

從源頭改善管末端水質之具體可行方案研究

文/游叡研

摘要

獨立封閉巷管末端因屬滯留段水質不佳管壁生物膜容易增生且會蓄積水中微量雜質，代表整體管網系統水質弱點，故管網末端消防栓定期排水是例行必要作業，用意將末端蓄積之汙質排出，以降低水污染風險。

隨著管網管線體質大幅改善，水質管理與監測日益精進，從取水水源至用戶水龍頭各環節確保水質潔淨安全，不論是淨水場出水平均濁度或是管網普測水質濁度，皆優於法規限值，水質亦符合飲用水標準，北水處近年推廣自來水直飲亦頗獲民眾好評，管網末端水質弱點改善有助提升水處形象。

本文探討既有管線末端封管之作法，實為造成管末端水質不佳之主因，因獨立巷管線末端處於滯留水狀態，以致會蓄積水中微量雜質，對管網作分析即可知如能讓管線保持流通狀態就不會蓄積雜質，也可大幅降低水污染風險。

以此為發想分析探究成因並提出具體可行方案，DIP 配水管直接連接 SSP 給水管再延伸接至水表位，整組 DIP+SSP 組件為連續段，重點在於只要讓水保持流通順暢，可消除傳統施工方式所產生之管末滯留管段，不會有滯留段蓄積微量雜質，日後不需辦理管末排水即可確保水質乾淨無虞。

經實務驗證可從源頭成功改善管線末端滯留水問題，有效減少水污染風險。本文

對於管末滯留水排放問題具改善成效，可降低水質汙染機率、節省珍貴水資源、提升用水品質、有助提升企業形象、減少用戶不便並可節省排水維護人力，可有效改善管網末端水質弱點，提升供水安全。

關鍵字：管末端、滯留、水汙染、排水、水安全

一、前言

獨立封閉巷，意即俗稱之無尾巷，管末端通常為管垢及沉積物堆積嚴重的地點，代表的是整體管網系統最差之水質狀況，因管末形成滯留段，管壁生物膜容易增生且會蓄積水中微量雜質，餘氯偏低影響水質安全，是管網系統水質的弱點，因此管網末端消防栓定期排水是北水處例行必要作業，管末及水質敏感區域排水作業以半年為執行循環週期，一年辦理 2 次排水，每案管末排水約需 5~15 分鐘，用意是將末端蓄積之雜質排出，減少管內滯留並以降低水污染之風險。

二、問題回歸及分析

管線末端存有水汙染風險影響用水安全，管末端日久會蓄積水中微量雜質，如果施工或臨時辦理搶修須停水，在停水狀態下水壓降低，管末端之雜質即可能會回流至前端管網內，可能造成前端用戶水汙染情形，有鑒於此，須定期辦理管末排水作業，將管末雜質排出以利供水安全，惟管末排水會產生以下幾個問題：

(一)排水浪費水資源，每次排水約需 10 分

鐘，排水量約 10m^3 ，據統計一年排水量測次數約 3600 次，每年耗費水資源約 3 萬 6 千噸。

- (二)排水初期的水呈黃濁狀，可能造成用戶觀感不好，影響企業形象。北水處依據 105 年 9 月市長核定之「直飲台設置維護管理計畫」，於戶外公園等公共場域增設固定式直飲台，提供自來水直接飲用服務，檢少瓶裝水使用，促進環保永續。而管末排水初期水質不佳，可能造成民眾使用疑慮(如圖 1)。
- (三)定期排水造成鄰近用戶不便，觀感亦不佳，近年氣候變遷加劇，如遇極端氣候久旱缺水情形，排水恐致民怨。
- (四)排水需耗費人力，一個排水點至少須 3 人共同作業才能完成，每月至少需安排 4 天以上作業，人力負荷加重。
- (五)現有管末消防栓位於巷子最底處，容易被車輛停車壓住，難以排水，亦失去消防救災功能。



圖 1 現場排水照片

本案靈感發想來源如下：

- (一)北水處自 95 年啟動 20 年「供水管網改善及管理計畫」，多管齊下健全供水管網系統，統計至 111 年底已汰換管線達約 2,500 公里，漏水率已降至 11.20%，管網體質大幅改善，媲美先進國家。
- (二)北水處持續推動全流程水質管理，從強化取水管理，嚴控淨水處理，確保出水水質安全。同時訂定比國家飲用水水質標準更為嚴格的內控標準，112 年上半年各淨水場出水平均濁度 0.02 NTU，遠優於飲用水水質標準 2 NTU。採用「水安全計畫 water safety plan」精神，加強水質管理與監測，從水源至用戶水龍頭各環節確保水質安全，優質臺北好水深得民心。
- (三)管末端水質為何不佳：各項水質檢驗均符合水質標準，管末因是滯留水狀態，生物膜容易增生且會蓄積水中微量雜質，餘氯偏低影響水質安全，如管線保持流通狀態就不會蓄積雜質，也就不會有水污染。舉例說明如下：
 - 1.配水管 100mmDIP，管末端設置消防栓，末端造成管內滯留及淤積，有水污染之虞，需定期排水(如圖 2)。
 - 2.配水管為 50mmSSP，沒有管末端，不會產生滯留水，沒有水污染問題，不須排水(如圖 3)。
- (四)DIP 鑄鐵配水管末端設置消防栓，於消防栓前方以鞍帶接 SSP 不鏽鋼給水管供水予用戶水表，造成末端消防栓處約 1~3 公尺滯留管段(自最後一栓給水管至末端消防栓之間)，形成管內滯留段，生物

膜容易增生，水中微量雜質隨時間慢慢蓄積，且餘氯偏低影響水質安全，埋下水污染隱憂(如圖 4)。



圖 2 管末端滯留水示意圖



圖 3 管末端無滯留水示意圖

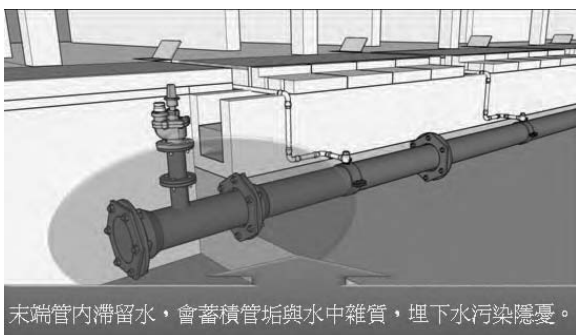


圖 4 管末端滯留蓄積水中雜質示意圖

(五)思考重點：在於避免管末端滯留水，故消防栓後方如能直接接給水管(不用鞍帶分水栓)，亦就是 DIP 管直接連接 SSP 管，如此就沒有管末端滯留水，微量管垢及雜質無處累積，不會形成水污染，也就不需排水，是一勞永逸的作法(如圖 5)。

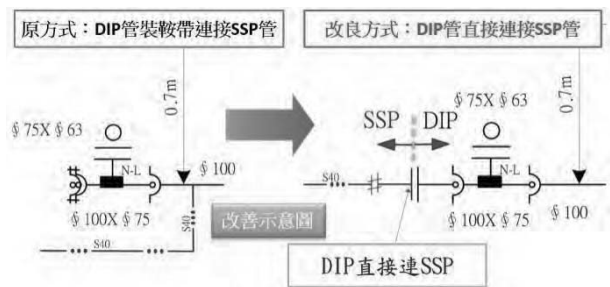


圖 5 DIP 連接 SSP 消除管末端示意圖

三、精進改善作為

現有管網其實每個水表都是管末端，重點在只要讓水保持流通狀態，水中微量雜質沒有機會累積，生物膜增生狀況減少，管線末端可以跟前端管網的水質一樣好，即不會有管末端水汙染情形。

目前管網系統中，獨立封閉巷如果距離較短，水表數量不多，50mmSSP 當配水管使用是常見方式(如圖 3)，此種方式沒有管末端滯留水問題，實務使用上也沒有用戶反映水濁。但當獨立巷內用戶數較多時，50mmSSP 將無法滿足用水需求，此時仍需埋設較大口徑的 DIP。同時消防栓具有消防救災功能，巷內消防通道埋設 DIP 管，以利設置消防栓。

(一)初期改善方案：

於管線末端，改變由鞍帶分水栓接給水管的方式，DIP 管利用平口(單突緣短管)轉換直接與 SSP 管連接，接至水表位(如圖 6)。

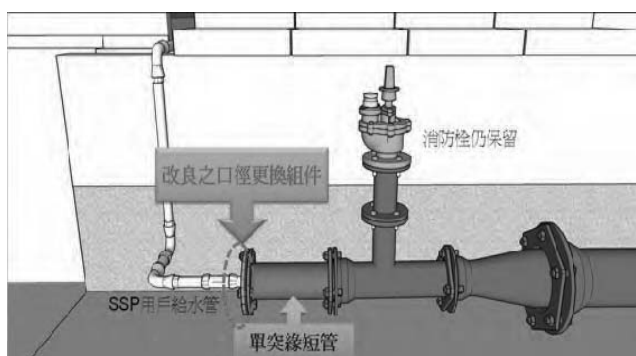


圖 6 以改良口徑更換組件連接示意圖

利用水表口徑更換組件作改良，此組件為平口 100mm*40mm 之口變組件，組裝如圖 7 所示。

- 1.將止水栓組件卸下。
- 2.以有車牙之 SSP 管（自購材料）鎖入平口內。
- 3.以直接頭連接 SSP 直管接至表位。

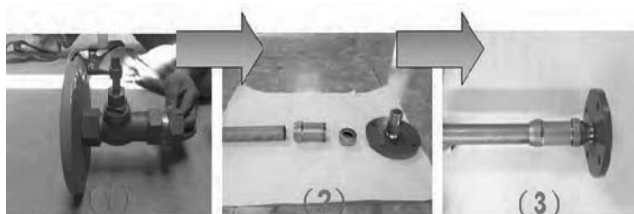


圖 7 以改良口徑更換組件安裝圖

(二)修正改善方案：

原欲以車牙之 SSP 管(自購材料)鎖入平口內，惟加工品質較難確定。故檢討修正後改以表用雙凸緣縮管及 SSP 管用伸縮止水栓附表凸緣材料作連接(如圖 8)。DIP 管可直接連接 SSP 管接至水表位(不須鞍帶)，整組 DIP+SSP 組件為連續段，不會有滯留段蓄積微量雜質，日後不需辦理管末排水即可確保水質乾淨無虞。

(三)執行實務案例：

- 1.納入管網設計圖面，於設計階段標註施工方式，讓施工廠商及監工有所依循(如圖 9)。

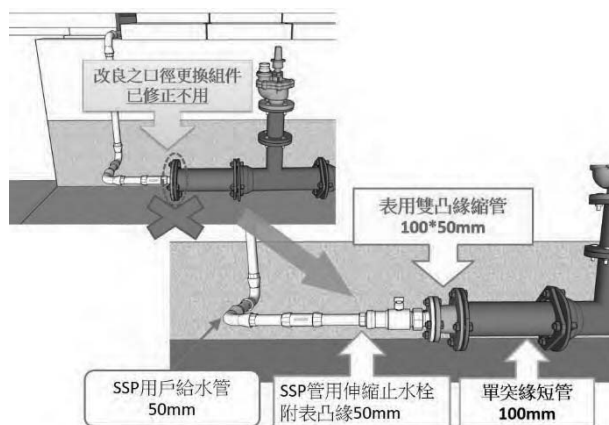


圖 8 DIP 連接 SSP 消除管末端示意圖

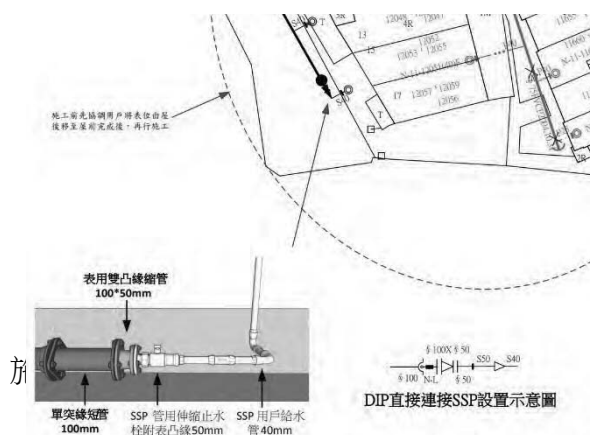


圖 9 管末端改善設計圖

- 2.實際改善案例：臺北市南港區南港路 3 段 130 巷 3 弄是獨立封閉巷，管末端約 2 公尺為滯留段，會蓄積微量雜質，有水汙染隱憂，每半年至少需辦理一次排水，將末端蓄積之雜質排出，以降低水汙染之風險。
- 3.改善方式：改變原有鞍帶分水栓接給水管的方式，將管末端消防栓前移，DIP 管利用平口轉換直接與 SSP 管連接，亦即以 100mm 單突緣短管+100*50mm 表用雙凸緣縮管+50mm SSP 管用伸縮止水栓附表凸

緣，DIP 管可直接連接 SSP 管接至表位，可成功消除管末端滯留段(如圖 10、11、12、13)，不會產生滯留水，沒有水污染問題，也就不須排水。

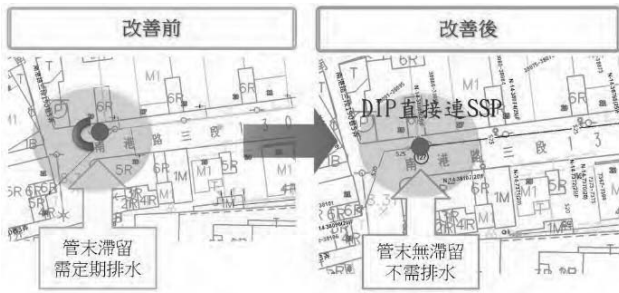


圖 10 改善前後示意圖

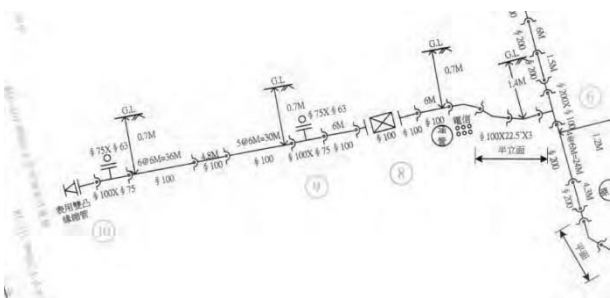


圖 11 管末端改善竣工管件圖



圖 12 管末端改善竣工平面圖



圖 13 管末端改善現場施工照片

四、執行效益

以往配水管之管末端須封管，封管處日久會蓄積水中微量雜質，再透過管末消防栓排水將雜質排出，過程會產生相關問題。

為一勞永逸從源頭解決問題，經分析檢討後，本案透過改善既有施工工法，利用現有材料作組裝，DIP 配水管可直接連接用戶 SSP 給水管，再連接至水表位，可成功消除以往留存之管末端，避免管末端累積雜質，提升用水品質並確保水質安全，同時可避免管末排水之水質源浪費，並可節省人力資源，執行效益說明如下：

- (一)從源頭改善管末端水質：管末端滯留管段是水污染的源頭，從源頭著手，一勞永逸。
- (二)由 DIP 管直接連接 SSP 管，管線保持持續流通狀態，可有效消除管末滯留管段，減少管內滯留並有效避免水污染。
- (三)改善供水管網系統水質弱點：本案改良方式，配水管末端不須封管→沒有管末端→沒有滯留水→生物膜增生狀況減緩→不會蓄積水中微量雜質、管垢及沉積物→水質餘氯合格，即可有效降低水污染機率。
- (四)本案可有效消除滯留管段，有效減少後續現場排水作業，產生效益如下：
 - 1.有效節省水資源：本案可有效消除管末滯留段，如將北水處轄區所有管末端進行改善，每年約可節省珍貴水資源約 3 萬 6 千噸。
 - 2.避免用戶觀感不佳：排水初期的水較混濁，可能造成用戶觀感不好，民眾可能產

生疑慮，影響企業形象。同時可避免用戶誤解浪費水資源。

3. 避免造成用戶不便：現場排水時，管末端消防栓常被汽（機）車壓住，移車又擾民，且排水須時 10~20 分鐘不等，用戶進出不方便常有抱怨。本案作法會將消防栓前移 5~15 公尺，消防栓不再位於巷弄最末端，可有效減少用戶不便。
4. 節省維護人力：分處技術人員須進行管末排水作業，排水耗費人力，一個排水點至少須 3 人共同作業才能完成，每月至少需安排 4 天以上作業時間，人力負荷吃重。後續排水作業減少後，有限人力即可做更有效之運用。
5. 本案利用北水處自有組件作組裝施工，執行可行性高。
6. 北水處管網體質健全，全流程水質管理，確保水質安全，媲美先進國家，水質符合飲用水標準，北水處近年推廣自來水直飲亦頗獲民眾好評，管網末端水質弱點改善，有助提升水處形象。

五、結語

北水處水質優良，各項水質檢驗結果均符合飲用水質標準，同時隨著各項管材的精進。本案主動分析探究管末排水成因並提出具體改善作為，每個水表都是管末端，重點在於只要讓水保持流通順暢，無滯留段即表示不會蓄積水中微量雜質，管壁生物膜增生會減緩，可有效提升水質，讓水保持新鮮。

本案具體改善作為將 DIP 配水管+SSP 給水管組件連結為連續段，配水管末端不須封管，管線保持持續流通狀態，可消除傳

統施工方式所產生之管末滯留管段，沒有管末端就代表不會有滯留段，水中微量雜質也就無處蓄積，供水保持流通，餘氯符合標準，可有效改善管網末端水質弱點問題，提升水質確保供水安全。

本案提出具體可行改善方式，實務驗證可從源頭成功改善管末端滯留水問題，改善管末端水質弱點，減少水汙染風險。本文對於管末滯留水排放問題具改善成效，可降低水質汙染機率、節省珍貴水資源、提升用品質、有助提升企業形象、減少用戶不便並可節省排水維護人力，相當具有推廣價值。

參考文獻

1. 臺北自來水事業處，111年經營績效報告
2. 游叡研、張本慶、黃欽稜、林永芳，臺北自來水事業處提案：口徑更換組件改良-從源頭改善管末端水質、有效減少水汙染，2015。
3. 臺北自來水事業處週間會議，供水管網改善及管理—第四階段計畫規劃報告，2019
4. 臺北自來水事業處，109年度水安全計畫推動委員會第2次會議資料。

作者簡介

游叡研先生

現職：臺北自來水事業處技術科股長

專長：管網改善、小區計量、高地供水



自來水採樣排水對重金屬含量之影響

文/李承龍、吳俊儀、鄭堡文、黃文惠

摘要

為瞭解自來水採樣排水對重金屬含量之影響，本研究以 3 處用戶端水龍頭為檢測點，採集不同排水時間樣品，檢測金屬元素，其中 1 處以一般合金水龍頭與不鏽鋼水龍頭作為對照組。

研究結果顯示，鋁、鉛在不經排水直接採樣情形下，有超過飲用水水質標準之風險。統計結果顯示，鎳、銅、鋅、鉛採樣前排水與不排水，所得結果有差異。鎳、銅、鉛排水 1~5 分鐘，所得結果無差異。不鏽鋼水龍頭與一般合金水龍頭所得結果有差異，一般合金水龍頭之鎳、銅、鋅、鉛高於不鏽鋼水龍頭。

建議檢測重金屬之自來水或飲用水樣品之採樣，採樣前必須打開水龍頭排水時間 1 至 5 分鐘，排出管線內滯留水，避免長時間滯留致管線或水龍頭材質金屬釋出，影響檢測數據之代表性。

關鍵字：排水時間、金屬

一、前言

環保署於 107 年修訂「飲用水水質採樣方法」，其中採樣方式為：

1. 自來水供水系統之水質採樣，採樣前必須打開水龍頭排出管線內之自來水餘水。
2. 飲用水之用戶端水龍頭水質採樣，以水龍頭最大流量，不經放流直接進行採樣。

為探討其中差異，本研究以 3 處用戶端

水龍頭為檢測點，採集排水時間 0 分鐘(即不放流)、1 分鐘、3 分鐘及 5 分鐘樣品，檢測金屬元素，共分析砷(As)、鉛(Pb)、硒(Se)、鉻(Cr)、鎘(Cd)、鋇(Ba)、銻(Sb)、鎳(Ni)、汞(Hg)、銀(Ag)、銅(Cu)、鋅(Zn)及鋁(Al)等 13 項金屬元素，其中砷、鉛、硒、鉻、鎘、鋇、銻、鎳及汞等 9 項，於我國飲用水水質標準管制項目屬於影響健康物質，銀屬於可能影響健康物質，銅、鋅及鋁等 3 項屬於影響適飲性物質，飲用水水質標準如表 1 所列。

表 1 重金屬項目飲用水水質標準

| 金屬元素 | 飲用水水質標準(mg/L) | 金屬元素 | 飲用水水質標準(mg/L) |
|------|---------------|------|---------------|
| 砷 | 0.01 | 鎳 | 0.07 |
| 鉛 | 0.01 | 汞 | 0.002 |
| 硒 | 0.01 | 銀 | 0.05 |
| 鉻 | 0.05 | 銅 | 1.0 |
| 鎘 | 0.005 | 鋅 | 5.0 |
| 鋇 | 2.0 | 鋁 | 0.2 |
| 銻 | 0.01 | | |

市場上常見的水龍頭材質有：不鏽鋼、全塑、銅鋅合金材料等類別，以銅鋅合金及不鏽鋼市占率最廣。銅鋅合金除了主要含銅元素和鋅元素以外，還含鐵、鋁、鉛、錫、錳、矽、鎳等微量元素，經過鑄造、拋光、電鍍後，使水龍頭看起來與不鏽鋼相同，但使用一段時間後，電鍍層剝落與水接觸時，金屬便會溶於水。不鏽鋼水龍頭由鐵、鉻、碳及眾多不同元素所組成的合金，不鏽鋼在鋼表面上形成一層緻密的氧化鉻保護膜，只