

公務出國報告（出國類別：考察）

## 日本東京「2024日本下水道展」

服務機關：臺中市政府水利局

姓名職稱：連昭榮總工程司

林漢昌科長

林豐雄科長

派赴國家：日本

出國期間：自113年7月29日至113年8月2日

報告日期：113年10月28日

## 摘要

2024 年 7 月 29 日至 8 月 1 日，於東京國際展示場舉辦「2024 日本下水道展」，為日本下水道相關領域及產業之年度重大盛會。共計有 351 家公司和組織參加，共展出 1195 個展位，涵蓋設計、測量、管道設備、土木工程與建設、污水處理和維護管理等領域。

本次參訪除參加下水道展外，也透過台灣下水道協會的關係與日本下水道協會交流污水下水道等相關議題，並參觀虹下水道館、荒川水循環中心、首都圈外郭放水路等知名工程現場。

惟有親臨現場才能體會如此宏大的工程成果是多少工程從業人員的心血結晶，未來這些經歷亦可轉換到工作崗位上遇到的課題，借鏡日本經驗以解決未來污水下水道及水資中心規畫設計及維運應注意的課題。

## 目錄

壹、 出國人員名單.....	3
貳、 目的.....	4
參、 過程.....	5
肆、 心得.....	42
伍、 建議.....	43

## 壹、出國人員名單

日本東京「2024 日本下水道展」出國人員名單如下表所示。

所屬單位	職稱	姓名
臺中市政府水利局	總工程司	連昭榮
臺中市政府水利局 污水設施科	科長	林漢昌
臺中市政府水利局 污水工程科	科長	林豐雄

## 貳、目的

2024 日本下水道展為日本下水道協會主辦的國際性展覽。公益社團法人日本下水道協會成立於 1964 年，也就是東京奧運舉辦那年，其宗旨是使下水道系統迅速普及和健康發展。此後，日本下水道協會開展了下水道系統研究，支持其會員地方政府的下水道項目，致力於促進下水道系統的快速普及和健康發展，為保護公共水體的水質做出了貢獻。

下水道展旨在應對全球城市化進程加速帶來的基礎設施需求。隨著現代都市對高效、可持續下水道系統的需求不斷增加，日本憑藉其在此領域的豐富經驗和先進技術，通過這次展覽展示其成就，並促進全球下水道行業的發展。

臺中市政府水利局（以下簡稱本局）目前正配合市長於民國 108 年宣誓之「污水用戶接管倍增計畫」，預計於 116 年達到全市接管戶數 35 萬戶的政策目標，本局對於污水下水道工程的推動及技術更新也努力不懈，持續提升建設及維運的經驗，派員至下水道展瞭解下水道相關領域之新穎技術，並與日本下水道協會交流。

## 參、過程

### 一、行程表

考察行程主要為參加下水道展、與日本下水道協會交流，並前往東京都虹下水道館、荒川水循環中心、首都圈外郭放水路等地進行觀摩，行程表如下表所示。

日期：113 年 7 月 29 日（星期一）~113 年 8 月 2 日（星期五）

地點：日本東京

天數	日期	星期	城市	參訪重點
1	7 月 29 日	周一	東京	考察東京市區
2	7 月 30 日	周二	東京	參加日本下水道展 2024 東京國際展示場及東京都虹下水道館
3	7 月 31 日	周三	東京	考察荒川水循環中心、首都圈外郭放水路
4	8 月 1 日	周四	東京	考察神奈川、山梨市區
5	8 月 2 日	周五	東京	考察東京市區

## 二、行程內容

### （一）日本下水道展

在日本，8 月 1 日被定為「水日」，是加深公眾對健康水迴圈重要性的理解和興趣的日子。

日本下水道展覽會是日本下水道領域最大的展會，2024 年是其成立 36 周年，以全國下水道相關公司與組織的日常技術開發成果為基礎，以地方政府和全國下水道專案管理者組織為物件，展示和介紹與下水道相關的廣泛領域的最新技術、設備和服務。本次由日本污水處理協會為會展召集人，國土交通省、環境省、總務省、經濟產業省、文部科學省、知事協會、全國市長協會、全國鄉鎮協會、東京都下水道廳、日本下水道技術廳、日本下水道技術廳、日本經濟新聞社等 60 個相關組織亦為本次會展之贊助商。

今年舉辦日期由 2024 年 7 月 30 日至 8 月 2 日共計 4 天，於東京 Big Sight East Exhibition Hall 作為展覽場地，共計有 351 家公司和組織參加，共展出 1195 個展位，涵蓋“設計與測量區”、“管道設備區”、“建築（土木工程與建設）區”、“污水處理（機械和電氣）區”和“維護和管理區”等廣泛領域。



圖1 台灣下水道協會2024東京下水道展參訪團成員合照



圖2 臺中市政府水利局同仁參訪下水道展合照

本次東京下水道展的展出重點，為日本污水處理業務面臨著許多挑戰，例如應對因設施老化而導致的翻新、為頻繁的暴雨做準備的洪水對策、由於人口減少而導致的下水道使用費收入減少，以及由於人員短缺而削弱管理系統。為了解決這些問題，除了政府自己的舉措外，還需要通過與私營企業合作，與私營企業合作，戰略性地推進專案。本次展覽介紹了解決這些問題的廣泛最新技術和舉措。

因展區廣大、參與展出的單位眾多，有些值得參考的成熟技術及還在開發但未來可期的新技術，整理如下：

## 1、SPR-SE 工法

SPR-SE 工法為日本 SPR 工法協會推廣的管道修復方法。SPR-SE 施工方法透過將鋼構件加強的硬質氯乙烯帶（型材）螺旋式安裝到現有管道中來製造修復管道。接下來是修復方法，透過用填充材料填充現有管道和修復後的管道之間間隙來建立自立式管道。SPR-SE 法的特點有①可以在流水時施工的獨立式管道，製管過程中的環境為水位小於管徑的 30%，流速小於 1.0m/s；②與所有類型的管道相容，包括鋼筋混凝土管、陶瓷管、強化塑膠複合管、波紋管等；③可以建造大直徑管道，適用管徑公稱直徑 450-1,650mm；④製管過程中無需支撐防止變形，只需進行反鋪面工作即可。

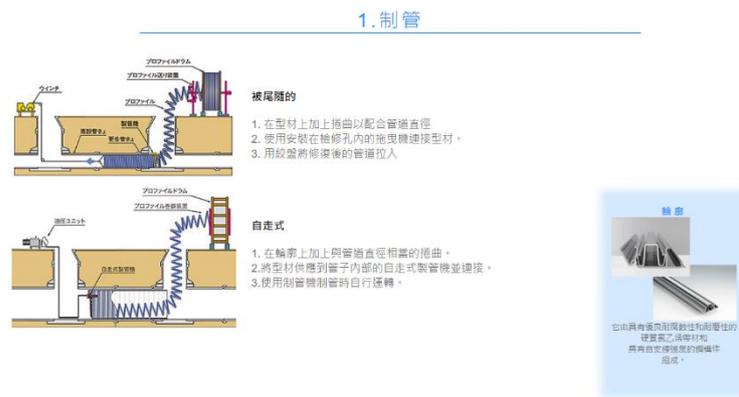


圖3 SPR-RE 工法說明



圖4 SPR-RE 工法案例介紹



圖5 SPR-RE 工法設備展示

## SPR工法

円形管
非円形管

複合管
複合管

老朽管の内側を  
スパイラル状に包んで再生！



適用既設管径  
 元形式：円形250～900mm  
 自走式：円形300～1750mm 非円形300～800mm



S

PR工法は既設管内に塩ビ製プロファイルの更生管を築造。  
既設管・更生管・裏込め材が一体化した強固な複合管として再生させます。

強固な複合管として更生

更生管は、裏込め材がリブの間に食い込む独自の構造でアンカー効果を発揮し、更生管・裏込め材・既設管が一体化した強度のある複合管として再生されます。

複合管

既設管

裏込め材

プロファイル

円形のほか、どんな断面でも対応！



プロファイル  
既設管(自走式)

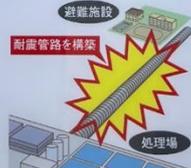


プロファイル  
既設管(自走式)

自走式なら長距離施工・  
曲線施工にも対応



管路施設の耐震化が可能



避震施設  
耐震管路を構築  
処理場

下水供用中でも施工可能



日本SPR工法協会

圖6 SPR 工法亦適用於非圓型管的介紹



圖7 SPR-RE 工法現場示範製管操作

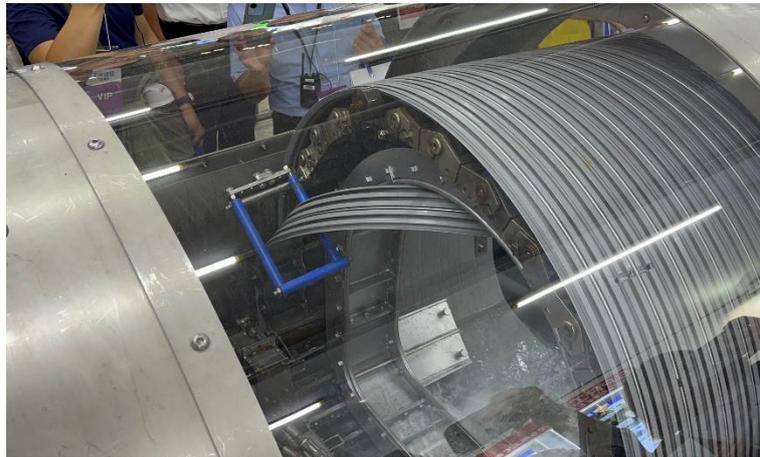


圖8 SPR-RE 工法現場示範製管操作

## 2、新形鑄鐵人孔蓋

虹技株式會社（KOGI C&E GROUP）為日本知名金屬鑄造公司，持續在下水道人孔蓋開發上投入心力。在此次下水道展上展示下一代高品質地面沙井（人孔），標榜可以使用 30 年以上、施工時間可以縮短 50%、災害發生時可以減輕損害、CO<sub>2</sub> 排出量可以削減 50% 以上。台灣現有人孔蓋品質可以藉些提升以向日本看齊。

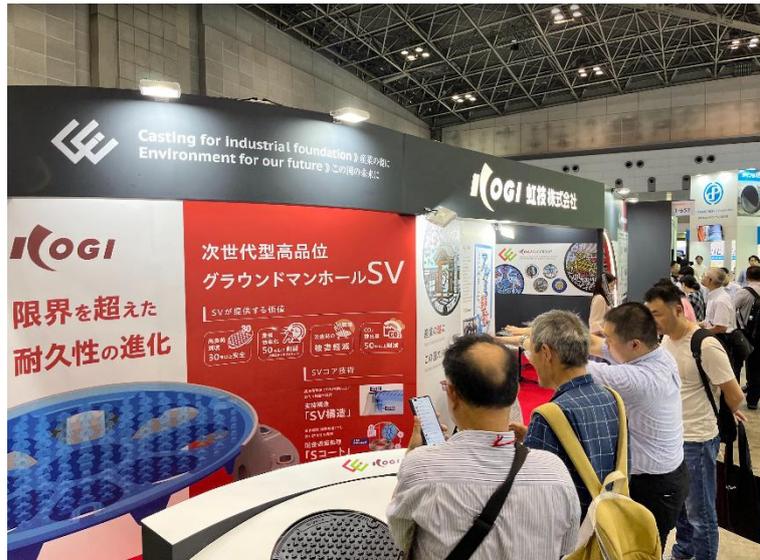


圖9 虹技株式會社展示下一代高品質地面沙井

### 3、活用小型無人機提高污泥焚燒爐檢查成效

東京都政府使用尺寸大約一張 A4 紙張大小的小型無人機，取代身穿粉塵防護服的檢查員。傳統污泥焚燒爐在停機歲修時，檢查員要進入焚燒爐站在底部，以目視方式檢查爐內壁的附著物、壁體等情況，以手紙記錄，並爬上 20 公尺的爐高，逐層檢查，檢查效率及檢查人員風險都非理想情況。東京都政府開發出安裝高解析度攝影機的小型無人機，檢查員可以安全的待在焚燒爐外，操作無人機進入爐內，以遙控方式操控無人機將爐內狀況拍攝，攝影得到的高解析度照片，透過軟體建模空間化，得到爐內壁的附著物、壁體的檢查結果。



圖10 小型無人機尺寸精巧

### ドローンを活用した汚泥焼却炉内点検のDX

ドローンで撮影した映像を活用し、老朽化するインフラの点検・調査の効率化に貢献

●これまでの焼却炉内点検方法

【汚泥焼却炉設備全景】

※焼却炉の炉底から目視点検  
点検報告書を手書き製図  
必要に応じて足場設置

【焼却炉内部の点検】

※高所点検時には足場を設置

【点検員の状態】

※粉塵防護服着用後

●ドローンを活用した焼却炉内点検方法

【ドローン操縦者の様子】

※モニターに表示された映像を見ながら  
炉外からドローンを遠隔操作

【ドローン点検】

※モニターに表示された映像を見ながら  
炉外からドローンを遠隔操作

【ドローン機体】

※機体カメラで撮影した  
リアルタイム映像を炉外  
のモニターへ伝送

【ドローンで撮影した映像から立体モデルを製図】

※PC画面上に表示された焼却炉の立体モデルを  
拡大/縮小/輪切りなど様々な操作が可能

※ひび割れの長さを計測  
任意の点を指定し、長さを計測  
画面は、0.630738mを表示

点検している様子は  
ブース内の動画  
で見られるよ!

圖11 傳統人員進入檢查與無人機檢查的比較

#### 4、具城市代表性的人孔蓋

相模原市位於日本神奈川縣北部的城市，為神奈川縣內僅次於

橫濱市和川崎市的人口第三大城市。2007年3月11日合併2町後人口超過70萬。2010年4月1日成為政令指定都市，是日本第19個、以及神奈川縣第3個政令指定都市。下轄綠區、中央區、南區等3區。透過鐵路約40分鐘可到達東京、橫濱市中心。

相模原市的現場攤位除了介紹該城市的污水處理流程說明外，現場也擺設具城市的彩繪人孔蓋，並提供現場拓印在紀念紙上來吸引民眾參觀。



圖12 相模原市的攤位持續吸引民眾



圖13 相模原市攤位工作人員吸引民眾參加拓印小遊戲



圖14 連總工程司完成人孔蓋拓印

小平市位於東京都多摩地區的日本城市。位在小平市立中央公園南方的小平市交流體驗下水道館是一座特別的博物館，在平成 2

年（1990）為紀念小平市的公共污水下水道接管率達到 100%而建造的設施。以影像系統及看板深入淺出地介紹下水道的機構及功能，以及從江戶時代至今的歷史。最具特色的是位於地下 5 樓的「交流體驗室」，可以直接進入地下 25 公尺的下水道管路中。可以進入使用中的下水道即使在日本國內也非常稀有，可以聞到臭味並用自己的眼睛確認廢水的顏色。

除此之外，還可以用大型顯示器觀察淨化污水的微生物，或是看到從前在井裡實際使用過的工具及照片，對小朋友來說也有很多設施可以讓他們輕鬆地學習與下水道相關的事物。另外，還有連環畫般的顯示器展示區，展示著從江戶時代至今的下水道歷史。同時每個月也會舉辦 1 次以小學生為對象的免費講座。

小平市現場攤位展示其下水道館的吉祥物，並提供館內的小遊戲及展示海報讓民眾更加瞭解下水道的功用。

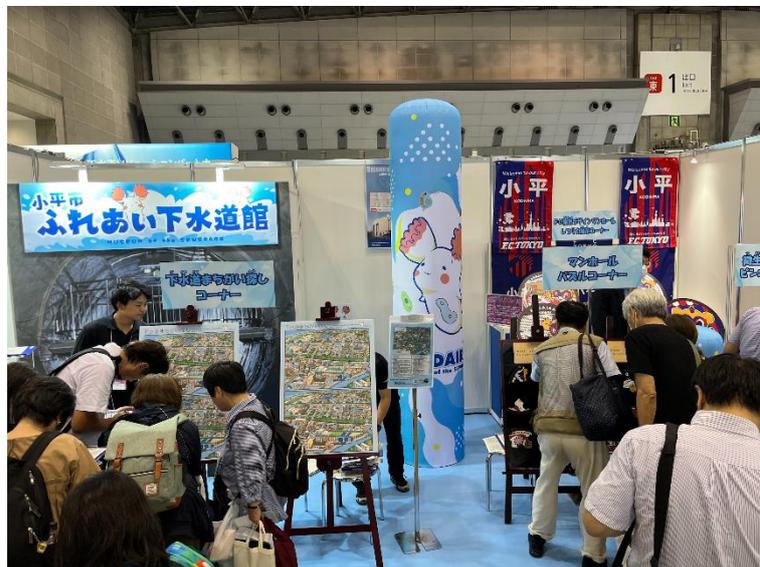


圖15 小平市的攤位持續吸引民眾



圖16 小平市攤位擺放下水道探險海報

## (二) 與日本下水道協會交流

本次交流由日本下水道協會會長大西一史（Kazushi Onishi）與台灣下水道協會會長江黎明理事長共同主持的座談會，會前收集了本團成員提出的問題，並由日本下水道協會先預擬答案，並於座談會上透過翻譯彼此交流，問題及日方回答整理如下：

1、Q1：污水下水道工程多以推進工法進行施工，針對「推進施工」相關機具操作人員，貴國是否有辦理相關技能檢定，具體作法為何？另不同廠牌之機具操作方式各異，應如何實施技能檢定測驗？

A1：該檢定由日本振興技術協會負責。日本推進技術協會自

1992 年起開始舉辦推進建造工程師考試，目的是對推進方法相關的技術和技能進行公正的考試和認證，以改進和正確傳播推進方法。通過者將被授予「推廣建造師」資格。

2、Q2：下水道建設及營運管理均需龐大財源，貴國如何籌措相關經費？另針對下水道用戶收取下水道使用費，貴國目前收取額度或費率計算方式為何？

A2：依照污水民間出資、雨水政府出資的原則，建設費用由國家補貼、債券負擔。在營運管理成本中，污水相關費用透過使用費回收，雨水費用由公共資金支付。

3、Q3：因應 2050 淨零碳排趨勢，對於下水道工程或建設面之減碳作為，是否有相關建議？因應氣候變遷，近年常有暴雨發生，我國目前朝建築物開發應設置設施(流出抑制設施)，規範其於暴雨期間，應有貯集滯洪以及限制排放至雨水下水道之最大排放量等功能，貴國針對本項措施是否有相關建議或具體作法可供參考？

A3：政府制定的中長期目標是“到 2050 年將溫室氣體排放總量降至零，換句話說，目標是到 2050 年實現碳中和、脫碳社會。”具體來說，2030 年的目標是比 2013 年減少 46%。因此，2030 年溫室氣體排放量將比 2013 年減少（以二氧化碳計）。我們需要減少 208 萬噸。其中，透過推進節能減排約 60 萬噸，透過改良焚燒方式減排約 78 萬噸，透過污泥能源化約減排 70 萬噸。自 1980 年代以來，制定了綜合防洪規劃，並推廣了流域措施。在連接東京和神奈川的鶴見河上採取的措施是著名的，內庫容約 300 萬立方米。

4、Q4：人工智慧（AI）為近年來的熱門話題，請問日本在污水

處理廠上利用 AI 進行智慧管理的看法或實際經驗。

A4：為了將人工智慧引入污水處理廠運營，作為污水 DX 的一部分，國土交通省正在進行創新污水處理技術示範計畫（B-DASH）。此外，一些地方政府和其他組織正在與企業合作開設展示範研究，將人工智慧應用於污水處理廠的運作和營運。取得人工智慧引入和操作所需的營運資料（創建一個環境以消除供應商鎖定\*）是一個問題。為此，政府成立了審查委員會，以“獲取人工智能引入和運營所需的運營數據（改善環境以消除供應商鎖定\*）”、“確保可靠性”、“確保透明度”、“技術方面”從「促進人工智慧的發展和引入」的角度，對「如何改善污水處理廠引入人工智慧的環境」提出了建議。

5、Q5：東京是全球最進步的城市之一，有很多是我們可以學習的地方，想了解目前污水接管的情形，希望可以從中獲得寶貴的經驗，請問目前污水接管率是多少？管線總長多少公里？一年編列多少維護經費？編列金額是怎麼計算？在維護管理上有沒有遇到最難或需可服的問題？

A5：詳情請洽東京都下水道局。把我在網路上找到的資料也列出來，供參考。滲透率 100%，管道長度 16,197km，  
[https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/about/pdf/jg05\\_chapter02.pdf](https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/about/pdf/jg05_chapter02.pdf)

年維護費用：1406 億日元

<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/about/e3/finance/04gaiyou/03/index.html>

主要議題：重建（抗老化對策）、洪水對策、地震災害對策、合流下水道系統改善、能源/全球暖化對策

<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/about/e4/keiei-kankyoku/kei-kan2023/index.html>

以東京府的暴雨對策基本方針為基礎，以應對全年降雨量每小時 50 毫米的基本方針為基礎，重點關注 57 個洪水高危險地區，透過早期設施開發來減少洪水災害。其中，15 個地區，包括受災嚴重的地區，水災速度達到每小時 75 毫米，洪災損失正在下降。

<https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyoku/river/kankyoku/ryuiki/08/sh3/sh3-2.html>

6、Q6：下水污泥燃料化可帶來額外效益，然而國內亦有人關注其能耗問題，適逢淨零碳排之潮流，請問日本是否曾評估污泥燃料化產品的碳足跡，或替代化石燃料所產生的減碳效益，或方法學的建置等，並相關技術是否有納入日本的淨零碳排策略之中？

A6：生產污泥燃料所需的能量也被考慮在內。日本下水道系統的研究顯示，以消化氣等清潔能源作為熱源，化石燃料的使用受到限制。

<https://www.jiwet.or.jp/quarterly/n009/pdf/n009-003.pdf>

7、Q7：日本已有自污水及污泥中回收磷的實績案例，請問日方是否曾評估過其推動效益，可供台灣參考；又如磷回收、快速發酵或生物處理等技術產品中可能有微量重金屬、環境賀

爾蒙等，目前台灣農業單位對此規定較為嚴格，請問日方是如何進行此類再利用方式的推廣？

A7：人們不僅對磷肥的安全性提出了質疑，而且對污泥肥料的安全性也提出了質疑。政府進行了廣泛的研究以提高其安全性。

[https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13\\_hh\\_000567.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000567.html)

<https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewage/content/001739748.pdf>

8、Q8：目前各界逐漸關注全氟化物（PFAS）問題，文獻曾指出污水廠為其排放源，請問日本污水廠放流水及污泥中 PFAS 留布情形為何？又是如何在技術面或政策面進行管理？

A8：關於 PFAS，尚未採取實際水準的因應措施和對策。上個月，國家食品安全委員會提出了製定 PFAS 標準的想法（TDI：PFOS：20ng/kg，PFOA：20ng/kg）。

[https://www.fsc.go.jp/osirase/pfas\\_health\\_assessment.html](https://www.fsc.go.jp/osirase/pfas_health_assessment.html) 目前，水質標準的發展正在討論中。據稱，PFOS 和 PFOA 合計的標準將為 50ng/l。

<https://www.env.go.jp/content/000238678.pdf> 預計此後將制定水質和土壤環境標準，預計這也會對污水處理計畫產生影響。

9、Q9：隨淨零碳排潮流的進展，厭氧處理的技術逐漸盛行，請問目前日本是否曾評估完全採用厭氧處理技術之污水處理廠，或有實廠案例可供台灣借鑑？

A9：不幸的是，公共下水道的情況並非如此。工廠廢水處理的實施正在取得進展。範例：

<https://www.jiwet.or.jp/quarterly/n008/pdf/n008-010.pdf>

基於這個想法，目前正在討論制定自來水品質標準。

PFOS/PFOA 的標準預計為 50ng/l。

隨後，水質和土壤環境標準將被制定，預計將對污水處理項目產生影響。關於污水處理系統對策的討論尚未開始。

10、Q10：聽聞日本曾針對污水處理廠設備，如散氣盤等建立測試場域，請問目前運作情形及相關體制，是否可供台灣借鑑學習？

A10：在日本下水道局的設施中，我們正在對包括空氣擴散器在內的各種新技術進行開發評估。

[https://www.jswa.go.jp/company/shuupan/js\\_dayori/pdf/js-195.pdf](https://www.jswa.go.jp/company/shuupan/js_dayori/pdf/js-195.pdf)

11、Q11：台灣常見的污水廠操作營運模式，多是由中央或地方政府委辦給代操作廠商，在一定契約時間內依約操作，想請問日本是否有不同的操作營運模式可以供台灣借鑑學習？

A11：在日本，地方政府（都道府縣、市町村）將執行工作外包給民間企業的案例很多。鑑於人口下降，政府大力鼓勵實施特許權，以簡化污水處理系統的管理和運作。與台灣相比，日本的地方政府數量較多，效率較低。

[https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo\\_sewerage\\_tk\\_000585.html](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000585.html)

12、Q12：請問日本國內用戶接管推動之現況，如接管比例、用戶排水設備制定及使用費收取概況，供我國下水道相關法規修正之參考。

A12：據我了解，你提問的目的是建築物與公共下水道的連結義務以及下水道使用費的設立。在日本，有一項法律規定，一旦公共下水道系統投入使用，必須在三年內連接到它。下水道法第 10 條。在收費方面，國家指導地方政府依照廢水自付費用、雨水公付費的原則適當設定收費標準。

[https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd\\_sewerage\\_tk\\_000140.html](https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000140.html) 大約 85% 的地方政府制定了適當的費用。

13、Q13：據悉日本下水道法中已有針對公共下水道處理設施所產生的污泥，規範應辦理脫水或相關再利用，請問相關經費來源是收取下水道使用費嗎？

A13：這是正確的。

14、Q14：據悉日本針對公共污水下水道系統，就易淹水區域，授權給易淹水區域的主管機關可遵循政令訂定防洪貯存等設施基準，那是否中央機關有先頒布一全國統一標準或行政指導，或是就各地方因地制宜？

A14：2007 年，國家會議並沒有下達命令，而是決定，雖然以前防止下水道洪水的目標是採取 1/5 至 1/10 的降雨量措施，但決定今後要採取的措施還將考慮針對有記錄以來的最大降雨量，提交報告。因此，各地方政府已開始審查並實施對策（硬性和軟性）。



圖17 日本下水道協會理事長致詞



圖18 台日下水道協會雙方代表合影

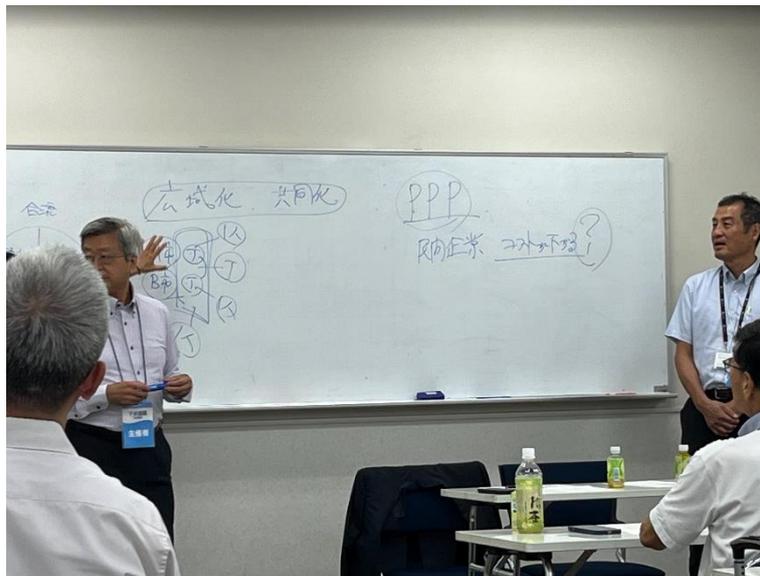


圖19 大西一史會長回應台方提問

### (三) 東京都虹下水道館

虹下水道館位於有明水再生中心內，全館面積約 964 平方公尺，館內裝修與展示設施約花費 5 億日圓完成，下水道館主要目的在拉近一般民眾與下水處理工作之距離，期望結合較進步之污水處理技術，提供民眾一處可了解污水下水道系統之教育展示場域，同時藉由定期或不定期舉辦教育宣導活動，透過實體展示、遊戲與工作教室等方式，讓民眾體會污水下水道系統之重要性，目前每年於 7 月、8 月、10 月、12 月與 3 月舉辦五次定期活動。



圖20 虹下水道館為外觀鮮明醒目的建築物



圖21 虹下水道館展區入口為互動式影像小遊戲

虹下水道館內有數個展區。其中引人注意的有供小學生教育宣導的污水處理流程介紹，以彩球移動到不同位置來說明自來水使用及成為污水流進污水管，再以揚水站送到水資中心處理變乾淨後排放至河川，引導小學生初步認識水處理的相關知識，輕鬆又具可玩性。



圖22 兒童水處理體驗遊戲區全景



圖23 體驗遊戲從爬梯上的水庫開始



圖24 體驗遊戲過程標示

另一個展區為樣品屋，但是在管線經過的地方以透明壓克力板覆蓋，讓參觀者可以清楚看到上水（自來水）及下水（污水）管線的佈設位置及在生活中的重要性。

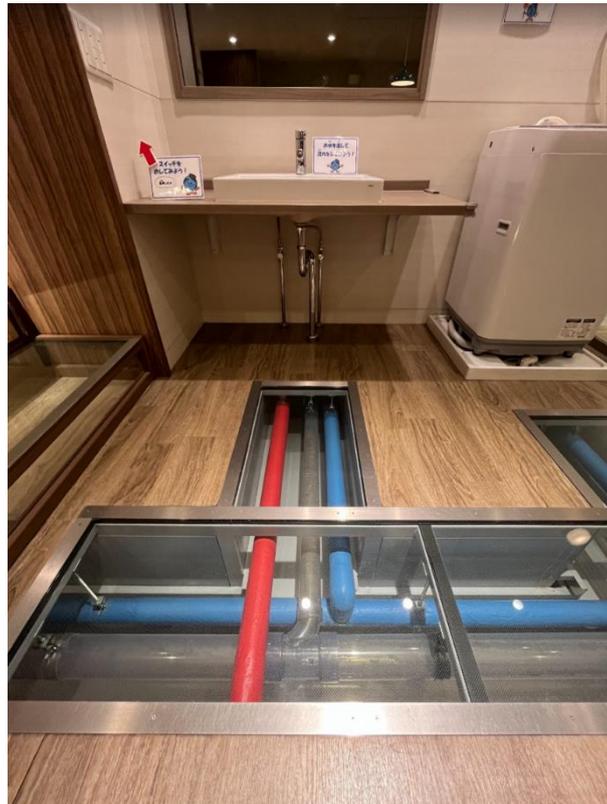


圖25 洗手檯的熱水（紅）冷水（藍）污水（透明管）



圖26 浴室的熱水（紅）冷水（藍）污水（透明管）



圖27 馬桶的冷水（藍）污水（透明管）



圖28 家戶到公共管線的展示區

東京的下水道孔蓋都有一組數字，在虹下水道館內也有說明。原來上面的 4 組數字，左 3 個代表的是這個人孔蓋的編號，最右側的數字則是這處人孔管線的布設年度，除了讓相關人員透過編號查詢到孔蓋的確切位置，也可以知道這處管線的使用年限。



圖29 人孔蓋的編號各自有代表的意義



圖30 人孔蓋形狀及編號的小知識

現場也有擺設家庭、污水廠及水再生中心的示意模型，方便解說給小學生。



圖31 家庭污水接入下水道的模型



圖32 下水道管線及污水廠的模型



圖33 水再生過程的模型

#### (四) 荒川水循環中心

日本埼玉縣境內污水分為四大分區，分別為荒川左岸南部下水道、荒川右岸下水道、荒川左岸北部下水道、中川下水道，各設有事務所進行管理。此次參訪到荒川左岸南部下水道的荒川水循環中心，該水循環中心為荒川左岸南部流域下水道系統的最終處理站，處理範圍是以位於荒川河左岸、荒川縣中南部的埼玉市、川口市、上尾市、蕨市、戶田市 5 個城市為對象的下水道系統。依據官方網站所提到荒川左岸南部污水處理計畫的歷史，計畫始於 1967 年開始

建設，1972 年開始收水營運，運營時間已超過 50 年。

當日由荒川水循環中心主任解說荒川左岸南部下水道的影片及參觀操作室及水循環中心場內之主要設施，諸如：沉砂池、揚水站、最初沉澱池、反應槽、最終沉澱池、消毒槽等。



圖34 荒川水循環中心門口



圖35 埼玉縣境內各行政區的特色人孔蓋



圖36 埼玉縣流域下水道孔蓋模型



圖37 埼玉縣流域下水道孔蓋分布區域



圖38 中心主任在翻譯協助下說明污水處理



圖39 荒川水循環中心的中央管理室



圖40 荒川水循環中心的沉砂池解說



圖41 因合流制而設計之大型抽水機組



圖42 清楚且具高辨識度的注意危害標示



圖43 清楚的管線性質標示及乾淨的環境代表廠內管理確實



圖44 荒川水循環中心廠區環境維護良好



圖45 初沉池上方以綠屋頂方式增加綠覆率



圖46 反應槽上加蓋可阻擋陽光避免微生物過量生長



圖47 主任解說反應槽在日本冬季的因應方式

該污水下水道系統發展至今超過 50 年，從 1972 年荒川污水處理中心開始營運（1 線污水處理）、逐漸擴展 1976 年完成 2 線污水處理、1981 年 3 線污水處理開始、1984 年 4 線污水處理開始、1991 年 6 線污水處理啟動、2005 年 8 線污水處理開始（高級處理）、2006 年處理廠名稱變更為荒川污水處理中心、2008 年 透過污泥焚燒爐的運作調整獲得節能獎、2010 年設立埼玉縣下水道局、2014 年啟動 8 條線污水處理（深度處理）、2018 年該污水處理中心開放「上部公園」（3.2 公頃）。佔地約 30 公頃（相當於 6 個東京巨蛋的大小），其污水處理量達約 95 萬 CMD，目前實際污水量約 85 萬 CMD(採用合流制)。服務人口約 200 萬人。處理廠進水、出水水質如下：2020 年，平均水質為進水 BOD 為 140，排放 BOD 為 3.1，去除率 97.78%、進水 SS（懸浮固體）為 110，排放 SS 為 3.8，去除率 96.54%。

## 荒川左岸南流域污水處理工程總體規劃及現狀

	總體計劃（2020財年）	2020年底
治療區域	21,038公頃	17,998公頃
加工人口	1,737,930 人	1,966,153 人
污水量（晴天最大）	882,740 立方米/天	855,960立方公尺/天
管道設施擴建	99公里	96公里
中繼抽水站	7 個地點	7 個地點
最終處理廠 （處理能力）	荒川水循環中心	
	8系列	
	882,800立方公尺/天	955,800立方米/天
埼玉新都 心再生水利用設施	處理能力8000立方米/天	4,000立方米/天
	卸料幹線 4,830m	4,830m
相關城市	埼玉市、川口市、上尾市、蕨市、戶田市（5 市）	

表1 荒川左岸南流域污水處理工程總體規劃及現狀

下水道普及狀況（截至2021年3月31日）

	城市名稱	行政面積（公頃）	行政人口（人）	處理面積（公頃）	加工人口（人）	滲透率(%)
荒川南左岸 盆地相關	埼玉市	12,590.8	1,172,719	10,728.2	1,136,435	96.9%
	川口市	4,166.0	464,245	3,160.0	432,560	93.2%
	上尾市	4,555.0	229,729	2,390.5	192,048	83.6%
	蕨市	510.0	75,841	479.5	73,111	96.4%
	戶田市	1,817.0	140,952	1,240.0	131,999	93.6%
	全部的	23,638.8	2,083,486	17,998.2	1,966,153	94.4%

埼玉市和川口市不包括中川河流域。埼玉市不包括獨立的公共設施。

\*人口比率 = 已處理人口 ÷ 行政人口

表2 荒川水循環中心集污區之下水道

現場走訪荒川水循環中心，與國內的污水廠相比很難相信這是一個自 1972 年就開始營運的污水處理廠，廠區內沒有雜物堆放、不明積水、建物設備維護狀態不佳等國內污水廠常見的情況，或許是因為收取使用費而有足夠經費可以支持設備更新，但日本專業人士對其工作的用心更值得國人效法。

### （五）首都圈外郭放水路

位於埼玉縣春日部市的首都圈外郭放水路，為享譽世界的重大防洪水利設施，在江戶川與中川之間興建一條地下放水路，包含  $\phi$  10.00m，長 6.3km 的隧道，在地面下 50m 左右，中間有 5 座豎井，將大落古利根川、幸松井、倉松井、中川、第 18 號水路等之地面水，暫時蓄存於滯洪池裡，俟江戶川低水位時抽排入江戶川，減輕流下至東京都的水患。

隧道的尾端，即第一豎井銜接地下滯洪池，即所謂的地下神殿。地下滯洪池長 177m×寬 78m×高 18m，因在地下 80m 處，池內有 59 支 RC 大柱（L7m×W2m×H18m），總貯水量約 670,000m<sup>3</sup>。滯洪池出口是抽

水站，將水抽入江戶川，設計出流量 200CMS，四台超大型抽水機，每台負擔 50CMS，設計揚程 14m，排水機制是將中川至江戶川的地面水截流入地下滯洪池，俟江戶川的水位消退時，再抽入江戶川，流入東京灣，以減輕埼玉縣至東京都的水患。該工程從 1993 年開工，至 2006 年竣工，歷時 13 年，建造費用 2,300 億日元，折合台幣約 650 億元。全部是地下結構物，工程艱鉅，工程費用龐大。



圖48 首都圏外郭放水路管理支所の「龍Q館」告示牌



圖49 每日申請地下宮殿導覽的遊客眾多



圖50 本次參訪團於地下宮殿合照



圖51 滯洪池上部草地的外郭放水路功能說明



圖52 管理中心亦為四台超大型抽水機所在

## 肆、心得

參加 2024 年東京下水道展讓我們深刻體會到下水道領域在技術創新上的巨大變化。展覽上各家參展商展示了許多先進的技術和設備，這些技術不僅提升了工作效率，也改善了下水道系統的運行安全性。特別是日本在智能監控系統和環境保護方面的創新，為我們提供了很多寶貴的學習經驗。

工程的全生命週期中，曾有美國學者指出維持設施持續運作到壽限為止大約需要建設經費的 60%。參加日本下水道展，除了見識到日本在下水道領域的技術開發與創新能力，也看到了日本在面對下水道管線及設施的老化上提出有效的改善對策，以讓都市污水能以較少的經費來持續處理。台中市境內的水資中心中，福田、石岡、台中港、梨山、環山皆已運作超過 20 年，廠內設備已有更新改善的必要，而送水至水資中心的揚水站及管線也有些已因淤積阻塞出現部分功能下降的情況，極需借鏡日本的處理手段。

教育向下紮根可以培養深具環境意識的公民，在參觀完虹下水道館準備離開的時候，見到有一群年紀約幼稚園的小孩們，在老師的領導下進入虹下水道館，經詢問導遊表示，在日本的寒暑假，各個環境教育場所都會有大批的學童前來參訪，日本的教育就是會讓每個人都能知道環境保護的重要，而政府也都會提供優良的教育場所給來使用的國民，這值得台灣效法。

## 伍、建議

日本下水道展為一個年度性舉辦的展覽，它提供了一個跨地區的交流平台，讓來自不同國家的專家和企業能夠分享經驗和技術。這種國際間的合作和交流，促進了下水道技術的全球進步，同時也與東道主的日本下水道協會交流，使我們了解到不同國家在面對相似挑戰時的解決方案。此類的國際合作不但能擴大經驗縱深，也能借鏡別人走過的路來減少解決問題時的錯誤決策。為了台中市未來下水道建設及從業人員成長，建議可定期編列經費派員赴日交流。

台灣已與日本同屬高齡化社會及低生育率國家，終有一天要面對基礎設施處理污水時，設施操作量日益降低原設備功能過剩的情況。日本下水道協會在交流時也提到他們對此還沒有確切的解決手段，因人口逐漸減少造成設備閒置、下水道使用費收取額度不足以滿足設備維運的經費問題。國家發展委員會近日提出台灣 2070 年可能人口僅剩 1500 萬人的示警，值得污水相關領域人員的重視。

日本多家廠商在推進下水道建設和技術改造的同時，也非常重視環境保護和可持續發展。借鑒日本在減碳和污泥再利用方面的做法，尋找適合台灣的環保技術和措施。