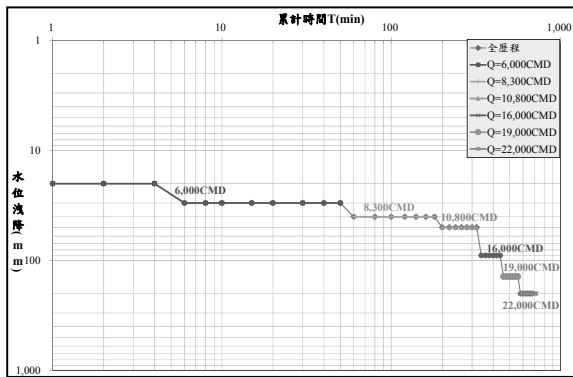


圖 14 第二次試驗分級試水歷時水位變化圖

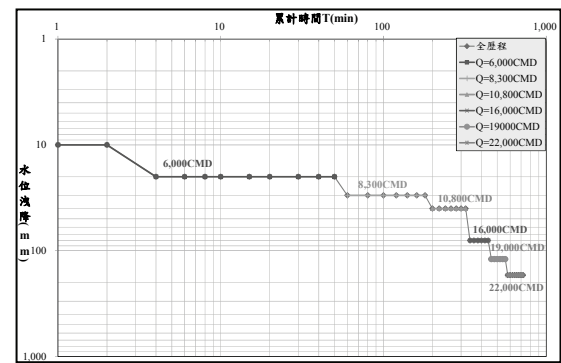


圖 18 第三次試驗分級試水歷時水位變化圖

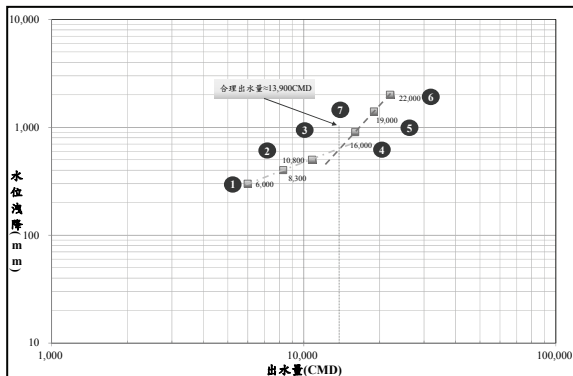


圖 15 第二次試驗合理出水量估算示意圖

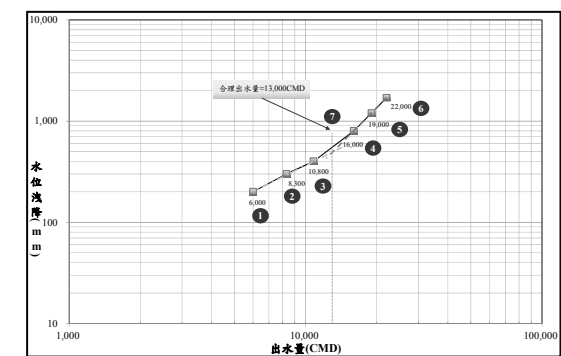


圖 19 第三次試驗合理出水量估算示意圖

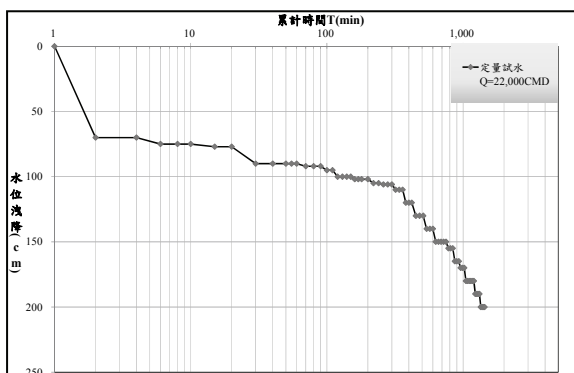


圖 20 第三次試驗定量試水歷時水位變化圖

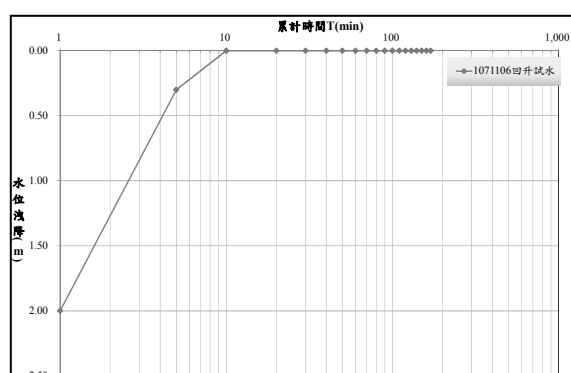


圖 21 第三次試驗回升試水歷時水位變化圖

表 1 集水井與食水料溪河水濁度量測

試驗次數	日期	時間	濁度(NTU)		備註	
			食水料溪河水	集水井		
第一次試驗	107/1/24	09:00	5.39	6.32	分級試水	
		15:00	6.77	11.70		
	107/1/25	09:00	9.91	6.74	定量試水、 回升試水	
		15:00	6.93	5.75		
	107/1/26	08:00	9.22	11.30		
		18:00	9.91	10.10		
	107/1/29	09:00	5.69	6.27		
107/2/6	09:00	6.13	3.24			
	15:00	5.82	3.85			
107/2/7	09:00	12.90	11.80			
第二次試驗	107/11/1	09:00	135.0	24.2	分級試水	
		11:00	136.4	25.4		
	107/11/2	09:00	84.0	22.0	定量試水、 回升試水	
		11:00	78.0	21.3		
	107/11/3	09:00	5.6	26.8		
		11:00	4.9	26.0		
第三次試驗	107/11/4	09:00	12.5	25.7		分級試水
		11:00	5.8	26.3		
	107/11/5	09:00	5.8	14.2	定量試水、 回升試水	
		11:00	12.50	18.0		
	107/11/6	09:00	1.92	5.68		
		11:00	2.34	2.71		

(四)試驗檢討分析：

(1)取水量比較：設計階段依前述經驗公式及既有地質資料估算取水量約為 1.3 萬 CMD，而第一次試驗進行抽水結果顯示 17,000CMD 抽水量時集水井內水位洩降僅約 20 公分，因此第二與第三次試驗將預估最大出水量提高至 22,000CMD 進行試驗。由分級試水結果推求合理出水量介於 13,000~13,900CMD 之間，平均約為 13,300CMD，三次試驗推求結果相近，此合理出水量應屬合理。另分析定量試水之結果，第一次定量試水以 13,000CMD 連續抽水 24 小時僅洩降 10cm，因此第二、三次試驗後嘗試以 22,000CMD 長時間定量抽水，經以 22,000CMD 長時間定量抽水，使得水位快速洩降，因此大致可確認 22,000CMD 之抽水量已超過最大可出水量

(2)取水濁度比較：伏流水取水透過濾層之過濾後，可了解過濾前後之水體濁度，本案於每次試驗期間各進行前、中、後三次濁度檢測，藉由濁度檢測分析結果，比較取水設施之滲濾效果，由第一次試驗檢測集水井內濁度與食水料溪河水濁度互有變化，初步判斷因完工初期集水廊道外圍河床回填料恐易流入集水井內，造成集水井濁度略大於食水料溪河水，且當時濁度值不高，集水廊道濾層滲濾效果並不顯著，故於 2 月 6、7 日再進行檢測，檢測結果集水井濁度已小於食水料溪河水。第二次試驗初期為大雨高濁期間高水位後，檢測結果顯示集水廊道滲率效果良好，濁度改善比率約可降低 70~80%。第二次試驗回升試水期間及第三次試驗為大雨過後，檢測

結果顯示集水廊道內濁度較河水濁度略高，推測堆疊時石籠與石籠之間恐無法完全無間隙，致先前大雨高濁時經石籠濾層過濾後之部分泥砂隨水流攜出後混入過濾後之伏流水內，導致集水井內濁度相對食水料溪河水為偏高，經實驗數據顯示於大雨時取水廊道有顯著效果。

四、設計及施工改善方案

依前述施工及試驗之成果，研擬未來設計及施工之改善方法。

(一)施工改善

分為集水廊道、集水井、不銹鋼石籠及其他等部份。

1.集水廊道

(1)模版選用：本案模組化集水廊道 1m 為一組，各組間連結時如有空隙易造成漏水等情事，因此如何使各組一致性提高為一問題。

• 解決及改善方法：本案以鋼模施工。未來可採鋁模或清水模模板施工並需確保接觸面之平整。

(2)鋼筋綁紮：採用鋼模施工時鋼筋組立時可施作空間較傳統模板為小，綁紮工作較為不易。

• 解決及改善方法：仍可進行綁紮，惟工率較低。未來鋼筋間距及牆厚於設計時可再考量。

2.集水井

(1)沉箱工法：集水井以沉箱工法施作，因集水井內徑為 6*2.5m，原地面下約 14m 深，造成原編例之機具抓斗難以開挖。

• 解決及改善方法：承商改以合適機具作業。未來預算編列應考量合適機具進行編

製。

(2)集水井尺寸：如考量未來利用該集水井額外增設抽水機輸送所取伏流水，本案設計尺寸可調整彈性不足。

• 解決及改善方法：調整抽水機配置位置及相關管線配置。未來設計時配合取水量，集水井尺寸可加以擴大。

3.不銹鋼石籠

(1)濾料裝填：石籠內之細粒料為 1~1.5mm，原設計之石籠內層細網目雖可避免外漏，但難以與外層石籠貼合，易造成空隙。

• 解決及改善方法：細網目另以不銹鋼角鐵固定成籠狀再行放入外層石籠內。未來可思考其他石籠型式加以改善。

(2)石籠吊裝：本案試驗目標之一為濾層石籠需能重覆吊放利用，因此確保石籠完整度為一問題。

• 解決及改善方法：加強石籠補強框之配置。未來可思考其他石籠型式加以改善。

4.其他

(1)河道內天然濾層不足：河道內開挖後實際濾層不足，導致取水廊道之下構約 3m 均在岩盤內，濾層不足將影響取水效。

• 解決及改善方法：往上游再多開挖 10m 長後填充原河床料。未來設置地點應做好地質調查以了解是否為合適設置伏流水之環境地點。

(二)設計改善

1.現場調查：集取伏流水所需之重要因素不外乎為河床覆蓋深、地下水位、透水係數、粒徑分佈等，而本案為一模場試驗，因規模較小且為節省用地取得所需花費之時間及經費等因素，乃選定臨近「豐原場新設

初沉池工程」之用地旁，因此初期評估設計之要素均採用其地質鑽探之資料，由其資料顯示約地表下 7.7m 即為岩盤，而實際施工後發現其岩盤深度約河床下 5m 多，非屬一優選取伏流水之場址，因此未來規劃設計前建議仍需掌握河溪之基本資料，調查項目建議包含：

- (1) 河川水位流量觀測：統計取得規劃河系之水位及流量資料。
 - (2) 地質鑽探及試驗：規劃河系附近適宜位置進行水文地質探查，如：地質鑽探及一般物理性試驗、微水試驗。
 - (3) 水質採樣檢測：採樣分析規劃河系水體之水質，作為是否規劃集取伏流水之依據。
 - (4) 監測系統規劃設置：如已確定施設伏流水工程，建議可規劃監測系統之設置，作為長時間伏流水構造物使用情形及河系水文資料變化等監測。
2. 濾層石籠：集取伏流水之重點在於濾層的過濾效果，本案採模組化濾層，有別於一般以級配砂石濾料直接鋪設之方式，因此濾層石籠之間較難達成如傳統鋪設方式之連續性，濾層石籠間之間隙使先前經過濾沉澱於濾層石籠濾料上之泥砂經水流再次帶入集水廊道內，使所取伏流水濁度較河水偏高，雖高濁時仍可發揮其過濾效果，惟石籠間之間隙問題，建議後續可思考其他方式改善濾層石籠。
3. 石籠清洗期程與方式：依國內案例之分析，伏流水工程最大問題為濾層受堵塞後取水量逐年降低，因此濾層之維護為伏流水工程之重要課題，本案以模組化濾層石籠設計，旨在於當出水量降低時，僅需挖

開廊道上河床載，並將個別石籠吊起單一清洗後即可再次放回利用，建議後續經長期取水後，視堵塞情況進行清洗作業，依河川流速、河床粒徑分佈狀況，建議二~三年進行一次清洗作業。

4. 建造成本及維護費用：本案工程施作 10m 長之集水廊道及其相關設施，總經費約 1,300 萬，平均造價 130 萬/m；另外濾層堵塞後所需之石籠清洗作業，依本案工程之工項單價進行估算，約需 180 萬，平均 90~60 萬/年之維護費用。

五、結論與建議

1. 本次伏流水工程以模組化考量，可達成快速製作，快速安裝及伏流水取水、過濾之功能，惟本案場址屬無沖刷之溪流，後續如裝設於沖刷幅度大之河川時，石籠結構是否能承受尚無法確認。
2. 伏流水取水對於地質及水文條件要求嚴苛，建議未來欲進行之伏流水工程，後續設計時應於河岸旁進行地質鑽探及微水試驗等，以利評估設計。
3. 未來伏流水工程之場址選擇方面，建議應考慮河川之沖淤程度，避免伏流水工程結構受沖刷損毀，並應設在河床覆蓋深度較深之地點。
4. 本案濾層石籠以模組化設計及施工，雖可替代傳統式鋪設天然濾層之方式，惟石籠排放時之連續性仍有待後續思考，建議後續石籠型式可再作調整，加強整體連續性。
5. 建議透過長期取水後再進行濾層石籠之清洗，方可評估改善濾層石籠及集水廊道之設計是否需改進。

參考文獻

1. 「伏流水取水工程規劃設計施工作業要領」，經濟部水利署，2017。
2. 「豐原場新設初沉池工程-基本設計報告」，台灣自來水公司，2016。
3. 「對滲渠式集水廊道出水量計算中若干問題的討論」，高強，2009
4. 「臺灣山區地下水資源調查研究整體計畫第一期：臺灣中段山區地下水資源調查與評估」，賴明詔、張閔翔、財團法人成大研究發展基金會，2000

作者簡介

林建志先生

現職：台灣自來水公司中區工程處工程員

專長：自來水管線工程

中華民國自來水協會會刊論文獎設置辦法

中華民國 105 年 8 月 26 日第十八屆第八次理監事聯席會議審議通過

一、目的

為鼓勵本會會員踴躍發表自來水學術研究及應用論文，以提升本會會刊研究水準，特設置本項獎勵辦法。

二、獎勵對象

就本會出版之一年四期「自來水」會刊論文中分「工程技術」、「營運管理」、「水質及其他」等類別，分別評定給獎論文，每類別以 2 篇為原則，每篇頒發獎狀及獎金各一份，獎狀得視作者人數增頒之。

三、獎勵金額

論文獎每篇頒發獎金新臺幣壹萬元整，金額得視本會財務狀況予調整之。

上項論文獎金及評獎作業經費由本會列入年度預算籌措撥充之。

四、評獎辦法

(一)凡自上年度第二期以後至該年度第二期在本會「自來水」會刊登載之「每期專題」、「專門論著」、「實務研究」及「一般論述」論文，由編譯出版委員會於每年六月底前，每類別推薦 3-4 篇候選論文，再將該候選論文送請專家學者審查 (peer-review)，每篇論文審查人以兩人為原則。

(二)本會編譯出版委員會主任委員於每年七月底前召集專家學者 5~7 人組成評獎委員會，就專家審查意見進行複評：

1. 評獎委員以無記名投票，每類別論文勾選至多 2 篇推薦文章，每篇以 1 分計算，取累計分數較高之論文，至多 2 篇，為該類給獎論文。

2. 同一類別如有多篇文章同分無法選取時，以同分中專家審查總分數高低排序，分數再相同，則由評獎委員以無記名投票方式決定。

(三)選出給獎論文，報經本會理監事會議通過後公佈。

五、頒獎日期

於每年自來水節慶祝大會時頒發。

六、本辦法經由本會理監事會審議通過後實施，修訂時亦同。

碎冰洗管工法清洗自來水管線成果初探

文/黃裕泰、林進誠

摘要

自來水管線長期使用或多或少於管壁形成生物膜、重金屬、泥砂沉積物等管垢，這些管垢可能因停復水、管內壓力變化或水流方向改變而沖出，影響用戶用水品質。北水處通常以定期定點及不定期機動排水洗管的方式，清除管中滯留水及部分管垢，惟排水方式對長期累積的氧化銹垢及沉泥堆積物質排除效果有限。北水處引進碎冰洗管工法，將碎冰由上游消防栓注入管內，利用管內既有水壓及流速讓碎冰於管內移動並磨擦管壁，再由下游消防栓排出碎冰及管內沉積物，為安全、環保且快速之免開挖清洗工法。

本次於陽明山區挑選 4 處老舊管線實施碎冰洗管作業，為瞭解冰塊洗管方法對水質改善之程度與效益，作業前規劃詳細之水質採樣及檢驗作業方案，包括洗管前背景、洗管中水質及洗管後水質等；檢驗項目包括基本水質指標項目、懸浮固體物、氯鹽、重金屬及微生物等。經比較洗管前後各項水質檢驗項目，可以發現洗管後自由餘氯提升、濁度降低、總溶解固體量降低、鐵錳鋁等金屬濃度均降低，足見以碎冰清洗自來水管確實具有相當程度之清洗效用。

一、前言

自來水在生產過程不論在水源保護、淨水處理等環節，北水處皆已做到全面品質管

控，並導入多重屏障觀念與策略，確保民眾飲用水安全。自來水生產後依靠供水管網將水輸送至用戶端，而自來水管線隨著使用管齡增加，或多或少於管壁形成生物膜、重金屬、泥砂沉積物等管垢，這些管垢常因施工停復水、管內壓力變化或水流方向改變而沖出，直接影響用戶用水品質，因此適當的管線清洗有其必要性。

國內現行最常使用之管線清理方式為排水洗管法，利用管內現有水壓（至少 $0.2\text{kg}/\text{cm}^2$ ）及既有流速於管內流動清洗，排出管內沉積污染物。北水處訂有輸配水管線排水清洗計畫，定期每 6 個月於管末端進行排水，另外對局部或水質反應不佳地區則機動進行臨時性的排水，排水後水質達濁度小於 2NTU 且餘氯大於 $0.3\text{mg}/\text{L}$ 之排水作業標準，即完成排水作業。排水洗管清洗方法因快速簡便且短期間內效果明顯為國內外自來水業經常使用之方法。惟排水清洗法對於較大沉積物、附著緊密之管垢及生物膜等並無法排出，且清洗水容量數倍於管中水，造成水資源浪費。國外已發展以碎冰洗管之技術，具有不須開挖、清洗速度快、節省清洗水量且清洗效果佳等優點。北水處本次於陽明山區挑選四段管線進行碎冰洗管清洗作業，並比較洗管前、中、後水質狀況，評估碎冰洗管作業對管線清洗的成效。

二、碎冰洗管作業原理及注意事項

(一)作業原理

碎冰洗管屬免開挖洗管作業，係利用所選定清洗管線兩端之消防栓為進出口，先行關閉兩端制水閥，並以上游端消防栓為進入口，注入特製的碎冰泥（不同碎度適應不同的管道狀況），再開啟上游端制水閥並藉由原管線水流壓力的推動，將碎冰與管壁沉積物和生物膜等接觸磨擦後形成混合管垢漿液由下游出口消防栓流出(如圖 1)，以達到清洗管線內壁管垢的作業方式，為一不需開挖管線且不影响管體結構安全之清洗工法。

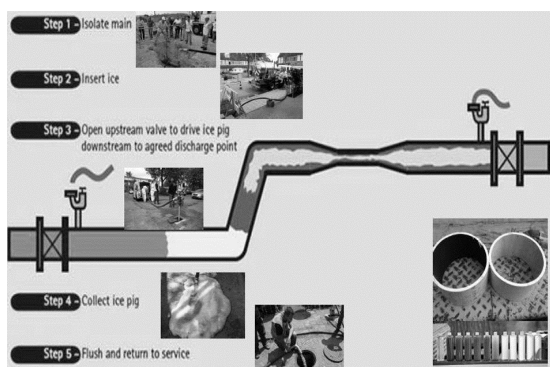


圖 1 碎冰洗管示意圖

(二)碎冰洗管作業步驟及注意事項

管線清洗主要目的係去除管線內沉積物及生物膜以提升管網水質，因此應確保碎冰洗管作業整個清洗流程標準化並符合操作規定，以達到最終之清洗目標。碎冰洗管作業步驟如圖 2 所示。清洗過程中藉由全程監測系統將餘氯、濁度、電導率、溫度、流速、水壓隨時記錄，並由這些數據掌握整個清洗過程，了解清洗進程及決定完成時間。

碎冰洗管作業在規劃設計時應考慮以下事項：

(1)管線及內襯材質：影響沉積物或生物膜形成速度及清洗設備應具之規模及所需清洗能量等。

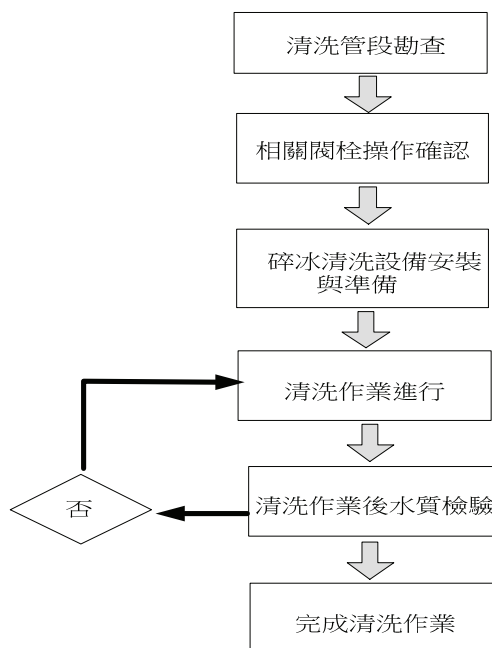


圖 2 碎冰清洗管線作業流程

- (2)管線口徑：決定碎冰之數量及現場製冰設備之能量，亦影響一次清洗管線之最大長度。
- (3)閥栓位置：本清洗工法需利用消防栓為進出口，且以制水閥控制清洗水流，所以需考慮清洗管段閥與栓的相對位置，另所經過之非控制閥應確保開啟及可操作性。
- (4)避開重要閘閥設備：為避免碎冰清洗壓力造成重要設備磨耗，應避開並分段清洗。
- (5)水力資料：需事先調查清洗管段之水壓、流速等水力資料，依原廠之要求，其最低需求水壓為 1.0 kg/cm^2 ，最低需求流速為 0.5m/s ，方可達到較佳清洗效果。
- (6)水質取樣：掌握清洗前中後水質狀況，如濁度、色度、PH、DS、總菌落數、大腸桿菌群、餘氯、氯鹽、TSS、金屬元素等，洗管前後於固定取樣點取樣，洗管中以取樣瓶取樣，比對洗管前後水質數值，藉以呈現清洗作業之成果。

- (7)清洗管段附近交通量：清洗設備應避免妨礙交通，道路狹小及交通量大之區段清洗時應特別考量。
- (8)停水作業之通報及汙染防止：於作業前進行停水作業準備及用戶停水通知單張貼預告，並通知用戶於停水期間先行關閉表前止水栓，以避免清洗之汙水進入造成汙染。並於完成清洗通水後於用戶表前逐一進行給水管排汙作業，避免用戶水質遭受汙染。
- (9)應變計畫擬定：事先研提可能突發狀況並擬定臨時應變處理計畫，以因應洗管作業突然中斷及自來水設備遭碎冰清洗水流或水壓損壞等特殊情事發生。
- (10)淤泥儲存運棄：汙泥冰漿抵達出口即應導排至指定汙泥槽車內運棄，運棄地應符合環保處理規定之合法場所。
- (11)清洗設備裝運與安置：包括製冰貯存設備、保冰運送設備及發電加壓設備，所佔據空間需加以考慮，配合現場洗管位置，尋覓鄰近適當地點安置製冰機等大型設備。

(三)清洗路段選擇注意事項：

- (1)用戶經常抱怨水質不良之區域。
- (2)分處經常性巡檢水質不佳區域。
- (3)小區作業經常造成水汙染地區。
- (4)符合碎冰洗管所需最低之水壓及流速。
- (5)市區道路需考慮路幅寬度及交通流量與動線可否適用碎冰清洗設備操作範圍。
- (6)山區道路應避開坡度過大之管段，可選擇低凹處水流緩慢或易短暫滯留之管段。
- (7)待清洗老舊管線可承受清洗水壓及水流所造成之衝擊。

三、現場試辦作業

本次試辦選定台北市陽明路一段、行義路及至善路三段等路段進行碎冰洗管試辦，辦理過程說明如後。

(一)洗管機具設備介紹

- (1)碎冰製造機：本次試辦使用製冰機之製冰能力為每天 3.5 噸，屬於較低製冰能力之機種，原廠可依口徑大小、清洗長度、天候溫度等不同條件需求，客製化設計製冰機能力。另製冰設備應設置於施作現場最佳運送距離內，以便有效運送補給清洗所需冰量，製冰機如圖 3。



圖 3 碎冰製造機

- (2)運送設備：依據碎冰儲存容量大小調派所需運輸卡車，可將所製碎冰順利運至施作現場，確保運送過程不造成洩漏及影響環境，如圖 4。
- (3)貯冰設備：本次試辦之碎冰貯存設備容積約為 2.2m³，具低溫保冰功能可將所製碎冰維持最佳狀況並快速運抵施作現場，確保運送過程不造成洩漏及環境影響，如圖 5。
- (4)發電加壓設備：為將碎冰推入管內現場應準備發電機及加壓設備，如圖 6。



圖 4 碎冰運送卡車

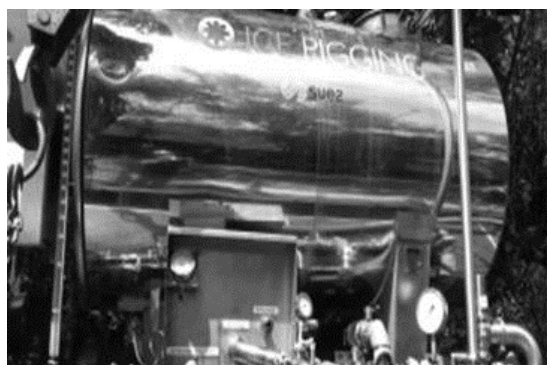


圖 5 碎冰儲存設備



圖 6 發電機及加壓設備

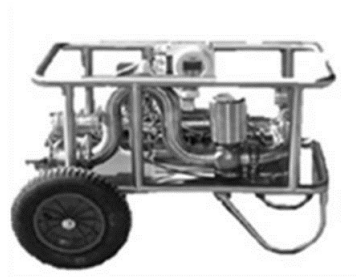


圖 7 全程監測設備

(二)清洗路段基本資料調查

本次碎冰洗管作業擇定陽明山區 3 處管線並分 4 管段進行洗管，相關管段於施作前現場量測收集所需之水力資料如表 1，經檢視各清洗管段皆符合最低需求水壓 1.0 kg/cm^2 ，另行義路段雖接近但未達最低需求流速 0.5 m/s ，考量現場為斜坡路段又位於減壓閥後，屆時可調整減壓閥使達所需流速，故所選管段皆適用本碎冰洗管作業方式。

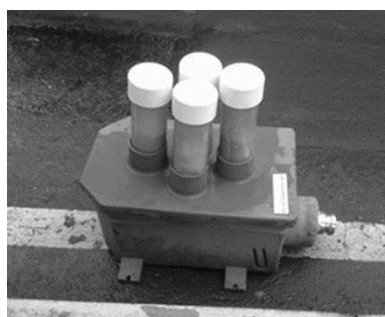


圖 8 除氯桶

表 1 洗管路段基本水力資料

項次	洗管位置	口徑 (mm)	材質	管齡 (年)	清洗長度 (M)	壓力 (kg/cm ²)	流量 (CMH)	流速 (m/s)
1	陽明路一段 23-3 號至臨 80 號對面	150	DIP	30	515	進: 2.0 出: 5.8	65	1.02
2	至善路三段 7 巷至中社路口	200	DIP	30	305	進: 5.8 出: 6.9	70	0.62
3	行義路 342 號對面至 265 號前	200	DIP	32	361	進: 1.2 出: 4.0	50	0.44
4	行義路 250 號對面至 180 巷口	200	DIP	32	394	進: 1.2 出: 2.8	48	0.42

(5)全程監測設備：洗管過程全程監測水力及水質資料，包含溫度、電導率、濁度、餘氯、流量、壓力，可隨時掌控清洗進度及時程，如圖 7。

(6)除氯桶：清洗初期之管內水受後端碎冰推動排出，仍含有餘氯但尚無其他沉積物，可直接連到除氯桶(如圖 8)後逕行排入側溝。

(三)各路段作業說明

(1)陽明路一段 23-3 號至臨 80 號對面

本路段於 106 年 10 月 11 日下午於現場施作，位置如圖 9，於洗管前先進行管中攝影，以了解管內壁沉積物現況（如圖 10），相關清洗設備於進出口處就定位，於下午 5 時 10 分開始進行碎冰洗管操作流程，歷時 15 分鐘時間於下午 5 時 25 分順利完成全管段 515 公尺管線清洗工作，洗管期間並取樣記錄水質變化狀況(圖 11、圖 12)，直到出水符合水質標準為止。隨後再次進行洗管後之管內攝影，確認管內壁沉積物清洗之狀況。



圖 9 陽明路一段洗管路段平面圖



圖 10 洗管前管中攝影



圖 11 洗管排水取樣



圖 12 取樣瓶紀錄水質變化

(2)至善路三段 7 巷至中社路口

本路段於 106 年 10 月 13 日上午 11 時 10 分開始進行碎冰洗管作業，歷時 12 分鐘順利完成全管段 305 公尺管線清洗工作。洗管過程如圖 13~15 所示。

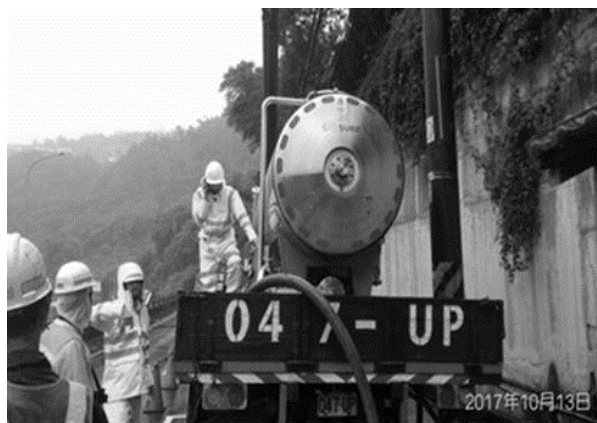


圖 13 貯冰車於入口處注冰



圖 14 出口處連結監測設備排水



圖 15 取樣瓶紀錄水質變化



圖 16 入口處注冰及出口處碎冰排出

(3)行義路 342 號對面至 265 號及行義路 250 號對面至 180 巷口

本路段清洗總長為 755m，由於避開重要持減壓閥位置，因此分成二段辦理洗管作業，分別於 106 年 10 月 16、17 日辦理清洗作業，鑒於前二次清洗經驗本路段各項操作步驟更顯熟稔及順暢。行義路上游段於 10 月 16 日上午 11 時 30 分開始實施碎冰洗管操

作，歷時 17 分鐘順利完成全管段 361 公尺管線清洗工作；行義路下游段於 10 月 17 日下午 2 時 30 分開始實施碎冰洗管操作，歷時 18 分鐘順利完成全管段 359 公尺管線清洗工作。洗管過程如圖 16~17 所示。

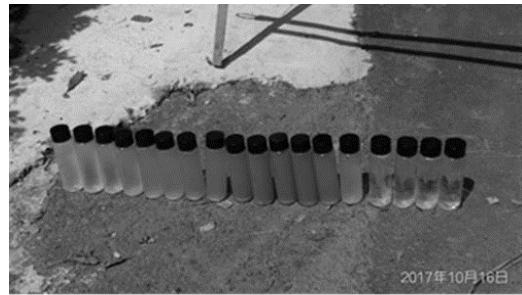


圖 17 取樣瓶紀錄水質變化

四、洗管結果分析

(一)採樣規劃

為瞭解碎冰洗管方法對水質改善之程度與效益，本次洗管作業規劃詳細之水質採樣、檢驗作業方案。採樣作業包括洗管前背景、洗管中水質及洗管後水質等；檢驗項目包括基本水質指標項目、懸浮固體物、氯鹽、重金屬及微生物等。洗管前於每處洗管管段篩選 1~2 處直接用水戶進行背景水質採樣，若於洗管管段內無直接水用戶，則於消防栓排水 10 分鐘後採樣，本次背景水質採樣點位置詳表 2，於 106 年 9 月 14 日完成洗管前採樣。

表 2 背景水質採樣點位置

路段編號	洗管位置	背景水質採樣點位置	採樣點形態
路段 1	陽明路一段 23-3 號至臨 80 號對面	陽明路 1 段 23 號前	消防栓
		陽明路 1 段 23-3 號	直接水用戶
路段 2	至善路三段 7 巷至中社路口	至善路 3 段 7 巷口	消防栓
		至善路 3 段釣蝦場	直接水用戶
路段 3	行義路 342 號對面至 265 號前	行義路 260 巷口	消防栓
路段 4	行義路 250 號對面至 180 巷口	行義路 186 巷口	消防栓
		行義路 186 巷 17 號旁社區	直接水用戶

表 3 洗管中採樣時間點及採樣項目

檢項	0	1	2	4	6	8	10	12	14	16	洗後
濁度	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
色度	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
pH	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
總菌落數		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
大腸桿菌群		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
餘氯							✓	✓	✓	✓	✓
氯鹽	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
金屬	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
SS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

洗管過程中，依表 3 規劃之採樣時間延時為原則進行採樣，惟採樣時間可依現場洗管排出水之濁度高低調整採樣延時間隔。洗管後 1 週於洗管前相同採樣點採樣 1 次。本案採用之檢驗方法均依行政院環境保護署公告之標準方法，各水質項目之檢驗方法詳表 4 所示。

(二)洗管過程水質變化

(1)濁度、pH 與餘氯變化：

本次 4 個管段洗管過程中，大致而言，洗管出現濁度波峰時，自由餘氯及 pH 值均降低，形成山谷狀，之後隨著濁度逐漸降低，自由餘氯及 pH 值逐漸爬升至原來直接水水質狀況或更佳，典型變化曲線如圖 18、19。

表 4 各水質項目之檢驗方法

檢測項目	檢測方法
鉛、銅	石墨爐式原子吸收光譜儀法 NIEA W303.51A
鐵、錳、鋁、鋅、鎳	水中金屬及微量元素檢測方法－感應耦合電漿原子發射光譜法 NIEA W311.53C
總菌落數	混合稀釋法 NIEA E204.55B
大腸桿菌群	飲用水中大腸桿菌群濾膜法 NIEA E230.55B
氯鹽	離子層析法 NIEA W415.53B
總懸浮固體量	水中懸浮固體量檢測方法 -103~105°C 乾燥 NIEA W210.58A
色度	鉑鈷視覺比色法 NIEA W201.52B

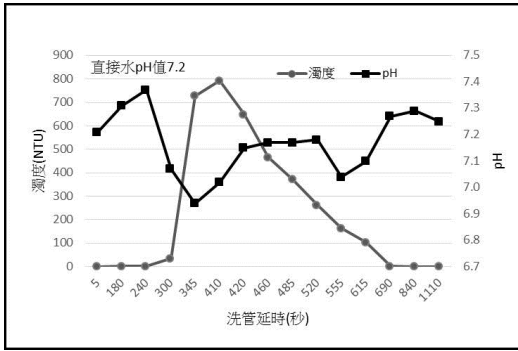


圖 18 行義路 186 巷洗管廢水濁度與 pH 值變化

(2)微生物

洗管廢水中微生物之變化，可瞭解管內壁生物膜生長狀況，洗管廢水總菌落數及大腸桿菌群之變化，如圖 20，

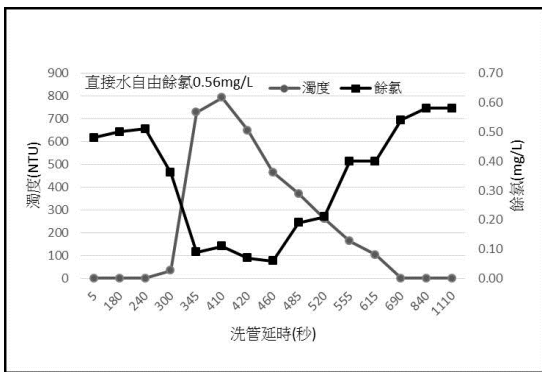


圖 19 行義路 186 巷洗管廢水濁度與自由餘氯變化

在濁度逐漸爬升前，大腸桿菌群會出現高值約 102，之後即降為” <1”；總菌落數則在濁度出現波峰時，出現較高測值，不過最高也約 102，濁度波峰結束後，總菌落數會持續出現一段時間，此與洗管過程中刮除管壁生物膜，致生物膜內微生物釋出懸浮有關。

(3)金屬濃度變化

洗管管段洗出金屬以鐵、鋁及錳最高，再其次為鋅、銅及鈹。所有金屬最高濃度發生之波峰均與濁度相同，顯示清洗過程濁度物質之洗出，連帶將原附著於管(銹)垢上之

金屬帶出。清洗廢水濁度與金屬濃度變化如圖 21、22。

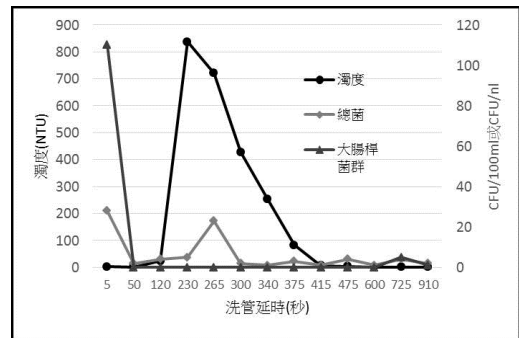


圖 20 至善路洗管廢水總菌落數與大腸桿菌群變化

(4)洗出管垢分析

本次洗管廢水之濁度、總溶解固體量(TDS)、總懸浮固體量(TSS)及氯鹽(因洗管所加食鹽)出現波峰為重疊的，典型的案例如至善路(圖 23)。

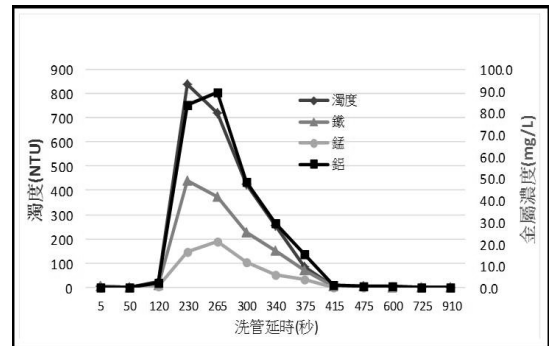


圖 21 至善路洗管廢水濁度與金屬濃度變化 (I)

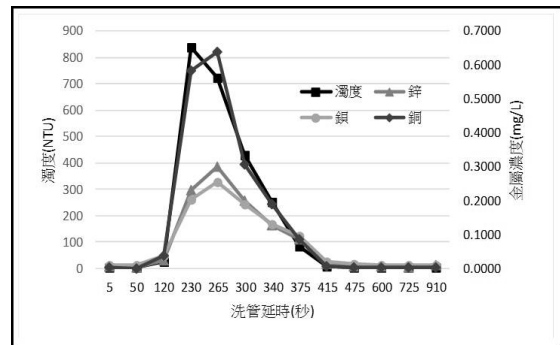


圖 22 至善路洗管廢水濁度與金屬濃度變化 (I)

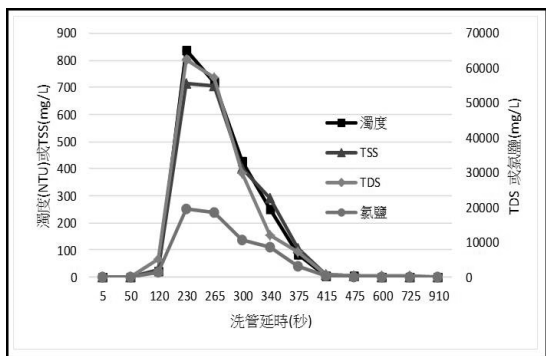


圖 23 洗管過程濁度與 TSS、TDS 及氯鹽變化

每洗管段洗出之固體物質量，以總溶解固體量濃度加上總懸浮固體量濃度(等於總固體量)，扣除氯鹽以化學計量 ($NaCl=[Cl]*35.5/58.5$)，再扣除原直接水中總溶解固體量濃度，乘以流量，即可得質量 s_i ，計算瞬間洗出質量以 s_1 與 s_2 之平均值乘以 Δt 求得，再計算累積洗出量。本次洗管約 6 至 14 分鐘可洗出 38.6~84 公斤之管垢。以至善路效果最好(6.2 分鐘洗出 84 公斤)。總管垢質量之組成若鐵、鋁及錳 3 種金屬以常見之 $FeOOH$ 、 $Al(OH)_3$ 及 MnO_2 形態計算，占總質量約 1.5%~13%，其他成份依文獻判斷可能大部份為二氧化矽及氧化鈣。

(三)洗管前後水質變化

本次洗管前後於相同採樣點採取直接水以比較洗管前後水質變化，經檢驗洗管後自由餘氯提升、濁度降低、總溶解固體量降低、鐵錳鋁鉛等金屬濃度均降低，惟總菌落數有略微增加之現象，應為清洗破壞生物膜造成微生物再懸浮所致，不過僅個位數菌落，水質安全無虞。洗管前後各採樣點水質變化如圖 24 至 27 所示。

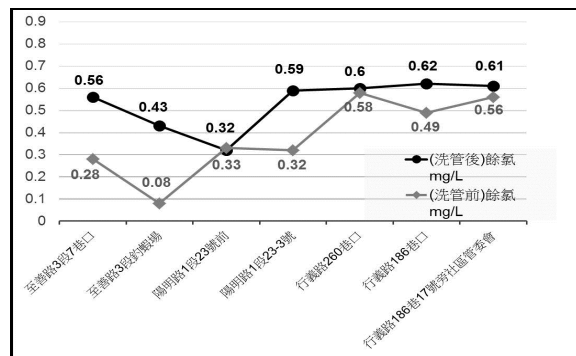


圖 24 洗管前後水質餘氯比較

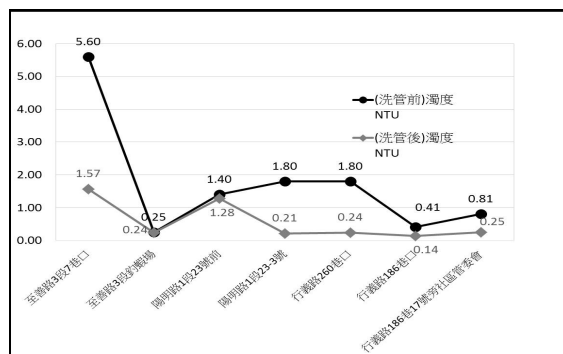


圖 25 洗管前後水質濁度比較

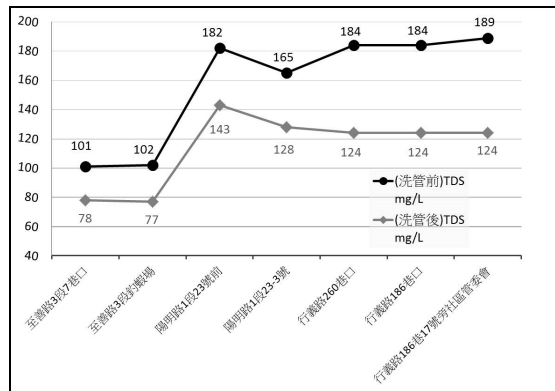


圖 26 洗管前後水質 TDS 比較

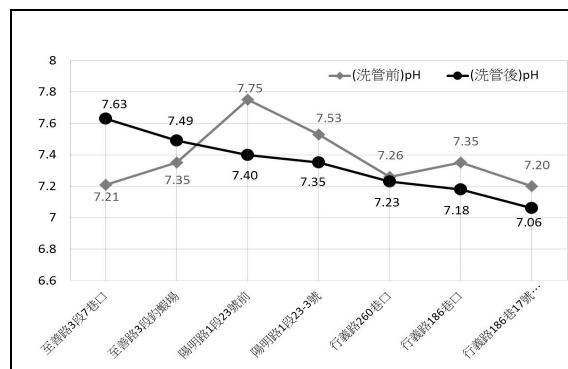


圖 27 洗管前後水質 PH 比較

五、結語

本次碎冰洗管選擇陽明山區 4 管段清洗，由清洗前後之內視鏡、現場清洗紀錄瓶及水質檢測結果顯示，以碎冰清洗自來水管確實具有相當程度之清洗效果。本次清洗管段位於山區，流速相對較高，管段長度 3 百至 5 百公尺均可在 20 分鐘內清洗完畢，清洗效率高，停水時間短，降低對用戶用水之影響。經現場量測所需清洗之水量在管容量之 2 倍以內，耗水量低，具環保效益，且碎冰係由既有消防栓進出，無須開挖路面及切割管線，清洗時噪音小，不影響民眾日常生活。

碎冰清洗工法所需碎冰量須依施作當時天候氣溫、管線口徑大小、清洗長度等因素而調整，本次試辦日期適逢台北地區高溫達 34 度，製冰機組所需製冰時間由 18 小時延長至 24 小時，未來在推動碎冰洗管作業時需考量臺灣夏日高溫對製冰效率之影響。另外碎冰洗管最低需求水壓為 1.0 kg/cm²，最低需求流速為 0.5m/s，惟臺北地區採最適水壓調控，部分地區水壓及流速無法達到碎冰洗管要求，而低水壓、低流速往往是最容易沉積管垢之路段，反而最需要清洗，若要在臺北地區推廣使用碎冰洗管，必須考慮必要的加壓設備，以廣泛適用各低水壓、流速之管段。另外臺北地區交通繁忙巷弄狹小，碎冰運送設備、卡車等體積大小需再適當調整，避免影響民眾生活。

參考文獻

- 1.史午康、薛志宏、廖介廷、鄭錦澤、陳嘉興、陳奕能，管線系統清理體系之建立，自來水協會專題研究計畫，2003。
- 2.許敏能、黃騰宏、謝博庭、董士誠、朱健行，管線清理中管末排水作業測試評估與研析，自來水協會季刊第33卷第2期，2014。
- 3.臺北自來水事業處，106度自行研究報告，北水處配水管洗管技術初探，2017。
- 4.林進誠、黃裕泰，配水管線碎冰清洗作業探討-以陽明山區管線為例，第34屆自來水研究發表會，2017。
- 5.Ellison,D.,S.J.Duranceau,S.Ancel,G.Deagle, & R.McCoy. Investigation of Pipe Cleaning Methods. s.Denver ,Colo.:AWWARF and AWWA (2003)

作者簡介

黃裕泰先生

現職：臺北自來水事業處供水科股長

專長：小區計量、漏水控制

林進誠先生

現職：臺北自來水事業處供水科三級工程師

專長：漏水檢測、管網改善

鳶山堰閘門更新改善工程規劃設計與監造

文/蕭佳宏

摘要

台灣自來水公司負責提供優質飲用水供國內民眾使用，為達量足、質優之自來水供水品質目標，歷年來已興辦多項重大公共建設工程，對於各項自來水工程之設計、監造與施工品質在各級長官的督促與精進下品質與效能均逐年提高。

鳶山堰自民國 72 年興建完成，使用迄今已 35 餘年，其水工機械閘門因長年浸於大漢溪河水中受原水之沖刷，雖有定期保養維護，但亦造成嚴重鏽蝕，經自來水公司提送第三次安全評估報告送經濟部水利署水利建造物檢查及安全評估小組審查後，建議將閘門全面更新。

要在營運操作中之水庫進行閘門更新，首要責任需要確保於颱風汛期期間，水庫之閘門仍能保持正常排洪之功能，才能面對因氣候變遷下各項突發性豪大雨及強颱風來襲時，維持水庫堰壩與下游民眾之財產安全。且為珍惜水資源及淨水場民生用水需求之操作供給，鳶山堰水庫又均需保持蓄滿水之狀態，閘門更新工程要在防洪與蓄水狀況下進行，就像穿著褲子改褲子一樣的困難。

本工程雖難度較高，但經自來水公司、設計與施工團隊的努力，每半個月召開一次工程檢討會議逐項推動，再經自來水公司胡總經理、李總工程師與各級長官的督導與指正，順利將使用中之 21 門閘門全面更新，達到無漏水量，避免水資源之浪費，並於門

扉上游側塗裝聚胺脂高分子保護膜，防蝕性強，延長使用壽命且降低生態干擾。

本「鳶山堰閘門更新改善工程」於 107 年分別獲得經濟部「公共工程優質獎」設施類第一名佳績及行政院公共工程委員會「第 18 屆公共工程金質獎」設施類佳作，本案係台灣自來水公司 18 年來首次獲得工程會金質獎之獎勵與肯定。

關鍵字：安全評估、金質獎

一、緣起

鳶山堰位於新北市三峽區及鶯歌區交界之大漢溪上，係一抬高河川水位取水之跨河構造物，主要以調節石門水庫下游河道未控制流量之攔河堰，管理單位為台灣自來水股份有限公司第十二區管理處，鳶山堰為板新給水廠及第二區管理處大湳給水廠之主要原水來源，以供應新北市板新地區及桃園市八德、龜山等區之公共給水並兼含農業灌溉目標。

鳶山堰共設 3 座排砂道、18 座排洪道，每道設固定輪式閘門，並於閘門前端設有擋水閘板槽，供固定輪閘門維修時放下閘板，以保持水庫正常水位。原設計排砂道及排洪道洩洪總容量採用 100 年頻率洪峰 9,630 立方公尺設計。堰體下游設靜水池長 30 公尺，供洩洪時消能，以防下游河道淘刷，保護堰體及岸堤安全，另有 1 座重力取水口及 1 座農田灌溉取水口（詳見圖 1）。

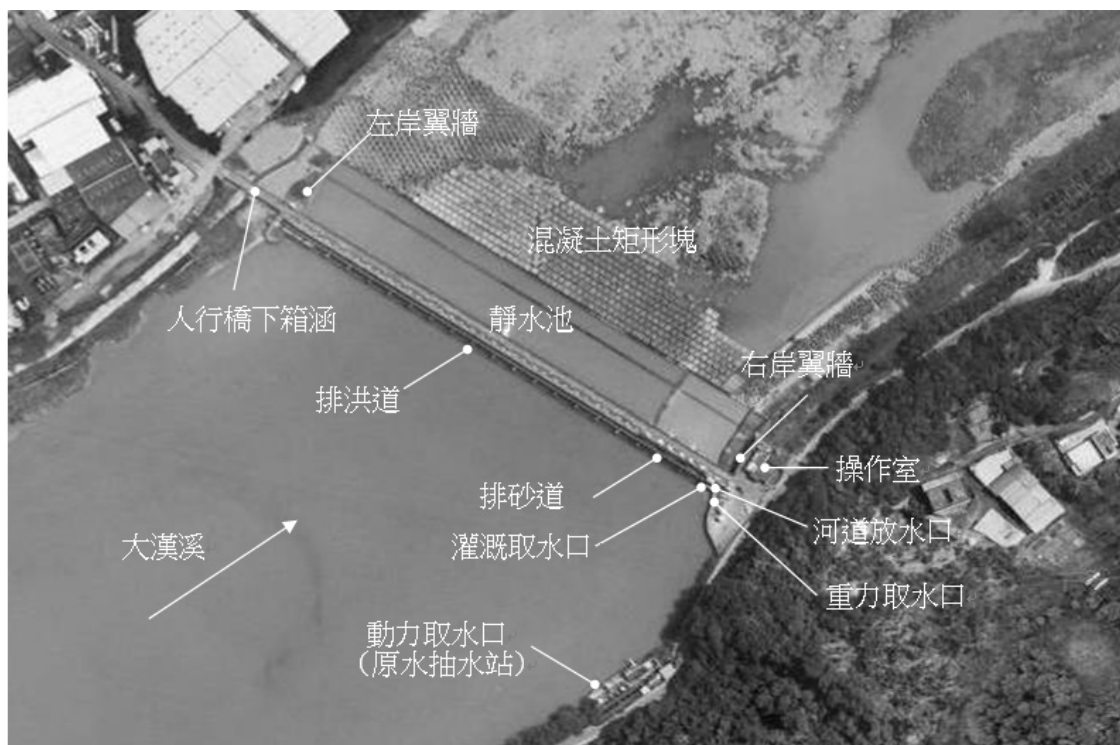


圖 1 鳶山堰工程佈置平面圖

台灣位於環太平洋地震帶上，地質年代輕，地震頻仍，又位於颱風路徑上，豪雨洪水集中且頻繁，對於蓄水建造物安全之危害與日俱增，經濟部頒布『水利建造物檢查及安全評估辦法』，辦法中明訂蓄水建造物營運期間每 5 年應辦理一次安全評估，評估報告並應經中央主管機關審定。

由於閘門本體因長年浸置於河水中，造成結構嚴重鏽蝕，依鳶山堰第三次水庫安全評估報告結論指出：排砂道及排洪道閘門門扉鏽蝕情形相較嚴重，甚至部分主要結構已達到貫穿性腐蝕損傷情況（如：門扉橫梁、腹板、加勁板均麻面鏽蝕，次縱梁腐蝕穿孔）。水工機械生命週期評核，其嚴重腐蝕情況已達第 4 時期（更新期），經建議針對現場排洪道與排砂道閘門進行全面更新。據此，辦理「鳶山堰閘門更新改善工程設計監

造委託技術服務」，經評選交由中興工程顧問股份有限公司承辦，主要作業內容如下。

(一)水工機械工程

鳶山堰水庫 3 門排砂道閘門更新，18 門排洪道閘門更新，農田灌溉取水口閘門及其機電設備更新，農田灌溉取水口擋水閘板更新，重力取水口閘門及其機械設備更新，副閘門雙軌式吊車操作台鋼板整修，河道放水口閘門及機電設備檢查、保養與維護，控制室內低壓配電開關箱設備更新，堰區路燈照明系統更新，堰區監視系統更新，鳶山堰橫移式鋼製大門驅動設備檢修及零組件更新，增設副閘門之不銹鋼吊梁一組及水尺。

(二)土木工程

堰頂橋梁（21 座）支承墊更新，排砂道及排洪道溢流面及重力取水箱涵之破壞混凝土面修補及控制室周邊排水系統改善。

二、規劃設計

一件工程成果的優劣，先期規劃設計最為重要，要先瞭解現場操作之實務需求，才能對於整體閘門更新工程進行最佳之規劃與設計，本案工程之規劃、設計審查作業係分 2 階段分別進行：

(一)階段 1 自來水公司內部需求檢討

台水公司十二區處先進行工程需求設計，原規劃係採不銹鋼之門扉進行閘門更新，函報總公司，再經工務處召開會議審查後，退回補正與修改後，再陳報重新審查後，方經總公司同意更新之範疇並辦理委外設計監造及後續工程發包作業範圍如下：

- 1.排洪道 A 型閘門 17 門（寬 10 公尺×高 5.8 公尺）閘門整體更新。
- 2.排洪道 B 型閘門 1 門（寬 6.4 公尺×高 5.8 公尺）閘門整體更新。
- 3.排砂道閘門 3 門（寬 10 公尺×高 9.3 公尺）閘門整體更新。
- 4.重力取水口閘門 1 門（寬 2.8 公尺×高 2.8 公尺）及吊門機整體更新。
- 5.農田灌溉取水口閘門 1 門（寬 1.5 公尺×高 1.0 公尺）及吊門機整體更新。
- 6.堰頂橋大樑與堰體間支承墊更新。
- 7.其他附屬電器設備。

(二)階段 2 工程設計委託技術服務

本工程之設計與監造採委託技術服務，交由專業工程顧問公司以勞務合約辦理，其設計區分為基本設計、細部設計兩部分。

1.基本設計：

針對整體工程先提出工作基本設計報告，應包含下面內容：

- (1)設計標的相關資料蒐集、評估、檢討及建議（含基本資料蒐集、結構資料及設備現況之檢討及建議）。
- (2)基本設計準則及圖說，包括基本設計圖及綱要規範（含土木、機械、儀控、電氣等設備之設計）。
- (3)初步計算資料。
- (4)施工規劃及施工時程之擬定。
- (5)總工程經費概估。
- (6)撰擬基本設計報告。

2.細部設計：

本工程主要項目為鳶山堰 21 門閘門更新，及其他部分工程，各項設計在不同條件下，經分別進行檢討後成果如下：

(1)排洪道與排砂道閘門：

- 因民國 97 年間鳶山堰曾辦理排洪道及排砂道閘門之吊門機組整修，以及電氣控制設備更新等工作，故目前吊門機及電氣控制設備狀況尚為正常。閘門目前構件鏽蝕狀況較為嚴重（見圖 2~5），故為確保結構安全性及可靠性，需予以汰舊換新。
- 吊門機未更新情況下，其閘門更新之設計提吊力需符合原有設備之提吊容量安全需求，為減輕門扉重量，門扉面板採用 CNS G3057 SM490；門扉其他構件因主橫梁斷面尺寸受撓度所控制，可採用 ASTM A36 或 CNS G3057 SM400，門扉之主輪組、彈簧輪組以及其輪軸考慮採用不銹鋼材質，以避免生鏽卡住而影響閘門啟閉功能。



圖 2 排砂道閘門門扉現況



圖 3 排洪道閘門門扉現況



圖 4 排砂道閘門門扉鏽蝕情形



圖 5 排洪道閘門門扉鏽蝕情形

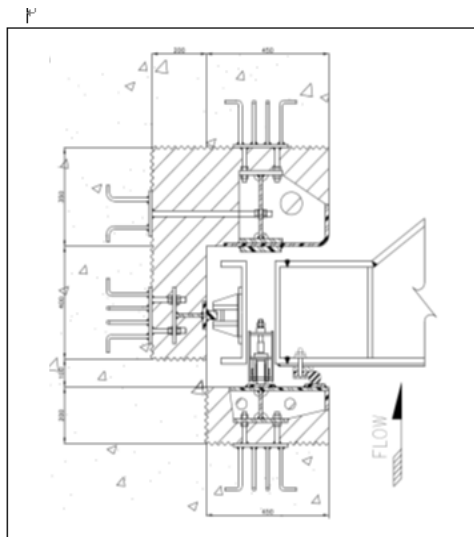


圖 6 排洪道閘門彈簧輪設計圖

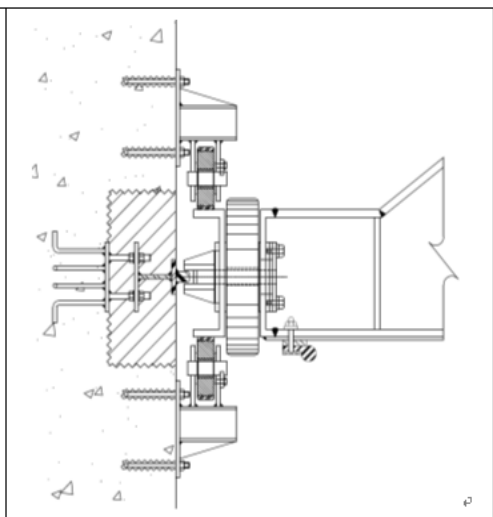


圖 7 排洪道閘門防震輪組設計圖

• 門框部分為與新設門扉配合達到水密、支承及運轉功能，應以新設為宜，利用現有二次混凝土及門框構件敲除後裝設新門框，設計時將參考原有竣工圖佈置，決定

設備安裝所需二次混凝土相關尺寸及敲除範圍，門框與安裝施工固定原則上可利用現有埋設於一次混凝土之錨碇板方式。新設門框平時曝露於空氣中或水中因

維修困難部分，採用不銹鋼材質，埋設於混凝土部分則可採用一般結構碳鋼。

- 門扉應設置彈簧輪組以減少閘門啟閉之振動(見圖 6);原有閘門維修平台之防風架易吊落且啟閉過程與門扉無法接觸，將建議採用目前設計常用之防震輪型式(見圖 7)，亦可使門扉在排洪開啟過程中均可保持門扉接觸防震輪，減少門扉傾斜及振動。
- 排洪道及排砂道閘門之塗裝系統，面板上游側因維修不易可採用附著力較高、耐磨性較佳、使用壽命較長之聚胺酯高分子保護膜；面板下游側及主梁構件採用環氧樹脂柏油漆塗裝，以便利日後油漆修補，且應於施工時加強塗漆程序之檢驗品質，以確保其使用壽命。
- 排砂道及排洪道閘門更新施工之擋水可利用現有 7 片副閘門，一道排砂道擋水需用 3 片排砂道副閘門，一道排洪道擋水要用到 2 片排洪道副閘門。因排洪道現有副閘門數量不足，將依施工期程規劃要求施工廠商另增加二道排洪道之臨時擋水閘板，以確保工進。而且因現有副閘門及其門框可能無法水密，將另需要求施工廠商增加止水、導水及排水設施與工作。
- 排砂道及排洪道閘門雖將進行汰舊換新，但其鋼索捲揚式吊門機仍為現有設備，故新設閘門提吊力需符合現有吊門機額定容量之安全需求，將依所蒐集排砂道及排洪道閘門之提吊力與吊門機額定容量相關資料，做為新設閘門之設計依據。門扉頂部之提吊滑輪組位置應符合原有

吊門機鋼索及樓版開孔位置，以免影響吊門機之啟閉功能。

(2)重力及農田灌溉取水口閘門及驅動設備

- 重力取水口閘門平時於豎井內，已老舊鏽蝕，吊門機亦已老舊，可靠性較低，其電氣設備於民國 97 年曾辦理更新。為確保閘門結構安全性及操作可靠性，將重力取水口閘門及吊門機汰舊換新，農田灌溉取水口閘門平時均浸於水面下，亦已老舊鏽蝕，吊門機及電氣設備亦老舊，可靠性較低，農田灌溉取水口閘門及機電設備均更新。
- 重力及農田灌溉取水閘門原為鑄鐵閘門，因平時存置於門槽內之水面下，且檢查維修較為困難，因閘門尺寸較小其工程費佔整體比重較低，材質更換為不銹鋼，以減少日後維護人力及費用。
- 重力及農田灌溉取水閘門之吊門機已老舊且可靠性較低，將依據新設計閘門之啟閉提吊力，作為吊門機設計額定容量之依據。
- 重力取水口閘門之電氣設備不予更新，其吊門機設備更新後之電源及監控點，則接續於原現場控制箱並測試調整其功能之完整性。農田灌溉取水口閘門電氣控制設備更新。
- 農田灌溉取水口閘門更新施工時，可利用其上游側之擋水閘板關閉擋水，目前因擋水閘板卡住無法發揮功能且研判應已老舊鏽蝕，故建議由施工廠商將擋水閘板拆卸吊起，並將此閘板更新為不銹鋼擋水閘板。

(3)電氣控制設備

- 農田灌溉取水口閘門電氣設備：農田灌溉取水口閘門水工機械之現場控制箱，因使用時間久遠，且水庫環境濕氣較重，各主保護開關及極限開關感測控制元件有接點端子鏽蝕劣化等情況。故配合農田灌溉取水口閘門及其螺桿式吊門機更新，將現場控制箱、電源纜線及至管理中心控制室之遠方控制纜線(CVV CABLE)等電氣設備更新，並接續至管理中心控制室遠方監控設備之農田灌溉取水口閘門既設監控點，並測試調整其功能之完整性。
- 控制室內低壓配電開關箱設備：鳶山堰各閘門水工機械及相關附屬設備之主電源箱設置於控制室內之低壓配電開關箱，設有台電供應之正常電源及柴油發電機組供應之緊急電源，並設有自動切換開關(ATS)負責必要時之電源自動切換。經現地現勘並與業主管理單位研討結果，目前電源供應狀況正常，且低壓配電開關箱之箱體設備狀況大致正常，故建議予以整理即可，無須更新。惟低壓配電開關箱盤面電流表、功率表及功率因素表之功能已損壞無法指示及箱盤內部份迴路之保護開關使用年代久遠，故建議應予以更換新品，同時進一步整理現有箱盤內部配線及設備裝置狀況以符合安全、整齊之原則，並配合更新低壓配電開關箱之內箱門，以符合更新之保護開關開孔尺寸，增加盤內設備使用之安全性。
- 堰區路燈照明系統更新：鳶山堰區及鳶山堰動力取水口處(抽水站處)路燈照明部分，因設備老舊已有燈罩破損及燈具毀壞

之狀況，將原有高壓鈉氣燈具配合現今發展進步之燈具設備技術，進一步更新為 LED 路燈照明燈具，其特性具有發光效率高、使用壽命長、不易破損、耗電量少、省能環保、安全性高、減少維修費用等多重優點，並配合更新其電源纜線，以增加其供電可靠度。鳶山堰壩體上、下游探照燈及管理中心屋頂投射燈已有損壞之情況，配合本次路燈更新工作，一併更新探照燈及投射燈，並更新其電源纜線。

- 堰區監視系統更新：管理中心控制室內部分堰區監視系統損壞、解析度不佳且已超過使用年限，本工程更新攝影鏡頭以利維護堰區之安全。依據現勘及與管理單位討論後，配合更新安全監視系統設備為：鳶山堰區 4 組屋外式槍型(軸式)攝影機、4 組屋外式球型(圓罩式)攝影機以及鳶山堰動力取水口處(抽水站處) 4 組屋外式球型(圓罩式)攝影機，並更新控制室內之監視系統主機及監視 LED 螢幕設備，原舊有兩套主機設備配合更新整合成一套系統，並設置於原有機櫃內。

(4)堰頂橋梁支承墊更新

- 堰頂橋梁鋼製支承墊自竣工至今已三十餘年，由於長期暴露於大氣之中，所以鏽蝕的情況相當嚴重，在經過現地勘查及資料收集後評估未來更新後支承墊的型式將改用橡膠支承墊配合灌注無收縮混凝土。
- 支承墊更換作業將採用油壓千斤頂由橋梁下方將橋梁暫時同步頂升後施工，其中橋梁頂升作業為支承墊更新工程的核心，為求頂升作業能順利進行，現地既有設施須配合的工作分述如下：

- 鋼製齒狀伸縮縫：堰頂橋梁的鋼製齒狀伸縮縫分成兩層，上層是齒狀伸縮縫的主體，下層則錨錠於橋梁混凝土中，此齒狀伸縮縫於橋梁頂升過程中，兩側鋼板上下層將會相互干擾而導致橋梁完全無法頂升，所以建議必須先暫時將伸縮縫一側的混凝土敲除，移除並保留鋼製伸縮縫本體，待完工後再行復舊。
 - 伸縮縫：堰頂橋梁除了橋面上的鋼製齒狀伸縮縫之外，於橋梁四周也有一般的伸縮縫，伸縮縫的設計間距為 2cm，如果將填縫劑或填縫版清除後仍無法確定有足夠的空間能完成橋梁頂升作業時，則需敲除局部的混凝土以確保施工過程的順利，並於完工後復舊。
 - 欄杆：上游側有阻礙的欄杆皆為活動欄杆，頂升作業前只要將活動門打開不影響施工即可；下游側欄杆則由兩個部分組成，分別為不鏽鋼圓柱欄杆及鋼線網，因為這兩個部分的欄杆於施工時並未依照堰頂橋的橋跨施作，所以於橋梁伸縮縫處不一定為可活動端，所以該部分就配合施工分區局部拆除，施工中以臨時欄杆維護暫時取代，並於施工完畢後復舊。
 - 管線：上游側的管線依目視檢查應該都為可撓性的 PVC 管，頂升作業前可先移除固定夾具，如果管線無法配合堰頂橋的頂升，則該 PVC 管先暫時移除並同時保護內部的線路，於施工後再行復舊；下游測的部分有預埋路燈線，所有路燈及線路將配合路燈更新工程全數移除，待頂升作業完工後再行施作路燈更新工程。
3. 規劃設計本工程時，已先特別就原設計使用之便利性，與現今水庫使用之需求性，再納入新技術與考量友善環境等多重因素下，設計成果具有下列各項創新與亮點，分述如下：
- (1) 功能與經濟性
- 本工程設計依據閘門功能需求，預算編製參照工程會價格資料庫、營建物價、市場詢價，並參考過去類似工程經驗資料辦理，使預算金額合理。
 - 閘門及附屬設備之設計均符合承載、防蝕與耐久性、操作維護等基本功能需求，並考量增設操作及維護安全設施，以確保門扉及維護人員安全。
 - 部分閘門構件維護困難，更新採用不銹鋼材質，可減少日後維護工作費用；而門框埋設於混凝土構件採用較經濟之一般碳鋼，可減少工程費。
 - 各閘門經詳細分析計算與布設各構件尺寸，以求得較經濟之設計尺寸。設計並經評析，以達到降低維護成本，提升運轉功能可靠性及維護便利性機能。
- (2) 生態永續
- 本工程為舊有閘門拆除與更新，現場已將工地工區限制於堰體結構範圍內，而各閘門之主要製造與噴砂塗裝等作業均於專業工廠內施做，可避免對大漢溪環境生態系統造成衝擊。
 - 門框敲除及施工吊裝設備規劃使用氣動工具與現場既設天車，減少使用燃油動力設備，有效降低空氣污染及油汙汙染生態造成影響。

- 排砂道及排洪道閘門門框、取水閘門門扉及門框等均採用不銹鋼材質，排砂道及排洪道閘門上游側面板採用防蝕壽命較長久之「聚胺酯高分子保護膜」等，減少日後之維護工作造成對生態之干擾。
- 本工程主要工項材料採用鋼結構，均屬綠建築材料。

(3) 節能減碳

- 舊有閘門鋼材拆除後拍賣經回收再利用。且本工程之鋼材均屬綠建築材料。
- 本案施工所需之臨時擋水閘板，部分利用舊有閘門拆除切割後再改造使用，可減少假設工程之新製臨時擋水閘板鋼料使用，約減少 43,900 kg 碳排放，且節約製造用電。
- 舊門框敲除工作不使用柴油發電機，改採用空壓機，約可減少 34,000 kg 碳排放量。
- 閘門門扉安裝之工地組裝吊運，利用現有副閘門之電動雙軌移動式吊門機及閘門之吊門機聯合運用，不需另租用輪式吊車，有效降低碳排放量約 22,680 kg。
- 堰區路燈原採用高壓鈉氣燈，更新為耗電量少之 LED 路燈照明燈具，每年減少約 5,000 kg 碳排放。

(4) 防災與安全

- 施工計畫中訂有天然(汛期颱風與豪雨)及人為災害之緊急應變及防災計畫，並實做辦理災害防救之演習計畫及演練，以確保鳶山堰設施、人員與機具、下游河川之安全性。
- 承攬廠商訂定有職業安全與衛生計畫，尤其本工程主要有臨水及高架作業，故需加

強其安全設施與措施、安全告知及相關演練，並另備有動力救生艇。施工期間並由自主檢查及主管機關與監造單位之檢查落實執行，並均有相關文件紀錄。

(5) 創新科技

- 更新門扉增加設置彈簧輪組及防震輪組，可減少閘門排洪振動，確保門扉及人員安全。
- 新設閘門現場控制盤設置有溫度及濕度控制器，並配合有風扇及加熱器之搭配運用，以控制盤內之溫度及濕度，保護盤內之電氣設備零組件。
- 排砂道及排洪道閘門門框、取水閘門門扉及門框等均採用不銹鋼材質，確保設備使用壽命。排砂道及排洪道閘門上游側面板採用防蝕壽命較久與耐磨性較高之「聚胺酯高分子保護膜」等，增加耐久性，降低日後之維護工作。
- 本案利用舊有閘門拆除切割改造後，做為臨時擋水閘板使用，減少新製臨時擋水閘板鋼料使用，可增加工作面，以利解決因環境氣候因素影響施工之工進困擾。
- 本工程並編撰有設備操作維護手冊，以預防保全觀念辦理維護保養與檢查，以確保延長設備及關鍵零組件之使用階段生命週期。

三、工程施工與監造

本計畫規劃分四年度辦理，於 104 年開始辦理委外技術服務工作，經公開遴選由中興工程顧問公司辦理工程之規劃設計，於 104 年 8 月開始辦理本案工程之設計作業，於 105 年第一季完成設計作業成果，再經程

序報上級機關核准後，於 105 年中旬進行工程標發包作業，由三源興股份有限公司負責承攬工程標，於 105 年 12 月 7 日正式開工負責現場施作。

(一)在整件工程中，因包含排砂道閘門、排洪道閘門、農田灌溉取水口閘門及重力取水口閘門等與部分機電設備更新，堰區路燈照明系統等各工項有不同使用與工作條件，須分開規劃，並避免動線與作業衝突，需分別進行檢討分述如下：

1.排洪道與排砂道閘門：

(1)排砂道垂直固定輪式閘門 3 門：其門孔尺寸為 10.0m 寬×9.3m 高，其更新工作包括門扉整體更新，舊有側、底門框與側導架之鋼構與二次混凝土整體敲除、更新門框鋼構件及重新澆置二次混凝土，並更新閘門維修位置之活動式支承梁及防風與防震裝置之防震輪座等。

(2)排洪道垂直固定輪式閘門分 A、B 兩種形式 18 門：，其中 A 型共 17 門及 B 型 1 門，其門孔尺寸為 A 型 10.0m 寬×9.3m 高及 B 型 6.4m 寬×9.3m 高。其更新工作包括門扉整體更新，舊有側、底門框及側導架鋼構與二次混凝土整體敲除、更新門框之鋼構件及重新澆置二次混凝土、更新閘門維修位置之活動式支承梁及防風與防震裝置之防震輪座等。

(3)鳶山堰農田灌溉取水口閘門垂直滑動式閘門 1 門：其門孔尺寸為 1.5m 寬×1.0m 高，其更新工作包括門扉及整體更新為不銹鋼材質，舊有門框外露鋼構件拆除及拆除舊有埋設底門框鋼構與二次混凝土整體敲除、更新門框鋼構件及重新澆置二次

混凝土，更新其單螺桿式吊門機及電氣設備（含電源及控制纜線）等；各項舊有閘門及其門框、吊門機及電氣控制設備拆除並運送至甲方指定地點存放。

2.重力及農田灌溉取水口閘門及其驅動設備

(1)重力取水口閘門為垂直滑動式閘門 1 門：其門孔尺寸為 2.8m 寬×2.8m 高，其更新工作包括門扉整體更新為不銹鋼材質，舊有門框外露鋼構件拆除、更新門框鋼構件及重新澆置二次混凝土，更新其雙螺桿式吊門機設備並測試新製吊門機接續至既有電氣設備之整體功能之完整性等。

(2)農田灌溉取水口閘門垂直滑動式閘門 1 門：其門孔尺寸為 1.5m 寬×1.0m 高，其更新工作包括門扉及整體更新為不銹鋼材質，舊有門框外露鋼構件拆除及拆除舊有埋設底門框鋼構與二次混凝土整體敲除、更新門框鋼構件及重新澆置二次混凝土，更新其單螺桿式吊門機及電氣設備（含電源及控制纜線）等。

(3)各項舊有閘門及其門框、吊門機及電氣控制設備拆除並運送至甲方指定地點存放。

3.電氣控制設備

(1)河道放水口閘門及機電設備檢查、保養與維護

(2)控制室內低壓配電開關箱設備更新

(3)堰區路燈照明系統更新：鳶山堰區路燈、投射燈及壩體探照燈燈具設備全部更新，更新之路燈沿用既有路燈燈桿，其燈具採用 LED 照明燈具共 37 組、更新堰區高壓鈉氣燈泡投射燈燈具 3 組及壩體高壓鈉氣燈泡探照燈 2 組

(4)堰區監視系統更新：更新鳶山堰區 4 組

屋外式槍型(軸式)攝影機、4 組屋外式球型(圓罩式)攝影機及鳶山堰動力取水口處(抽水站處)4 組屋外式球型(圓罩式)攝影機。並更新控制室內之監視系統主機及監視 LED 螢幕設備，原舊有兩套主機設備配合更新整合成一套系統，並設置於原有機櫃內。

4. 堰頂橋梁支承墊更新：

- (1) 堰頂橋梁鋼製支承墊更新後改用橡膠支承墊配合灌注無收縮混凝土。堰頂橋梁支承墊更新工程原則上不會影響到結構安全，橋梁整體在同步頂升作業的前、中、後並無不會有特殊的受力變化，整體的結構行為維持不變。
- (2) 支承墊更新工程中須檢核臨時鋼製托座，因臨時鋼製托座在頂升作業中扮演著成敗的關鍵，包含固定用的化學錨栓都須經過計算及確認安全無誤後方可採用。
- (3) 支承墊更換作業將採用油壓千斤頂由橋梁下方將橋梁暫時同步頂升後施工，鋼梁尺寸為 RH200×200×8×12，支撐鋼梁的頂部與橋梁大梁底的距離還不到 50cm 的高度，而且支撐梁的水平位置與橋梁大梁不一致，所以說雖然支撐鋼梁不會直接影響到堰頂橋的頂升作業，但卻會間接的對施工空間造成影響。
- (4) 實際施作時依現場的環境，採用 RH200×200 的型鋼作為傳遞力量的介面，利用油壓千斤頂向上頂住型鋼後，避開支撐鋼梁的阻礙，再藉由型鋼與橋梁大梁底的全面接觸，便可以傳遞頂升力以順利將橋梁頂升。

(二) 經過各項縝密及用心的規劃設計後，接下來就是重頭戲了，將設計成果如何落

實實現，重點即在實務的工程施工階段，閘門更新工程屬於露天、鄰水、高架之危險作業環境，必須克服天候與各項內、外在因素之挑戰。

原則上閘門更新工程需於每年非防汛期間，在降雨量較低時期來進行閘門拆除與安裝施工為宜，才能確保颱風汛期期間，水庫之閘門仍能保持正常排洪之功能，當面對因氣候變遷下各項突發性豪大雨及強颱來襲時，能維持水庫堰壩與下游民眾之財產安全。

據此，本工程中排砂道、排洪道閘門更新、農田灌溉取水口閘門及其機電設備更新、農田灌溉取水口擋水閘板更新、重力取水口閘門及其機械設備更新、河道放水口閘門維護及吊門機保養維護、溢流面及取水箱涵混凝土面修補及堰頂橋梁支承墊更新等工作需於兩個非防汛期期間內完成。另外雙軌式吊車操作台鋼板整修、堰區路燈照明系統更新、堰區監視系統更新及控制室周邊排水系統改善並不限於非防汛期間施作。



圖 8 汛期期間防汛演練

砂道閘門及排洪道閘門更新工程施工時，除可利用現有 7 片副閘門外，為求增加

工作面，除另規劃增加兩道排洪道閘門之臨時擋水閘板外，再將舊有拆下之舊閘門版進行改裝成檔水閘板，以增加工作面並使工程能順利完工。

另因堰頂橋樑之寬度空間有限，僅能供一輛工程車輛通行，吊車行駛入內亦無法伸出兩側之固定支撐來安全吊裝設備，故堰頂橋樑支承墊更新須全面趕工施作，以利空出前面板供閘門更新之實進出車輛與機具之使用空間。

排砂道及排洪道舊閘門拆除及新閘門安裝時，僅可利用吊車由外部道路玷辱控制室前方空地，另再規劃利用吊掛副閘門之雙軌式吊車協助吊運新製閘門，至適當定位，方可避免與堰頂橋樑支承墊更新工程時程相干涉。並將利用鳶山堰左岸之通道作為施工設施運輸通道，以利工進。

重力取水口閘門更新及河道放水口閘門檢查維護時，可利用關閉上游側擋水閘板擋水，並利用取水路下游測擋水閘板關閉止擋給水廠回水。其餘工程因不限於非防汛期施作，故可於防汛期間施作且有較充裕之時間。

(三)依前述本工程各項特性訂定監造計畫，成立健全監造組織，落實二級施工品質保證系統，依據監造計畫執行查驗、檢驗 396 次，計開列缺失 40 次，各缺失均於期限內改善完成。

訂定材料與設備抽驗程序標準及各項圖資之審查規範，工廠製造完成與門扉塗裝作業，即時配合全數查驗，工地現場檢驗依據訂定之準則配合工進積極辦理檢(抽)驗工作，全面減少廠商待查驗呆時，並達成工程

品質符合契約規範要求，有效管控施工進度。

施工期間曾辦理 18 次工程進度檢討會與 18 次監造工程進度追蹤檢討會，全程溝通即刻改善，確實有效掌握工程進度。

工地閘門施作，從門扉切除、門框敲除、門框安裝、門框混凝土澆置、門扉安裝等各分項作業，嚴密追蹤檢討加強連繫，均能確實掌控施工進度及施工品質，故能提前交付。

監造單位發現不符合項目時，以「缺失改善通知與追蹤表」辦理缺失改善及追蹤措施，相關缺失改善即時完成，提出要因檢討避免再犯，並留存紀錄。

各閘門施作完成，即進行試運轉測試，與管理單位配合進行現場及遠端操控各項工作，測試合格即併入管理中心統一調度系統，相關程序執行均順利完成。

本工程於 105 年 12 月 7 日開工，經過全體工作夥伴的努力，在大漢溪上歷經 584 天的奮鬥，於 107 年 7 月 13 日提前將全部工程完竣。



圖 9 鳶山堰排洪操作

四、工程查核

行政院公共工程委員會（以下簡稱工程會）為提升公共工程施工品質，確保公共工程施工成果符合其設計及規範之品質要求，並落實政府採購法第七十條工程採購品質管理及行政院頒「公共工程施工品質管理制度」之規定。

本工程自得標後即就施工條件、區域環境詳加調查，由施工團隊充分考量工區實際現況，訂定周全的品質與施工計畫，從閘門工廠製造與塗裝、工地各主要工項施工、設備建置、環境維護、安全教育訓練等各環節統籌整合，以達成完善之施工品質為目標。

落實三級品管制度，材料/設備品質管理方面，從供應廠商資格審查、製造廠廠驗作業到材料設備進場一級品管檢(試)驗，皆依程序辦理，落實進場材料設備管控及施工自主管理，檢(試)驗報告均予詳加判讀並全數符合規範規定，確保施工品質。

工程查核與主辦機關及監造單位對本案所提出之缺失事項，均即時確實改善，並檢討提報原因分析及矯正預防措施，避免不合格案件再發生。

品管、工安人員均常駐工區執行業務，確保工程品質及施工人員安全，各項報表文件完備，且均妥善歸檔存查。

專任工程人員定期赴工區執行督察業務，所提建議方案及改善措施均立即辦理以收成效，並留存督察紀錄。

自來水公司每月均派員隨時督導工程施工情形，並檢核所留存紀錄。並由總管理

處所設置之工程督導小組與區處所設置之工程抽查小組，隨時進行施工品質督導工作。

一旦稽核發現工程缺失時，應即以書面通知監造單位或廠商限期改善。故工程品質良好，各上級機關亦派工程督導小組，隨時進行施工品質督導工作。

(一)本工程多次受經濟部工程施工查核小組查核，歷次查核成果如下：

1.106 年 7 月 12 日：80 分

2.107 年 3 月 7 日：82 分

3.107 年 6 月 21 日：89 分

(二)107 年 7 月 17 日經濟部公共工程優質獎複評：本工程獲得 107 年度「公共工程品質優良獎」設施工程類第一名(圖 10)



圖 10 公共工程品質優良獎

本工程遭遇困難問題眾多，整體施工複雜性高，工程設計及施工規劃困難度高又具挑戰性。在整體優良技術及經驗之工程團隊努力下，採取有效對策，克服困難，各項設備終能達成安全施作、運轉順暢、水密性佳之良好品質與成果。再經行政院公共工程金質獎評審委員於 107 年 10 月 3 日現地初評及後續複評給予本工程之肯定。(圖 11)



圖 11 第 18 屆公共工程金質獎

五、結論

鳶山堰閘門更新改善工程，全案 21 門閘門更新均為戶外、臨水、高架施工，常因氣象異常、極端氣候，一場臨時大雨即可影響，造成現場工程臨時中斷。且臨水及高架作業，勞工安全問題，更是監造與施工單位首重之要求，要在不影響施工作業且兼具安全防護措施下持續工進，各項施工工法需更加慎密研析。

閘門更新工程水密性及精度要求高、在舊有吊門機結構與水泥門柱下，閘門更新工程須依既有設備來進行線上微調定位，方能順利完成安裝與運轉操作。

鳶山堰水庫因須配合石門水庫防洪排砂之操作，要求於颱風汛期期間，鳶山堰閘門亦需保持能正常操作保持排洪、排砂功能。

本工程規劃之初，先經管理單位與學者專家及顧問公司縝密的規劃、設計、審查後，再交由後續現場施工、監造單位按設計圖說配合外在困難環境克服施工瓶頸，在台

灣自來水公司各級長官持續督導下，再加上經濟部工程施工查核小組與行政院公共工程委員會現地評核鞭策下，順利如期完成全部工程。

因汛期期間閘門需保持正常操作，整體施工複雜性高，需優良技術及經驗之工程團隊全力推動方能達成。本工程完工後，可配合大漢溪整體水源調配，與中庄攔河堰及中庄調整池聯合操作調度，提升取水及供水穩定性。並提升石門水庫排洪運轉安全性。漏水量減少，充分利用水資源，效益顯著。除榮獲經濟部 107 年度「公共工程優質獎」設施工程類第 1 名外，更獲得第 18 屆公共工程金質獎佳作之肯定，為台灣自來水公司獲得首座金質獎殊榮。

最後要特別感謝所有為本工程付出心力的全部夥伴們。

作者簡介

蕭佳宏先生

現職：台灣自來水公司第十二區管理處工程師

專長：自來水工程、電機工程

提升屏東縣供水普及率策略分析

文/邱柏誠、李嘉榮、王明孝、謝東穎

摘要

屏東縣蘊含豐沛的地下水源，民眾用水多由當地簡易自來水供水或自行鑿井取用，使得屏東地區供水普及率遠低於台灣其他縣市。

近年台水公司除與地方政府合作，持續宣導提升民眾接水意願外，亦爭取政府「前瞻基礎建議」經費，辦理「防災及備援水井建置計畫（屏東）」，於潮州鎮、萬丹鄉、屏東市、新園鄉、九如鄉辦理水井開發及導、送水管工程，並由台水公司自籌經費設置淨水場，提升屏東地區供水能力；另同步辦理「無自來水地區供水改善計畫」，於屏東縣各鄉鎮持續辦理延管工程，擴大供水範圍，持續提升屏東地區自來水普及率。

經不斷努力，屏東縣自來水普及率已由 103 年 47.7% 提升至 107 年 52.7%，且九如鄉（106 年接水意願 64.94%）、新埤鄉新埤村（106 年接水意願 67%）及麟洛鄉（107 年接水意願 64.3%）等區域接水意願已明顯提升。

關鍵字：屏東縣自來水普及率

一、前言

屏東縣因蘊含豐沛的地下水源，民眾用水多由當地簡易自來水供水或自行鑿井取用，使得屏東地區供水普及率遠低於台灣其他縣市，104 年底台水公司轄區平均普及率

為 92.18%，而屏東縣僅 48.24%，即使與倒數第二名之南投縣 78.37% 相比，亦相差近 30%，且縣內 31 個鄉鎮中，仍有 21 個鄉鎮普及率未達 60%（圖 1、圖 2）。

隨著城市進步，產業發展迅速，民眾取水的淺層地下水井易受污染，不再是乾淨安全的水源，看不到的污染物恐讓民眾暴露在健康風險下，且「自來水普及率」是衡量社會進步之認定指標之一，政府為縮小城鄉差距，平衡區域發展，亦力推「前瞻基礎建設計畫」，台水公司亦配合該計畫將提升屏東地區供水普及率訂為重要政策，希達提升屏東縣供水普及率達 60% 之目標。



圖 1 各縣市自來水供水普及率分佈圖(104 年)

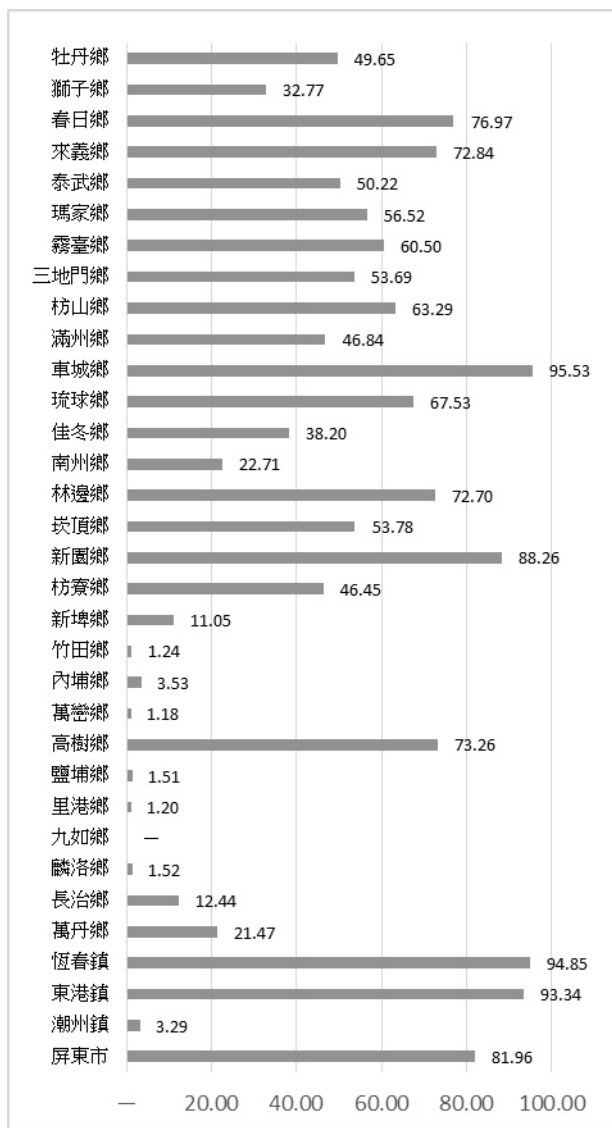


圖 2 屏東縣各鄉鎮自來水供水普及率分佈圖 (104 年)

二、文獻回顧

行政院於 100 年核定以 96 年為基期規劃之「南部地區水資源經理計畫」，並於 106 年核定以 103 年為基期修正之「南部地區水資源經理計畫（第一次檢討）」，該計畫將屏東普及率偏低列為重要課題，並指示應持續辦理增加當地自來水水源量及無自來水地區供水改善等工作。

水源開發由原定「隘寮溪下游集水工第 1 期、士文水庫等」方案，修正為「萬丹及

潮州地區地下水源、士文水庫等」，但士文水庫開發期程長未能滿足屏東地區當前需求，是以目前以潮州、萬丹地區地下水為短期推動方案。

台水公司於 90 年計畫辦理「屏東縣萬丹鄉、新埤鄉、潮州鎮供水工程計畫」，後因投資經費龐大、供水成本高、民眾接水意願低等因素，於 94 年正式撤回。

後於 101~103 年間潮州鎮、萬丹鄉居民陸續向屏東縣府反應希台水公司能供應自來水以提升生活品質，潮州鎮公所及萬丹鄉公所並分別於 103 年（潮州鎮）及 104 年（萬丹鄉）提出接水意願逾 60% 之文件，台水公司遂著手推動「屏東縣潮州鎮供水工程計畫」及「屏東縣萬丹鄉供水工程計畫」。

無自來水地區供水改善工作自 91 年起至今已執行「無自來水地區供水改善計畫」、「加強辦理無自來水地區供水改善計畫（98~100 年）」、「原住民地區部落水資源規劃及供水計畫」、「無自來水地區供水改善計畫第二期（101~105 年）」等計畫，目前亦持續執行「無自來水地區供水改善計畫第三期（106~110 年）」。

三、問題分析

為什麼屏東地區供水普及率明顯落後其他縣市？主要是因為推動執行過程中受到許多內外部因素的阻礙，主要可分為三大部份，分別為「接水意願低落」、「供水能力及設備不足」及「組織面限制」，分別說明如下：

(一)接水意願低落

1. 民眾習慣取用地下水：屏東平原地區地下

水源豐沛，取用容易且成本低，民眾用水多由當地簡易自來水供水或自行鑿井取用，世代沿用至今，因此，長期積累的水習慣不易改變。

2. 刻板印象：當地民眾認為地下水清澈無雜質，山泉水清甜、無污染，加上取用方便且費用低，經簡易淨水處理即可作為民生用水使用。然而自來水均經化學藥劑消毒過慮，易產生消毒味，影響飲水口感，長久積累的水觀念已根深蒂固不易改變。

3. 接用自來水費用高昂：依台水公司規定，申裝自來水需視表位與配水管線位置遠近負擔用戶設備外線費用，平均約 12000 元/戶，路權單位路修費平均約 4500 元/戶，用戶設備內線費用約 6000 元/戶，且後續尚需依使用水量每月收取水費，致使民眾接用意願低落。

(二) 供水能力及設備不足

1. 供水能力飽合：屏東地區供水系統可分為屏北及屏南兩大部份，屏北地區由屏東系統供應，主要水源為開發水井，每日水源量約 67,000CMD，平均出水量約 60,000~63,000CMD；屏南地區則由牡丹系統供應，主要水源為牡丹水庫，每日水源量約 78,000CMD，平均出水量約 75,000CMD。皆已達總出水能力 9 成以上，且兩系統管線末端地區，如新園鄉（牡丹系統）、屏東市北區（屏東系統），遇連續假期常有水壓不足情況，如遇管線破損搶修停水，其復水時間有時長達 1~2 天，常使民眾抱怨連連。（圖 3）。

2. 水源開發困難：台水公司目前以開發在地水源並配合既有屏東系統及牡丹系統聯合

調度因應為主要策略，但礙於地方民情皆不同意水源外送其他鄉鎮，甚至不同意開發地下水源，致使台水公司推動水源開發常遭遇抗爭。

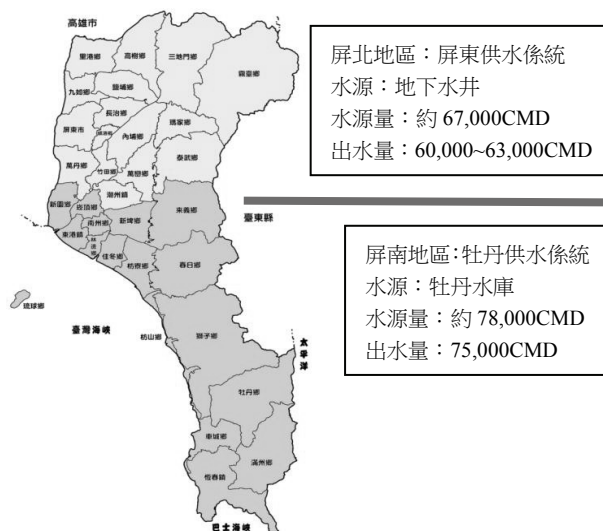


圖 3 屏東地區供水系統示意圖

(三) 組織面限制

1. 工程人力不足：台水公司（第七區管理處）為提升屏東縣供水普及率，108 年度截至 2 月底，已計畫執行水源開發相關工程約 4.4 億元，延管工程管約 6.5 億元，尚不含常態需執行之經費及前一年度尚未完成之工程，無論執行金額或案件數皆較往年突增，且時程更為緊迫，所需之工程人力嚴重不足。

2. 台水公司服務據點不足：屏東縣行政轄區高達 33 鄉市鎮，84 萬居民，但台水公司僅有 4 處營運所，造成民眾臨櫃申辦業務不便，間接降低申辦意願。

四、執行策略

為加速提升屏東縣自來水普及率，針對屏東縣各鄉鎮依下述策略逐步推動：

- (一)配水管線已達地區：配合政府「用戶外線補助辦法」並以簡化申辦流程等方式，持續宣導該地區民眾接用自來水。
- (二)有接水意願且有水源但配水管線未達地區：以潮州鎮、萬丹鄉為主，配合政府「無自來水地區供水改善計畫」持續辦理延管工程，加速提升台水公司供水範圍。
- (三)有接水意願但水源缺乏地區：配合政府「前瞻基礎建設-防災備援水井計畫」台水公司辦理「屏東縣潮州鎮供水工程計畫」、「屏東縣萬丹鄉供水工程計畫」及「九如鄉供水工程計畫」等，開發在地水源並同步辦理延管工程，期儘早滿足民眾用水需求。
- (四)無接水意願地區：與地方政府合作，持續向民眾宣導使用自來水的好處，提升民眾用水安全意識，並說明各項補助，提升接水意願。

經 104~107 年努力推動，屏東縣 107 年普及率已提升至 52.70%，供水戶數為 155,862 戶，如以未來年度達普及率 60% 計算，需再增加 21,808 戶之供水戶，其中配水管線已達地區預計增加 9,243 戶，已有接水意願及水源但配水管線未達地區及無水源但接水意願達 60% 地區合計預計將增加 12,565 戶，可將屏東縣普及率推升至 60%。

五、實施方法

(一)加強宣導提升接水意願

- 1.辦理宣導說明會：屏東地區一般民眾使用的地下水為淺層地下水井，容易遭受污染或枯竭，飲用後恐影響人體健康。為建立

民眾對自來水的信心，台水公司自 105 年起積極召開接水宣導說明會逾 30 場次，透過與村里民面對面溝通對話，讓民眾了解公司對屏東地區的供水計畫及相關工程施作效益，並提供國家級水質檢驗保證。

- 2.協調相關單位降低申裝費用：主動協調水管承裝商提供優惠價格，並與路權單位協調免收路修費用。
- 3.推動用戶外線補助計畫：向經濟部水利署爭取屏東縣自來水用戶設備外線補助費，同時於接水宣導說明會讓民眾了解補助計畫內容，105~107 年用戶設備外線工程總計 13,777 件，其中核定補助件數計 6,868 件，佔約 49.58%。
- 4.推動接水前補助作業：全國各縣市自來水用戶外線補助皆採接水後補助方式，即用戶需先繳交工程款，待施作完工啟用後，再持繳費證明向縣市政府或公所申請補助。為簡化申請補助手續，台水公司自 106 年起向地方政府爭取，於潮州鎮試辦接水前補助方式辦理，因成效良好，經多次協商，屏東縣政府於 107 年 12 月 27 日同意縣內各鄉鎮全面實施用戶外線接水前補助。



圖 4 接水宣導說明會照片 (阿猴新聞網)

(二)提升供水能力

1.水源開發：為因應逐年提升之用水需求並改善既有系統管線末端供水不穩情況，目前針對接水意願較高之屏北地區，考慮地方對取用地下水之認同度，經與地方政府研商結果，台水公司規劃以移用台糖既有廢棄水井為優先方案，最能降低抗爭機會，且不影響台糖公司農業灌溉，開發後深井供應該鄉鎮使用，不送至其他鄉鎮為原則。如台糖水井不勘使用，則研商採以井易井方式推動，最後才考慮新鑿深井。目前已規劃移用潮州鎮、萬丹鄉、九如鄉屏東市之台糖水井，以滿足該地區用水需求提升普及率；亦規劃移用屏東市北區、新園鄉之台糖水井，提升供水穩定度，現正配合政府 106 年起推動之「前瞻基礎建設-防災備援水井計畫」執行相關之水井及導、送水管工程（表 1、圖 5）。

表 1 水源增加量及經費彙整表

鄉鎮	經費 (萬元)	辦理方式	增加水源量 (CMD)
潮州鎮	35,535	移用 3 口	6,000
萬丹鄉	20,673	移用 1 口 新鑿 1 口	6,000
九如鄉	27,034	新鑿 3 口	7,000
屏東市	2,974	重鑿 2 口 移用 1 口	6,000
屏東市北區	3,107	移用 2 口	10,000
新園鄉	2,979	移用 1 口	5,000
合計	92,302	—	40,000



圖 5 水源開發與淨水場增建圖

表 2 淨水場經費、處理能力彙整表

鄉鎮	淨水場	經費 (萬元)	處理能力 (CMD)
潮州鎮	潮新淨水場二期	3,980	5,000
萬丹鄉	萬丹淨水場	6,680	10,000
九如鄉	九如淨水場	10,400	10,000
屏東市北區	屏東第二淨水場	8,796	10,000
新園鄉	甘棠門農場淨水場	4,680	5,000
合計	—	34,536	40,000

2.增設淨水場：為能有效利用上述新增之水源，使其符合飲用水水質標準，確保民眾使用的是安全無污染的水，台水公司亦分別針對潮州鎮、萬丹鄉、九如鄉及新園鄉等地區，從水源、淨水場、送配水管進行整體規劃，並自籌經費設置淨水場（表 2、圖 5）。

3.既有設備改善及活化：除於上述各鄉鎮設置淨水場外，考量建置新場需時較長，為儘早提升供水能力，台水公司亦盤點既有之設備，發現於屏東加工出口區淨水場，



處理能力達 20,000CMD，出水量僅約 1,000CMD，惟受限於環評，無法將水外送供應加工出口區外民生用水，是以台水公司於 107 年洽屏東加工出口區協助，辦理環評變更對照表，完成後將在不影響加工出口區用水情況下，將餘裕水量供應區外用水，可活化既有設備，避免水資源浪費。另為提升供水穩定性，亦投入經費改善各供水系統間之管線瓶頸段，如潮州-南州間管線由原有 ϕ 200 管線增埋一 ϕ 400 管線，將潮新淨水場支援牡丹系統之能力由 3000CMD 提升至 10000CMD，有效提升台水公司調度之靈活度（表 3）。

4.力推「無自來水地區供水改善計畫」提升供水範圍：屏東地區除供水能力已達飽合外，仍有許多地區管線尚未到達，即使民眾有接水意願，台水公司亦無能力供應，近年政府持續推動前瞻基礎建設計畫，其中「無自來水地區供水改善計畫(第三期)」經費大增，補助項目包含延管工程費及用戶外線工程費，因此各地民眾接水意願亦隨之提升，台水公司配合屏東縣各鄉鎮接水意願，加速辦理延管工程及用戶外續工程，全面提升供水範圍（表 4）。

表 3 既有設備活化相關工程彙整表

鄉鎮	工程名稱	效益
屏東市	屏東六塊厝農場設置加工出口區計畫環境影響說明書變更內容對照表委託技術服務	變更環評內容，使區內供水線系統互相支援符合環評規定。
	屏東加工出口區淨水場設備改善相關工程	恢復加工出口區淨水場設備能力
屏東市 萬丹鄉	既有管線改善相關工程	連接區內外供水系統，活化既有送水幹管，提升跨系統支援能力。
潮州鎮 南州鄉	改善潮州、南州間 ϕ 200 送水管工程 南州鄉 400mm 送、配水管工程	增加潮新淨水場支援牡丹系統能力達 10000CMD，提升整體供水穩定。

表 4 屏東縣歷年延管案件數、經費及受益戶統計表

年度	投入金額 (億元)	執行 案件數	受益 戶數
106	2.09	30	4,583
107	2.53	29	1,749
108.02	6.01	26	6,766
合計	10.63	85	13,098



圖 6 鄉鎮整體規劃示意圖（九如鄉供水工程計畫）

(三)人力支援調度

- 1.台水公司內部跨單位支援：台水公司推動跨縣市、跨所協助支援，除由高樹、鳳山、楠梓及高雄等服務（營運）所支援外，自 107 年下半年起，北、中、南各區處調度共計 10 名工程人力支援，提高作業效率。
- 2.辦理設計競賽提升支援意願：除新裝大增外，水源開發、延管等相關工程亦大增，第七區管理處已無法負荷，是以台水公司首次動員各區管理（工程）處共同協助，

以認養方式協助七區處辦理設計，並以競賽方式，使各單位產生良性競爭，提高設計品質及效率，針對表現良好之管理（工程）處亦給予適當獎勵。

- 3.增聘短期人員：為因應屏東地區工程案件突增，緊急徵聘短期定期契約人員 14 人，協助相關文書處理、現場丈量及拍照等作業，以因應人力不足。
- 4.提供駐點申辦服務處：台水公司與潮州鎮公所合作，於公所內成立自來水申辦服務處，由台水公司派員駐點，協助申請及解說接用自來水相關問題，截至 107 年底，受理新裝用水申請超過 3,500 件。

六、結論與建議

經台水公司持續努力，無論在民眾接水意願或屏東縣供水普及率之數據皆有顯著提升，顯見屏東地區民眾用水習慣已逐漸改善：

- (一)提升接水意願：104 年以前曾多次商請各鄉鎮公所協助用水意願調查，惟多以用水意願各位數以下，甚至無用進意願回復；經持續宣導推廣後，九如鄉（106 年接水意願 64.94%）、新埤鄉新埤村（106 年接水意願 67%）及麟洛鄉（107 年接水意願 64.3%）等區域接水意願已明顯提升，台水公司亦據以規劃自來水設施。
- (二)普及率加速提升：屏東縣近年（103~107 年）無論供水戶數、供水普及率等數據均呈現逐年成長趨勢，由 103 年普及率 47.7%，供水戶數 139,654 戶，成長至 107 年普及率 52.7%，供水戶數 155,862 戶，

且成長速率由 104 年普及率提升 0.54%，105 年提升 1.15%，106 年提升 1.44%，107 年提升至 1.87%，亦呈現持續加速趨勢（圖 7）。

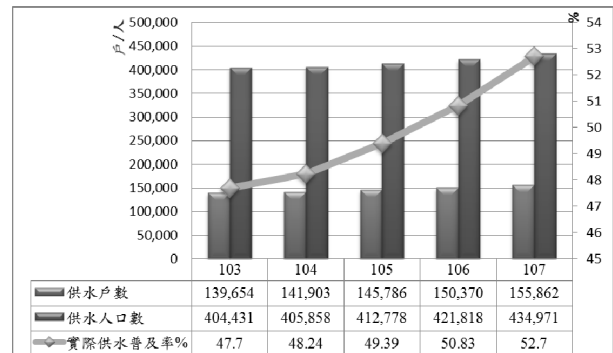


圖 7 供水普及率成長圖

- (三)供水穩定性提升：台水公司於 108 年 1 月底（農曆春節）前，趕辦完成潮州-南州管線瓶頸段改善工程，及甘棠門農場淨水場應急工程（緊急出水 1000CMD），完成 108 年新園地區春節及屏東燈會期間用水無虞之任務，改善該地區每逢連假即水壓不足之問題，提升供水穩定度。
- (四)累積經驗降低未來推動難度：於推動過程，辦理了潮州鎮、萬丹鄉、屏東市、新園鄉等水源開發及淨水場設置之經驗，運用於後續如九如鄉於規劃時即考量未來聯合調度需求，將送水幹管與屏東系統連結，以提升該地區供水穩定，另麟洛鄉之水源開發，亦考量未來將供應長治鄉及內埔鄉，是以將淨水場用地規劃於三鄉鎮交界處，並於各鄉鎮開發水源，可避免觸及反對水源外送之民情，亦可避免一鄉鎮一淨水場之情形，減少操作人力。

參考文獻

- 1.經濟部水利署，臺灣南部地區水資源經理計畫（第一次檢討），2017。
- 2.曾浩雄，2012，「屏東縣供水系統聯合運用計畫之研討」，中華民國自來水協會會刊，第31卷，第4期，第15-26頁
- 3.屏東科技大學，潘召誠，「工業用水移用作為民生用水之可行性研究-以屏東加工區淨水場為例」，2015。
- 4.台灣自來水公司第七區管理處，第二屆「政府服務獎」參獎申請書，2018。
- 5.台灣自來水公司，屏東縣萬丹鄉供水工程計畫，2016。
- 6.台灣自來水公司，屏東縣潮州鎮供水工程計畫，2014。
- 7.台灣自來水公司，九如鄉供水工程計畫，2018。
- 8.台灣自來水公司，屏東市北區水源開發計畫，2018。
- 9.台灣自來水公司，新園甘棠門農場水源開發計畫，2018。
- 10.台灣自來水公司，牡丹供水系統擴建評估報告，2016。

作者簡介

邱柏誠先生

現職：台灣自來水公司工務處工程員
專長：土木工程

李嘉榮先生

現職：台灣自來水公司總工程師
專長：自來水工程、土木工程

王明孝先生

現職：台灣自來水公司第七區管理處處長
專長：自來水工程、成本暨經營管理工程

謝東穎先生

現職：台灣自來水公司工務處組長
專長：自來水工程

陽明山高地供水之最適化研究一 以鹿角坑加壓站供水系統為例

文/陳俊豪

一、前言

臺灣位處亞熱帶地區，全年降雨量約為全球平均降雨量之 2.6 倍，惟由於人口密度高，每人每年可分配降雨量僅約為世界平均值的 1/5，在全球氣候變遷下，臺灣年平均降雨量有旱澇加劇之趨勢，即單日降雨量及豪大雨日數增加，四季降雨日數減少，且山區水源夏、冬兩季水量差距甚大，原水水量日趨短缺，更增加山區供水之困難。

北水處陽明淨水場轄區涵蓋臺北市士林、北投區，目前原水取得有紗帽山、大屯山、七星山等三座山麓小溪流表面水（大坑溪、磺溪、鹿角坑溪、冷水坑溪計四個小溪流 5 處）及湧泉（隧道、北投第一、二、三水源、東陽明、竹子湖水源、陽明山第一、三、四水源、情報局、臺銀水源計 11 個水系），合計共 16 處水源(圖 1)，除鹿角坑水源外，其他水源均為重力自然流下，總出水量約為 35,000~45,000 噸。

陽明淨水場每個水源或獨立供應局部區域，或串連部分水源進行供水，鹿角坑水源為高地區唯一供水水源，也是其餘次高地區重力水源之主要備載水源，當高地區其他重力水源不足時，則透過鹿角坑第一、二、三加壓站經三段加壓供水予以支援，惟鹿角坑水源目前最大出水量約每日 6,000 噸，備載容量有限，且需付出高額動力加壓費用供水，故如何適當調配各水源，穩定高地區供

水更顯其重要性。



圖 1 陽明淨水場水源分布圖

二、鹿角坑加壓站供水系統設施現況

鹿角坑水源自七星山系、大屯山系山脈所形成的楓林瀑布水域，往北（金山海岸）延伸共有二溪流，於後山、馬槽山谷會合成一鹿角坑溪注流而下(圖 2)，集水面積 3.22 平方公里，位於陽明山國家公園生態保護區內，北水處於鹿角坑二溪流會合水域，築一攔水堰，並設第一加壓站(圖 3)，導引溪水引入第一加壓站原水池，再經加壓揚送至東側山麓第二加壓站，再經加壓沿後山產業道路、陽金公路往南，揚送至台寶之第三加壓站(圖 4)，整體工程於民國 71 年 6 月間開發興建，民國 74 年 3 月完工，第三加壓站並於民國 90 年 5 月更新新設四只各 2,500 噸快濾桶，設計出水量每日 10,000 噸，穩定出水量約每日 6,000 噸。



圖 2 鹿角坑第一加壓站鹿角坑溪



圖 3 鹿角坑第一加壓站取水堰

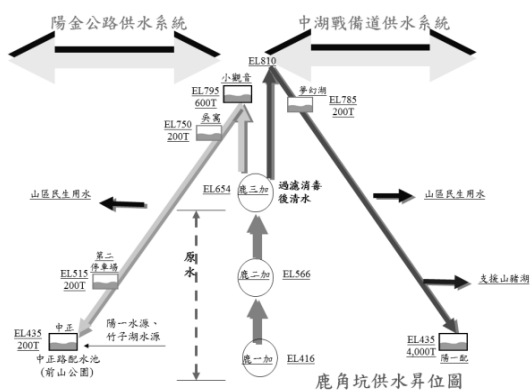


圖 4 鹿角坑加壓站供水系統昇位圖

北水處於民國 98 年 2 月增設「中湖戰備道供水系統」，自陽金公路接續點沿中湖戰備道、菁山路至陽明山第一配水池，埋設 300mmHDPE 管線計 7,072 公尺(圖 5)，並於民國 99 年 2 月於既有「陽金公路供水系統」增設吳寓及第二停車場各 200 噸配水池，「中

湖戰備道供水系統」增設夢幻湖 200 噸配水池。隨後於民國 100 年初陸續完成「鹿三加至中湖戰備道獨立清水管線埋設工程」及「鹿三加新建 600T 清水池機電工程」後，原「陽金公路供水系統」沿線可由既設清水池抽水機(5 臺 200 HP)獨立供水，「中湖戰備道供水系統」可由新設清水池抽水機(1 臺 130HP、3 臺 65HP)獨立供水，陽明山高地區供水系統大抵建置完成(圖 6)。

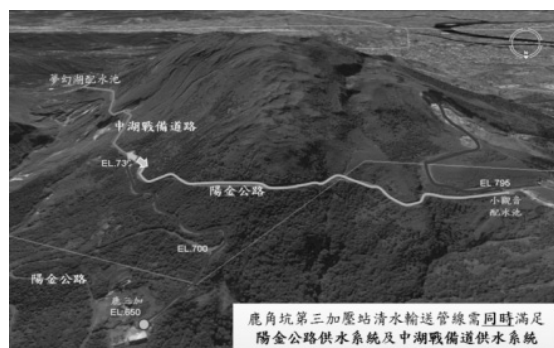


圖 5 鹿角坑第三加壓站供水示意圖



圖 6 鹿角坑水源沿線供水設備圖

三、中湖戰備道供水操作模式遭遇問題

鹿角坑水源於中湖戰備道供水系統主要供水範圍:永公路 247 號及 245 巷(含)以上一帶,用戶數約 251 戶,配水量約 1,175CMD。

另北水處於中湖戰備道次高地區有山豬湖、情報局、東陽明及三溝泉水源 4 處小水源組成之菁山苗圃系統，各水源匯流後進入設置於臺北市政府產業發展局菁山苗圃內二只各 2,500 噸快濾桶進行過濾及加藥後供水(圖 7)，主要供水範圍:菁山路 72 巷(不含)以上(不含 101 巷 67 號以上、菁山路 34 巷(不含)以上至係經由陽一配供應)、燒庚寮及陽明綠莊社區一帶，用戶數約 920 戶，配水量約 1,500CMD。改善前供水問題如下：



圖 7 中湖戰備道供水系統圖

(一)鹿角坑中湖戰備道供水系統與菁山苗圃供水系統雖均流經中湖戰備道，兩系統均有其獨立供水範圍，而鹿角坑水源需經由鹿角坑第一、二、三加壓站三段加壓供水，直接供應次高地區住戶使用，

極度耗費動力成本。

(二)鹿角坑中湖戰備道供水系統與菁山苗圃系統供水範圍分屬不同範圍，而系統又於菁山路一帶相連，又因鹿角坑水源高程較高，兩系統供水競合，造成菁山苗圃系統常有溢流情形，反形成鹿角坑三段加壓高成本供水之鹿角坑優先供水，而次高地區以重力方式供水之低成本菁山苗圃系統水池溢流，造成水資源浪費情形(圖 8)。



圖 8 菁山苗圃系統水池溢流圖

四、中湖戰備道穩定供水精進作法

由於鹿角坑水源穩定出水量每日僅約 6,000 噸，尚需同時供應中湖戰備道與陽金公路兩系統，備載容量有限，為穩定高地區供水，應規劃於系統適宜點位設置控制點，以重力水源優先供水，若重力水源水量不足時方啟動備援機制，由鹿角坑水源供水。

北水處檢討中湖戰備道原供水狀況係由鹿角坑水源與菁山苗圃系統分別支應，且各有獨立供水區域，為改善目前供水優先順序，需先由供水區串聯著手，經觀察鹿角坑中湖戰備道供水系統高程較高，供水範圍反而為海拔較低之永公路一帶住戶使用，而與

菁山苗圃系統供水範圍重疊部分，反無住戶使用，故北水處擇於冬季豐水期間菁山苗圃系統水量足以供應兩系統用戶同時使用期間，將鹿角坑中湖戰備道供水系統於菁山苗圃上方關閉，測試期間為 105 年 10 月~12 月份，由菁山苗圃系統單獨供水二區域進行測試，測試期間兩系統用戶均無反映無水情形。

因山區 5 月至 9 月間反為菁山苗圃系統枯水期間，為穩定供水，仍需鹿角坑水源支援備載水量，北水處於菁山苗圃前將兩系統管線進行聯絡，並增設一處電動控制閥與菁山苗圃清水池進行連動，由菁山苗圃系統優先供水，鹿角坑僅供應高地區用水及維持備援機制，當菁山苗圃系統水池於低水位時逐步加開鹿角坑水源支援水量，經測試中湖戰

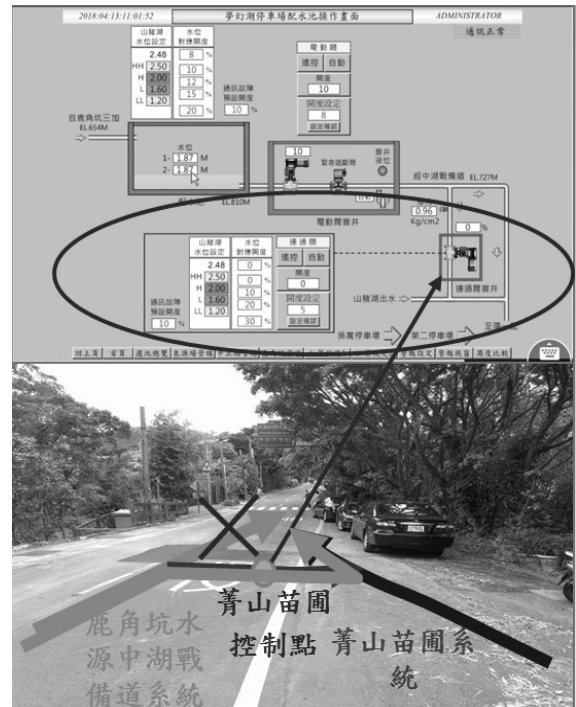


圖 10 菁山苗圃控制點電動閥與苗圃水池水位連動控制照片

備道供水範圍已有效轉換為次高地區重力水源之菁山苗圃系統優先供水，節省加壓供水成本，並經觀察，藉由控制點操作模式，菁山苗圃系統原水及清水均已無溢流情形(圖 9、10)。

五、陽金公路供水操作模式遭遇問題

鹿角坑水源於陽金公路供水系統部分主要供水範圍：竹子湖路、中興街、東昇路、登山路、湖山路一、二段、湖底路一帶，用戶數約 251 戶，配水量約 1,175CMD。

另北水處於陽金公路次高地區有 2 處小水源組成之中正池系統，分別為陽明山第一水源及竹子湖水源，其主要供水範圍：新生街、中山路、中正路、勝利街、紗帽路、建國街、新安路、陽明路一段、格致路、大亨路、和平路、愛富一街、愛富二街、愛富三街、菁山路、建業路、凱旋路、光華路、華



圖 9 菁山苗圃控制點位置圖



目前已初步規劃將取得中正加藥池登記之北投區湖山段二小段 349-1 地號土地 (501.41 平方公尺) 興建 1,600 噸以上水池，總工程經費概估約 3,800 餘萬元(圖 13)。



圖 13 中正加藥池改建方式示意圖

陽明山中正加藥池設備容量加大後，將能有效落實由陽明山次高地區重力水源優先供水、鹿角坑水源僅維持高地區用水及備援機制，降低多段加壓供水成本，並可改善既有中正池容量不足，造成尖峰用水不足、離峰溢流情形，使穩定出水之陽一、竹子湖水源湧泉能優先留供高地使用，避免再行調撥鹿角坑加壓站或使用需由平地五段加壓陽明山第一配水池之支援水量。

七、結語

高地供水系統相當複雜，且各水源受限其高程及水量有其條件限制，且尚需面對氣候變遷對環境之挑戰，如何有效管理及運用

各水源，穩定供水為工程人員應有之職責。本文探討了陽明山核心高地區 2 系統水源調配面臨問題及建議解決方案，期望透過節能減碳運作方式，將高地用水有效留供高地使用，並減少水源加壓動力費用，希望透過平時預先設想及規劃，以增加旱時的耐候能力，達到穩定供水之目的，減少對用戶用水安全的衝擊。

參考文獻

- 1.詹坤耀、顧峻，「陽明山湧泉及地面水操作模式」簡報，2013年。
- 2.白耀宏，「陽明山高地區供水現況報告」簡報，2013年。

作者簡介

陳俊豪先生

現職：臺北自來水事業處淨水科三級工程師

專長：自來水工程施工、淨水設施規劃施工

參加 2018 年國際水協會雙年會及展覽會紀實

文/吳陽龍、駱尚廉、林財富

一、緣起與目的：

國際水協會 (International Water Association, IWA) 2018 年雙年會及展覽會於 9 月 15-21 日於日本東京國際會議展覽中心 (Tokyo Big Sight) 舉行，本協會由國際委員會主任委員駱尚廉教授、技術委員會主任委員林財富教授及吳陽龍秘書長(因胡南澤理事長因公不克參加請秘書長代理)代表參加，主要參與活動包括：

1. 9 月 15 日參加工理事大會 (Governing Assembly) 與策略委員會 (Strategic Council) 聯席會議，主要內容包括同意常務理事名單 (Board of Directors)，聽取理事會及策略委員會的 IWA 會務報告和未來的推動方向，選舉 IWA 下屆 (2018 年 9 月-2020 年 9 月) 資深副會長 (Senior Vice President) 及副會長 (Vice President)，決定 2024 年國際水協會雙年會舉辦地區 (2020 年-丹麥哥本哈根，2022-加拿大多倫多)。
2. 9 月 18 日中午參加亞太地區委員會 (IWA-ASPIRE Council Meeting)，報告本協會 2021 年在高雄舉辦世界水協會亞太年會 (IWA-ASPIRE) 的籌辦情形。
3. 9 月 16-21 日參加每兩年舉辦一次的世界水大會及展覽 (World Water Congress and Exhibition)，包含參加研討會、論文發表、論文場次主持及參觀展覽會等。
4. 9 月 18 日下午參加日本水道協會所主辦的協會網絡會議 (Association Networking

Meeting) 及簽署協會之間合作備忘錄 (Memorandum Of Understandings on Cooperation among Individual Water Associations (MOU))

二、活動內容：

(一) 參加 IWA 雙年會及展覽會

2018 年第 11 屆 IWA 世界水大會暨展覽會於 9 月 15-21 日在東京國際展覽會場 TOKYO BIG SIGHT 舉行。本次會議活動有來自政府、公用事業、學術界、私營公司和國際組織的水資源領導人及水產業的專業人員齊聚日本東京，就世界緊迫的水資源問題進行討論，包含未來的公用事業、城市和流域、循環經濟、超大城市、創新擴散、災害復原和永續經營等議題。

主辦單位國際水協會與日本合作夥伴 (東京都政府、水道局、下水道局、日本自來水協會、日本水環境協會，日本水利工程協會和日本污水處理廠協會)，以型塑我們的水未來 (Shaping Our Water Future) 為主題，透過研討會及展覽會的平台及交流場所，吸引了來自 98 國、9815 位來賓參加，並有 252 個參展攤位、7 場 Plenary Sessions、49 場 Workshops、88 場 Technical Sessions，包含 352 論文、462 篇口頭發表論文，633 篇海報論文，6 場 Forum，3 場 Master Lecture，19 場 Training Workshop。並在會議期間增加了超過 280 小時的活動，使其成為迄今為止規模最大的世界水會議及展覽會。

台灣報名參加 IWA 世界水大會暨展覽會人員包含本協會國際委員會主任委員駱尚廉教授、技術委員會主任委員林財富教授及吳陽龍秘書長，尚有經濟部水利署賴建信署長、陳致良正工程司及陳宜欣副工程司，台灣自來水公司郭俊銘董事長、李丁來處長、鍾明彰工程員及林冠宇工程員，臺北自來水事業處陳曼莉副處長、許志浩主任、陳輝哲工程師，台大王根樹教授(本會監事)、淡江康世芳教授(本會財務委員會主任委員)等，部份與會人員於會場合影(如圖 1)。

另外本協會輔助理、監事及具有發展潛力之永久會員來回機票，鼓勵其參與本次活動及參觀展覽會，以增進國際視野及相關智能，受輔助人員包含臺北自來水事業處陳錦

祥處長(常務理事)、許理事培中、台水公司 12 區王士雲處長(監事)、1 區董書炎處長、漏防處丘宗仁處長、營業處謝素娟副處長、工務處徐俊雄副處長、8 區何亮旻副處長、公關組邱麗敏組長、設計組林家煌組長等 10 位。

1.IWA 雙年會開幕式

會議開幕式在 16 日下午四點開始，由 IWA 執行長 Dr. Kalanithy Vairavamoorthy (Kala)主持，在 IWA 會長 Diane d'Arras (DA)致詞後，由主辦地首長東京都知事小泉百合子代表東京歡迎大家的蒞臨加。大會邀請貴賓包括日本皇太子德仁親王夫婦、國土交通省大臣、環境省大臣、厚生勞動省大臣、經濟產業省次臣、IWA 前會長東京大學教授

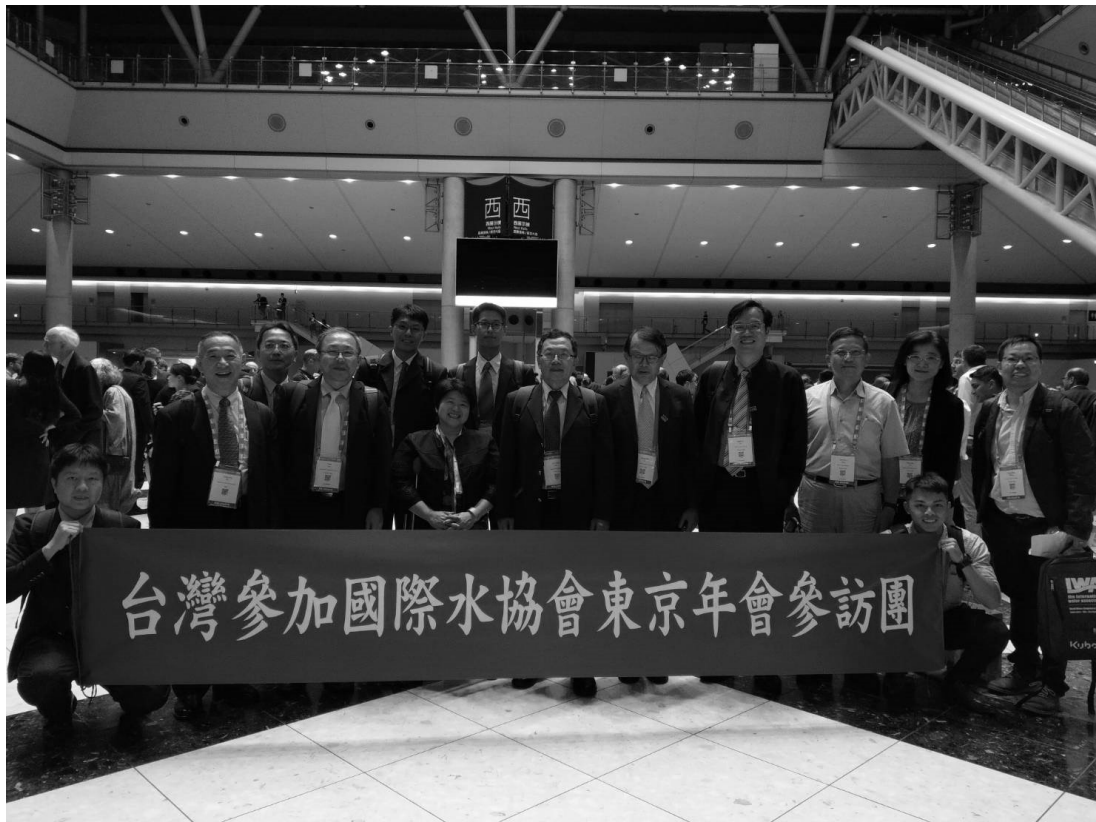


圖 1 會場及台灣參加東京 IWA 2018 年會及展覽會人員於會場合影



圖 2 開幕典禮照片

(左上：開幕典禮由會長 Diane d'Arras 致詞，右上：秘書長 Kala 主持；中左：東京都知事致歡迎詞；中右：日本皇太子致歡迎詞；下左：國土交通省大臣致詞；下右：我國與會人員於會場合影)

Dr.Tambo 等均上台致詞，非常熱鬧(圖 2)。

開幕式中並邀請到比利時籍的 Rudy de Waele 演講 Consciousness of Water，講述當前水的重要問題、科技如何影響水環境及水產業的未來。其後並頒發重要獎項，包括 IWA 全球水獎，由澳洲 Tony Wong 教授(澳洲 Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities 主任)獲得，然後頒發包括年輕水專家獎、女性水專家獎、及專業貢獻獎等。

2.研討會議題及論文發表

本次大會主題為塑造我們的水未來 (Shaping Our Water Future)，設定兩大討論主軸未來的水事業及未來的城市及流域，在未來的水事業部分包含水事業管理、污水、飲用水及可飲用之再用水，在未來的都市方面包含都市水系統，社區、綜合規劃及有利環境，在未來的流域方面為大區域水管理。分述如下：

(1)水事業管理(Water Utility Management)

水公用事業的管理是我們城市和國家

結構的關鍵部分，事業如何優化營運和管理，以便有效地利用人力和物力資源，並透過創新及改進來應對短期和長期的變化和未來的挑戰。

(2) 污水(Wastewater)

污水管理和資源回收面臨許多挑戰和機會。這包括都市和工業廢水管理，非飲用水再利用，能源，養分和化學品的回收。由個體規模到大型污水處理廠，各種污水處理技術在實現未來可持續的循環水管理。

(3) 飲用水及可飲用再生水(Drinking Water & Potable Reuse)

新興污染物（如奈米粒子，藥物和抗生素抗性）的增長威脅飲用水到安全和高品質。潛在的災難，如細菌蔓延，自然災害和安全事件對於供配系統（消毒副產品，鉛和機會致病菌）的影響，要求從科學和工程研究創新轉向應用。隨著越來越多的城市計劃，以水的再利用來滿足不斷增長的供水需求，並探討飲用水的重複使用。

(4) 都市水系統(Urban Water System)

在城市範圍內優化水和廢水系統的解決方案，包括城市環境中飲用水、污水處理服務和排水基礎設施的規劃，營運，設計和維護。城市供水系統如何提供富有彈性，高效能和可永續的解決方案，以實現水資源有效利用和宜居城市。

(5) 社區、綜合規劃及有利環境(Communities, Integrated Planning & The Enabling Environment)

實現未來的水資源城市需要許多相關者和具有不同背景的專業人士的參與。本主題將探討當地（城市）政府，公用事業，規

劃人員，專業團體，社區和私營部門合作夥伴如何最好地協同工作，以最大限度地提高其效率，為城市實現更好的整體成果。

(6) 大規模水管理 (Large - Scale Water Managemnet)

為了使城市和公用事業能夠為子孫後代提供長期永續，有彈性和負擔得起的服務，應整合規劃和管理集水區以確保城市和公用事業的服務可永續性地來自廣泛的自然系統。

3. 論文發表

本次國內發表的論文及海報論文計有林財富教授等人發表四篇論文(圖 3)，包括

- Modelling the impact of NaOCl on cell integrity, toxin release and degradation for colonial Microcystis in natural water (邱宜亭博士及林財富教授等)
- Oxidation treatment of a novel neuro-cyanotoxin BMAA in water (林財富教授等)
- Biomolecular Monitoring and Risk Assessment of Cyanotoxins and Odor Compounds in Source Water (林財富教授等)
- Using HPSEC And F-EEM Analysis To Identify Of Organic Characteristic In Drinking Water Distribution System

本會吳陽龍秘書長受邀於 Workshop 「Appropriate Tariff Setting and Improvement of Customer Perception Toward Sustainable Water Supply」發表「Water Tariff Adjustment and Water Service level Improvement-Taipei Experience」，介紹台北供水區的水價調整及提升供水服務的經驗及作法(如圖 4)。



圖 3 IWA 水環境臭味與藻毒素專家委員會場次講者合照



圖 4 吳陽龍秘書長受邀 Workshop 發表論文情形

在海報論文方面(圖 5), 本次台灣的海報論文共有 14 篇內容如下

- 1.The Feasibility of Sediments from Public Water Factory Used as Agricultural Media (Chung Ming Chang, 台水公司)
- 2.An Introduction of Wastewater Reclamation/Reuse in Taiwan(Hsin-Hsu Huang, 中興顧問)
- 3.Carbadox Transformation by Phosphonate and Carboxylate-based Chelating Agents Mediated By Mn(III) (Wan-Ru Chen, 成功大學)
- 4.Biological Treatment of DMSO-containing Wastewater from Semiconductor Industry Under Aerobic and Methanogenic (Liang-Ming Whang, 成功大學)
- 5.A Field Study on Characterization and Treatment of Low Turbidity Water in Fen Yuan Water Supply Plant(Guan-Yu Lin, 台水公司)
- 6.Solar Photocatalysis of Carbroturan Rinsate Using Partial Shell-Core Ag/P3HT@TiO₂ Nanocatalysts (Wen-Shiuh Kuo, 聯合大學)
- 7.Simultaneous Oxidation of Phenol and Reduction CO₂ by means of electrochemical technique (Chiung-Fen Chang, 東海大學)



圖 5 海報論文展示場

8. Removal of Sulfamethazine from Aqueous Solution by Electro-Fenton technology using an activated carbon fiber Cathode (wei-Lung Chou, 宏光大學)
9. Performance Evaluation of TMAH Concentration Using Forward Osmosis (Shiao-Shing Chen, 台北科技大學)
10. Removal of Color and COD from Dyeing Wastewater by Simultaneous Anodic Chlorination and Electro-Fenton Oxidation (Chin-Ta Wang, 中華大學)
11. Surface Modified Nanofiltration membranes for Removing Iodine-disinfection by-products and Neonicotinoid Insecticides (Justin Chun-Te Lin, 逢甲大學)
12. The Potential Impacts of Climate Change on Drinking water Quality and Disinfection by-products Formations (Gen-Shuh Wang, 台灣大學)
13. Using HPSEC and F-EEM Analysis to Identity of Organic Characteristic in Drinking Water Distribution System (Chun Hsis Lai, 成

功大學)

14. Evaluation of Greenhouse Gas Emission form Water Supply System and Its Environmental Cost (Ying-Chu Chen, 台北大學)

4. 展覽會

本屆共有來 30 個國家，245 家廠商參展，台灣展區分二部分，一為水利署主導的城市智慧防汛展，其內包含水利署、淡江大學、國網中心、商業發展研究院及配合的廠商有逸奇科技、安研科技、昕傳科技、天氣風險管理、興創知能等公司。

另一為台灣自來水公司所主導的 Aqua A Team，包含水公司、弓銓企業、儀展科技、明冠造機、興南鑄造、叶光閥業等家公司參展，開創水資源、凱舟(Caware)濾材、台灣愛克斯基(Ecologix)三家公司自行參展。

本次為歷年 IWA 及 IWA-ASPIRE 年會及展覽會以來，台灣參展規模最大的一次，由水利署及水公司主導其相關的廠商作主題性的參展，效果更能彰顯，在氣候變遷及極端氣候影響之下，城市防汛是各國政府均面臨的挑戰，水利署以其推動城市智慧防汛的

研究成果與廠商開發的監測設備及物聯網設備的相互驗證，獲得不少與會者的垂詢及

合作商機。可以供以後合作參展的借鏡(如圖 6)。



圖 6 展覽會場台灣展出攤位展覽情形

展覽會場以日本廠商所佔攤位最多，國際上稍為知名的日本廠商均不宜遺力的利用此機會，介紹其產品，其中有些公司的產品亦曾來台灣推廣使用，對於我們的參訪，均熱心介紹。香港因為主辦下(2019)屆 IWA-ASPIRE 研討會，因此也在現場展出。

參觀人潮以日本當地業者及水務相關人員為最多，估約佔在總參加人數 3/4 以上，參展的公司往往也是本次雙年會及展覽會的贊助者，也是主辦單位收入的主要來源。

(二)理事大會及理事會與策略委員會聯席會議

1.理事大會(Governing Assembly)

本屆理事大會由 IWA 會長 Diane d'Arras (DA) 主持及致歡迎詞開始，在確認出席人數及代理人後，IWA 共 54 國家會員單位，在 49 個有效國家會員單位中有 35 個國家代表出席、9 個代理，達到法定出席席位後，即開始討論議程排序，再其次通過前次會議紀錄。並徵詢本次會議議程、及前次會議紀錄同意。圖 8 圖 9 為理事大會會議照片。

會長 DA 首先回顧過去 12 個月的的主要工作，以及 2018 年的工作內容。2017 年的報告內容包括財務平衡、CEO 辭職、會員下降原因、內部關係、政策與步驟、發展國家雙年會等主要工作。副會長 Silver Mugisha 報告會員問題，其中個人及公司會員在 2014 年大幅下降的主要原因，為網路註冊系統的大幅變更所致，目前會員數已穩住，並說明報告改善策略，朝向吸引更多水務公司及進入擔任會員。

資深副會長 Tom Mollenkopf 報告有關常務理事會運作的透明化，包含投票、組成、規章、獎項提名等。另就 IWA 發展而言，就目標地區的考量，包括與市場大小、經濟誘因、語言能力等，印度可能會是下一目標。

執行長 Kala 報告 IWA 會務，在 2018 年，包括完成策略規劃(討論、確認優先項目)、改善財務管理與控制(監測、透明、節約開銷)、秘書處重組(規模、新結構、較小單位)，並執行包括會員增加：大陸(會員數穩定增加)及印度(建立小會員辦公室)，分享區域、及性別多元、及人才移動的分析數據，並與其他國際單位合作成立共同會員(joint membership)機制，海牙辦公室換地點以降低成本，報告東京會議安排，成立新的專家委員會(SG on non-sewer sanitation)、新創新平台，以及期許 IWA 成為數位水務的新智庫。在 2019 工作則包括使 IWA 成為一個資料組織(新水資訊組織)(預計 2019 到 2020 年成形)、強化年輕水專家(YWP)計畫、發展 IWA Learn(不同主題、不同類型教材)、定期提供會員公司領域的整體情報(Horizon Scanning)，提升全球會員，包括非洲(支持非洲水協會(African Water Association, AFWA)並專注於其中 1-2 國)及拉丁美洲(增加西班牙及葡萄牙文，與當地組織合作)。

IWA 財務長 Marie Whaley 報告 2017 財務，並提出 3 項待決議議案，包括：(1)2017 年財務報告；(2)持續聘用會計師；(3)同意會計師的酬勞。三項議案均未動用投票方式，直接詢問是否有反對的。三項無人反對，通過。會計師審計報告也顯示財務報告合理。其中在 2017 年財務上，包括發展中國家水大

會收入不錯、出版品收入增加、各項會議收入也正成長，顯示整體財務健康。2018 年盈餘持續增加、預期 2019 年將穩並成長。

IWA 出版公司報告更換董事會成員，捐贈給 IWA 經費持續增加，由 2017 年 198 萬英鎊，2018 年增為 221 萬英鎊。並提出由 2017 年開始，要增加開放期刊(open access)的比重。

策略委員會由執行長 Kala 負責報告，說明 2019 年到 2024 年策略，包括五個重點：會員的連結與平衡、最新水知識的提供者、專業人員交換水知識的平台、研究與應用的

橋樑、以及永續發展目標的支持者。

本次會議並包括選舉副會長、行使常務理事會任命同意權、以及選擇 2024 年水大會地區(洲)。

2. 理事會與策略委員會聯席會議 (Joint Meeting of Governing Assembly and Strategic Council)

策略委員會共有 42 位委員，包括 15 為專家委員會代表(含 3 clusters、12 位專家委員會)，9 位水務公司、4 位顧問公司、5 位政府官員、1 位主席、一位副主席、及 1 位來自全球水研究聯盟代表組成(Global Water



圖 7 IWA 理事大會會議情形



圖 8 我國代表與主辦國日本代表合影及參與會議情形)

research Council)、及其他領域代表。

本次會議說明 IWA 策略如何規劃,以及過去一年主要工作內容。過去一年包括通過成立 1 個新工作小組(水及衛生的自然解決方案, Task group on natural-based solution for water and sanitation), 1 個專家委員會(SG Non-Sewerage Sanitation), 並增加合作夥伴資料名單(Partnership Inventory)。會中並說明,目前專家委員會會員散佈於 130 國,每年舉辦 20 場研討會,今年有 12 個個委員會換管理委員。會中並說明研討會與 IWA 的關係,如避免銷售,倫理及行為準則。

執行長 Kala 並於會中報告未來策略方向的問卷調查,在 54 個國家代表中,34 個回覆調查統計,在 IWA 提出 5 個策略方向中,以 IWA 成為水知識之交換空間的策略最為重要、其次為研究到應用的橋樑、第三為提供新水知識的來源。

本次 IWA 年會及展覽會籌備會主席,日本東京大學 Hiroaki Furumai 教授介紹日本水部門,包括水資源應用現況(15%家庭、11%工業、54%農業),自來水及污水處理普及率、漏水率等全國性及東京都資料,可以參考日本水道新聞社出版的 Water Japan 一書。

最後 IWA 辦公室運作及會議部門主任 Keith Robinson 介紹 2018 年辦理的情形,包括註冊參加人數來自 84 國、將近 3000 人,贊助達 150 萬歐元,人數突破 9,000 人(會後統計達 9815 人),是有史以來最大的世界水大會。

3.參加 IWA 會士酒會

本次會士酒會於 9 月 16 日中午假會議中

心 8 樓舉行,此次台灣團隊駱教授為傑出會士(Distinguished Fellow)、林教授是續任會士(Fellow)(第一任是 2012-17,第二任是 2018-23)。會中並頒發新任會士證書,我國台灣大學童國倫教授亦於本次當選新任會士。圖 9 為會士酒會照片。

(三)亞太地區委員會會議(IWA-ASPIRE Council Meeting)

9 月 18 日中午,於東京會展中心,舉行 IWA 亞太地區委員會(ASPIRE Council)會議。該會議亦由水協吳陽龍秘書長、駱尚廉教授、及林財富教授共同參加;由於我國將於會中說明 2021 年高雄亞太地區會議(2021 IWA-ASPIRE Conference)籌辦情形,並特別邀請水利署署長賴建信(官方代表)、台灣水公董事長郭俊銘及李丁來處長(產業代表)、臺灣大學公共衛生系王根樹教授(2021 會議籌辦委員)、及成功大學環工系黃良銘教授(2021 會議籌委會秘書長)一起出席。會議由 IWA 執行長 Kala 主持,IWA 會長以及大中華區主任李濤博士共同出席。圖 10 為會議進行情形。

會議由 DA 會長及執行長 Kala 致歡迎詞開始,接著各國代表先自我介紹。然後由日本代表說明本屆會議籌經過及成果,本次會議是歷屆之最,包括註冊人數及參與人數,均達到空前。接著香港代表報告籌備第八屆 IWA-ASPIRE(亞太地區)年會進展,預計將於 2017 年 10 月 31 日到 11 月 2 日在香港國際會展中心舉行,由水及環境管理院(The Chartered Institution of Water and Environmental Management, CIWEM)、香港渠務署、及香港水務署共同舉辦。



圖 9 會士酒會場景



圖 10 IWA 亞太地區委員會會議情形

(左上：台灣代表參加會議進行情形；右上：水利署賴建信署長與會來賓；
左下：林財富教授報告 2021 年會議籌辦情形；右下：台灣自來水公司郭俊銘董事長致歡迎詞)

我國並由林財富教授代表簡報說明 2021 年高雄亞太地區會議(2021 IWA-ASPIRE Conference)籌辦情形，並歡迎各國代表屆時率團參加，並協助後續會議籌辦。會中水公司郭董事長並以 2021 IWA-ASPIRE Conference 主要支持者身分，說明水公司業務，並誠摯歡迎各國代表，屆時到高雄參加會議。

會中並討論後續選擇 IWA-ASPIRE 主辦城市的程序，IWA 希望能有更清楚的規範，以及能更掌握整個流程，會中決議將由過去三屆主辦單位，以及 IWA 總部合組成委員會先行篩選，再提交 ASPIRE 委員會決議。最後由紐西蘭奧克蘭及澳洲布里斯本代表，分別說明爭取 2023 年籌辦 IWA-ASPIRE 會議的簡報。會中並未選舉，請兩單位提出計畫書，後續再進行決議。

(四)參加協會網絡會議

日本自來水協會邀請美國、澳洲、韓國、印度、泰國、馬來西亞及我國等國的自

來水協會參加 2018 IWA 東京年會及展覽會，同時召開協會之間網絡會議(Association Networking Meeting)，活動安排包含開、閉幕典禮、相關技術論壇、研討會及協會會議與聯誼活動，過程中均有協會人員引導及安排。

自來水協會網絡會議於 9 月 18 日下午召開，會中由各國水協會代表報告該國近年遭遇的自來水相關議題，所推動的解決策略作法及水協會所擔任的角色與運作情形。本協會由吳秘書長代表參加，於會中報告台灣近來受地震、颱風、及氣候變遷等天然災害等對民眾供水的影響，說明政府、自來水事業單位及本協會的應對策略及作法(如圖 11)。

會後由台、美、日、澳、韓、印、泰、馬等國協會代表共同簽署合作備忘錄(Memorandum Of Understandings on Cooperation among Individual Water Associations (MOU))，其內容如『協會之間合作備忘錄』，由本協會授權吳陽龍秘書長代表簽署，以加強日後的合作交流。(如圖 12)



圖 11 吳秘書長參加協會網絡會議中報告情形



圖 12 協會之間之合作備忘錄(MOU)各國代表簽署後合影

Memorandum Of Understandings

on

- Cooperation among Individual Water Associations -

個別水協會之間合作備忘錄

- 1.The water associations those signed this memorandum (Hereinafter, referred to as “Associations”) have the common objectives of improving public health through the enhancement and development of safe and sufficient water supplies throughout their respective countries. Therefore, Associations enter into this Memorandum Of Understanding (Hereinafter, referred to as “MOU”) to establish stronger relationships among the Associations by sharing the information.
簽署本備忘錄的水協會（以下簡稱“協會”）的共同目標是通過在各自國家加強和發展安全和充足的供水來改善公共衛生。因此，協會簽署本諒解備忘錄（以下簡稱“備忘錄”），通過協會之間共享信息以建立更牢固的關係。
- 2.Associations shall arrange occasions to exchange information face to face (Hereinafter referred to as “Association Networking Meeting”) during the period of the IWA - ASPIRE Conference, and make the utmost effort to participate the Association Network Meeting.
協會應安排在 IWA-ASPIRE 會議期間面對面交流信息（以下簡稱“協會網絡會議”），並儘最大努力參加協會網絡會議。
- 3.Associations shall exchange basic information on water supply once a year by e-mail. The content of basic information shall be discussed at the Association Networking Meeting, and each country is expected to provide available data.
協會應每年通過電子郵件交換一次供水基本信息。基本信息的內容應在協會網絡會議上討論，並且每個國家都應提供可用的數據。
- 4.The Secretariat will be conducted by the Japan Water Works Association for the time being.
秘書處將由日本水協會暫時擔任。
- 5.This MOU may be revised or modified at the time of Association Networking Meeting or by mutual consent of each Association.
本備忘錄可在協會網絡會議時或經各協會雙方同意後進行修訂或修改。

(五)技術參訪

一般技術參訪的目的主要展現主辦國在該領域的成果或是先進設備，可供參觀者引用或藉以發掘商機，本次主辦單位安排的技術參訪行程包含自來水、污水、排水、水回收、人員訓練中心及工程公司等，參訪費用依行程遠近及時間由 40 歐元至 70 歐元不等，供與會人員選擇報名參加，其行程種類如下：

1.TOKYO WATERWORKS' HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT AND INHERITED TO NEXT GENERATION - 東京都水道局人資發展及傳承中心

該中心由東京水道局的培訓部門和研發部門合併而成，為日本最大的自來水人員培訓基地，就自來水相關領域進行實作體驗教育及訓練，如漏水檢測、新研發產品的施作示範、演練緊急供水經驗等，該單位也是一個訓練對“地震”和“事故”等災害發生如何快速反應的訓練基地。

2.TECHNOLOGY AND PRODUCTS OF JAPANESE COMPANY - TOUR OF JAPAN' S LARGEST FACTORY OF STEEL PIPES FOR WATER - JFE 鋼鐵株式會社

JFE 鋼鐵株式會社擁有日本最大的鋼製水管生產線之一，藉由參訪，您可以看到通過焊接，噴漆等從鋼板製造鋼管的過程，該公司也生產通過斷層的鋼製可饒管，可廣泛用於斷層地帶的管線使用，另外施工機械如柴油發動機、大型潛盾機等也在同一工廠生產。

3.WATER FLOW IN TOKYO - WATER INTAKE, PURIFICATION AND DISTRIBUTION - 秋瀨取水堰、朝霞淨水廠及輸水管施工

秋瀨取水堰(Akigase Intake Weir)的建造是為了應對東京都市區不斷增長的需求，該地區利用了 Tone 河和 Ara 河開發的水。主要供應東京都和埼玉縣的民生和工業用水。朝霞淨水廠處理容量每天 170 萬日立方公尺，為供應東京 1300 萬市民和日本首都城市活動淨水廠之一，在處理過程中引入先進的臭氧化和生物活性炭水處理，以提供更安全和更美味的水。由於嚴格的安全措施，通過必須確認身份證件，如護照等。本行程同時安排東京水道局正在施工的 2600mm 的大直徑輸水管的潛盾施工現場參觀。

4.FLOOD CONTROL INFRASTRUCTURE BY UTILIZING URBAN SPACE AND INHERITED TO NEXT GENERATION BY TOKYO SEWERAGE - 東京都防洪措施及污水處理博物館

東京都大都會區地下排水通道，是世界上最大的地下排水通道，地下 50 米，隧道長 6.3 公里。總存儲容量為 67 萬立方米。該通道是防洪措施的滯洪設施，由“流入設施”和“水銀行”組成，“隧道”用於引導下游集水時的進水，“壓力調節水箱”“用於滯洪”排水泵站“和”排水閘道“用於排放蓄存地下區域的進水。

東京污水處理博物館名為“彩虹”，設計採互動式設施，孩子們可以在那裡可以透過手動了解污水處理的流程。通過使用污水管道，泵站，中央監控室和水分析室的經驗，孩子們可以了解工作人員污水處理工作的情形。

5.TOKYO SEWERAGE' S SEWAGE TREATMENT AND HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT - Sunamachi 水回收中心

Sunamachi 水回收中心是自 1930 年以來

東京第二古老的污水處理廠.Sunamachi 處理區是由隅田川和荒川河環繞的三角洲地區(6,153 公頃)。處理後的水排放到東京灣。此外，一部分處理過的水通過砂濾清洗，並在中心內部用於清潔設施，冷卻機和沖水馬桶。中心內設置的污水處理技術培訓中心已成為日本第一個大型人力資源開發和污水處理技術培訓設施。其中在培訓大樓設有 21 個培訓設施，在戶外則設有 12 個培訓設施。2021 年高雄 IWA-ASPIRE 的技術參訪，可包含台水公司的自來水設施、水利署的水資源保育及流域治理設施、高雄市政府的都市污水處理及雨排水設施等，讓國內外的參加者了解台灣南部地區水務發展及相關建設的成果。

四、心得與建議

- (一)日本主辦此次會議，東京都及相關產業投入相當大的資源(如經費、志工)，出席人數達到歷史新高，在會議規格上，也提升許多，尤其在開幕邀請到皇太子夫婦，對於日本主辦者的鼓舞很大。會議場地雖非完美，但也是相當有水準。本協會將於 2021 年於高雄辦理 IWA-ASPIRE 年會及展覽會，必須考慮要有足夠水準的會議場地及投入足夠資源，才能展示我國辦理會議的水準，各相關單位的合作及支持，同心協力才能辦得成功。
- (二)國際水協會 IWA 函蓋的範圍除了自來水外，也包含水資源、流域治理、河川治理防洪、都市排水、污水處理、水回收利用及農業灌溉等與水相關議題均包括在內，本協會為 IWA 之國家會員代表，

但業務範圍限於自來水相關議題，建議日後能整合其他水領域的相關組織、研究單位及權管機關共同參與，除了彼此合作發揮水務工作的綜效外，亦符合未來水務整合發展趨勢。

- (三)在研討會方面，本次並無會員申請協會補助口頭論文(Oral Presentation)，在海報論文(Post Presentation)方面共有 14 篇(水公司 2 篇，學術單位研究 12 篇)，建議自來水事業及水務機關可以編列預算，鼓勵同仁踴躍投稿參加，以提升我國能見度與參與度。
- (四)在展覽會方面，本次台灣參與展覽的主要由水利署主導有關都市排水的展示及台灣自來水公司主導的 Aqua A Team 廠商參加，兩者置於同一展區，效果不錯，日後可依循此模式辦理，以整合國內資源，爭取商機，提升我國產業在世界重要會議與展覽及與會專家中的能見度，亦可藉此與其他國家的參展者交流或技術合作，提高合作共創商機的機會，也可學習其他參展者的優點，改善技術提升品質。

作者簡介

吳陽龍先生

現職：中華民國自來水協會秘書長

專長：自來水事業經營管理、自來水工程規劃與管理

駱尚廉先生

現職：台灣大學環境工程研究所特聘教授

專長：淨水工程、水處理與環境工程

林財富先生

現職：成功大學環境工程系特聘教授

專長：水源中藻類代謝物分析、污染場址整治技術