

出國報告（出國類別：考察）

112年度

考察日本北海道流域治理
及區域性計畫污泥處理案例

服務機關：內政部營建署

姓名職稱：

郭學文 內政部營建署下水道工程處課長

楊書豪 內政部營建署下水道工程處幫工程司

派赴國家：日本(北海道札幌市)

出國期間：112年7月31日至8月4日

報告日期：112年10月25日

摘要

本次考察行程自 112 年 7 月 31 日至 8 月 4 日，共計 5 日，此行除前往日本北海道札幌下水道展參訪，及拜會日本北海道札幌下水道河川局及日本下水道協會外，另安排參觀豐平川水處理中心，除瞭解日本北海道地區下水道建設及營運情形，也吸收相關技術與經驗。

日本下水道展為日本下水道業界每年舉辦之大型國際展覽，近年來分別於東京、名古屋、神戶、大阪、北九州等地區輪流辦理，2023 年日本下水道展於 112 年 8 月 1 日至 8 月 4 日假北海道札幌巨蛋舉辦，爰本署規劃參訪日本下水道展覽，藉以吸取相關污水處理、管線建設與修繕之技術、污泥處理以及下水道資訊化管理相關經驗，本次亦拜會日本北海道札幌下水道河川局及日本下水道協會進行深度交流，以作為我國發展區域性下水道計畫之參考，並對於本署未來研擬下水道政策、污水下水道建設計畫與都市總合治水建設計畫有所助益，更可藉以提升我國下水道工程建設品質及污水處理與都市治水之技術。

札幌市內有 10 座處理廠，但分為 3 區進行管理，分別為新川、創成川、豐平川水處理區，並由水處理中心負責管理。豐平川水處理中心除了管理豐平川水再生廣場外，還管理厚別、定山溪和東部三個水再生廣場。水處理中心負責管理水質管理的設施，水再生廣場負責這些設施運轉、監視及維修等工作；豐平川處理區採用的污水處理方式有 2 種：北部採合流式、南部採分流式，另外由於札幌氣候寒冷、多雪，因此處理設施均設有屋頂。本次藉由豐平川水處理中心及水再生廣場參訪，可更瞭解日本下水處理方式、水處理中心及水再生廣場之運作模式，可作為我國後續污水處理廠營運管理模式之借鏡。

目次

頁碼

壹、	考察目的	1
貳、	考察行程	2
參、	考察過程	4
肆、	心得及建議	42

圖目錄

圖 1 考察行程區域示意圖.....	3
圖 2 本次展覽標誌	4
圖 3 本次展覽攤位介紹.....	5
圖 4 日本下水道展現場參訪照片	7
圖 5 日本北海道總人口及下水道普及率成長圖.....	7
圖 6 豐平川的水質改善歷程.....	8
圖 7 豐平川鮭魚回歸數量歷程	8
圖 8 日本下水能資源再利用方式	10
圖 9 日本下水道資源運用在培育農作物	10
圖 10 日本各地下水道處理人口普及率	11
圖 11 污水處理廠微生物種類觀察	13
圖 12 採用 AR 模擬大雨淹水期間的步行體驗	14
圖 13 北海道地方政府人孔卡片設計	14
圖 14 札幌市內雪未來形象人孔蓋	15
圖 15 日本 SPR 工法協會攤位.....	15
圖 16 SPR 工法及 SPR-SE 工法展示	16
圖 17 SPR-SE 擴展型工法展示(積水化學工業株式會社).....	16
圖 18 長島鑄物株式會社彩繪孔蓋展示	17

圖 19 三等分割管片技術具有高穩定性及耐久性.....	18
圖 20 泥土壓式 MINI SHIELD 掘進機展示.....	18
圖 21 傳統潛盾工法與 MINI SHIELD 工法隧道斷面比較.....	18
圖 22 MINI SHIELD 工法施工概念圖(泥土壓式).....	19
圖 23 下水道革新的技術實證事業簡介.....	19
圖 24 下水道革新的技術實證事業一覽表.....	20
圖 25 神岡環境懸浮液株式會社取得下水道革新的技術實證事業.....	20
圖 26 日水コン公司實作照片.....	21
圖 27 預鑄型極小規模處理設施與傳統工法成本差異.....	23
圖 28 預鑄型極小規模處理設施與傳統工法施工期差異.....	23
圖 29 污水處理設施快速工程於日本實驗分布情形.....	24
圖 30 「預鑄型極小規模處理設施」適用之地形與環境.....	25
圖 31 「預鑄型極小規模處理設施」於既有老化污水廠之應用模式.....	25
圖 32 豐平川水處理中心參觀動線規劃.....	26
圖 33 豐平川水處理中心內外部環境.....	27
圖 34 參訪人員聽取簡報.....	28
圖 35 豐平川水再生廣場處理設施位置圖.....	29
圖 36 當日簡報-1.....	29
圖 37 當日簡報-2.....	30

圖 38 當日簡報-3.....	31
圖 39 當日簡報-4.....	32
圖 40 所長馬場幸宏接受台灣下水道協會理事長頒發禮物	33
圖 41 與馬場所長進行討論深入交流	34
圖 42 豐平川水處理中心參訪照片	36
圖 43 豐平川水再生廣場參訪照片-1.....	39
圖 44 豐平川水再生廣場參訪照片-2.....	41

表目錄

表 1 考察行程表	2
表 2 日本下水道協會應發揮的 3 個作用	12
表 3 豐平川水處理中心水質	32

壹、 考察目的

近年氣候變遷已對世界各國造成嚴重之衝擊，臺灣也無法置身其外，面對極端天氣事件之頻率將逐漸頻繁，依我國「全國國土計畫」中指出，國土規劃將受到「氣溫上升」、「極端降雨」及「海平面上升」等衝擊影響，除氣溫上升導致病媒蚊孳生散布，加重公共衛生與醫療體系的負擔，另近 10 年臺灣極端降雨事件大幅增加，除增加都市防洪負擔外，都市淹水更直接影響民眾生命安全，而下水道作為我國重要基礎設施，也作為解決公共衛生、保護水域水質及都市淹水之重要公共設施，也應因應氣候變遷並與國土計畫體系整合，以最佳化調整國土空間與水環境變化，已達下水道永續發展之目標。

按下水道法第 4 條第 1 項第 1 款及第 6 款規定，中央主管機關辦理下水道發展政策、方案之訂定，以及下水道技術之研究發展，內政部(營建署)為下水道之中央主管機關，辦理全國都市計畫區及指定地區內雨水、污水下水道建設及管理業務，鑒於工程技術及營運管理思維日新月異，鄰近之日本無論下水道工程之新技術與經驗，或下水道營運管理之新思維，於產、官、學界皆屬執牛耳之地位，且日本下水道展為日本下水道業界每年舉辦之大型國際展覽，近年來分別於東京、名古屋、神戶、大阪、北九州等地區輪流辦理，2023 年日本下水道展於 112 年 8 月 1 日至 8 月 4 日假北海道札幌巨蛋舉辦，爰本署規劃參訪日本下水道展覽，藉以吸取相關污水處理、管線建設與修繕之技術、污泥處理以及下水道資訊化管理相關經驗，亦拜會日本北海道札幌下水道河川局及日本下水道協會進行深度交流，以作為我國發展區域性下水道計畫之參考，並對於本署未來研擬下水道政策、污水下水道建設計畫與都市總合治水建設計畫有所助益，更可藉以提升我國下水道工程建設品質及污水處理與都市治水之技術。

貳、 考察行程

本次考察行程自 112 年 7 月 31 日至 8 月 4 日，共計 5 日，此行除前往日本北海道札幌下水道展參訪，及拜會日本北海道札幌下水道河川局及日本下水道協會外，另安排參觀豐平川水處理中心。行程安排如表 1 所示，考察行程區位如圖 2 所示。

表 1 考察行程表

日 期	行 程 摘 要
112 年 7 月 31 日 (星期一)	搭機前往日本北海道札幌市 (桃園機場→日本新千歲機場→日本北海道札幌市)
112 年 8 月 1 日 (星期二)	1. 參觀 2023 北海道下水道展開幕式 2. 參觀 2023 北海道下水道展
112 年 8 月 2 日 (星期三)	1. 參觀 2023 北海道下水道展 2. 拜會日本下水道協會及日本北海道札幌下水道河川局
112 年 8 月 3 日 (星期四)	參觀豐平川水處理中心
112 年 8 月 4 日 (星期五)	回程返國 (日本北海道札幌市→日本新千歲機場→桃園機場)



圖 1 考察行程區域示意圖

(資料來源：google map 網路圖資)

參、 考察過程

一、下水道展'23 札幌

公益社團法人日本下水道協會於 8 月 1 日至 8 月 4 日首次在札幌巨蛋舉辦，是日本國內最大的下水道領域展覽，本展覽今(2023)年是第 35 屆，為首次在東京以北的城市舉辦，由日本當地事業、顧問公司、工程廠商等專業團體共同介紹日本下水道相關最新技術、機器設備與政策管理等展示會，本次計有 299 家公司及團體參展，超過 30,450 人參觀。



圖 2 本次展覽標誌

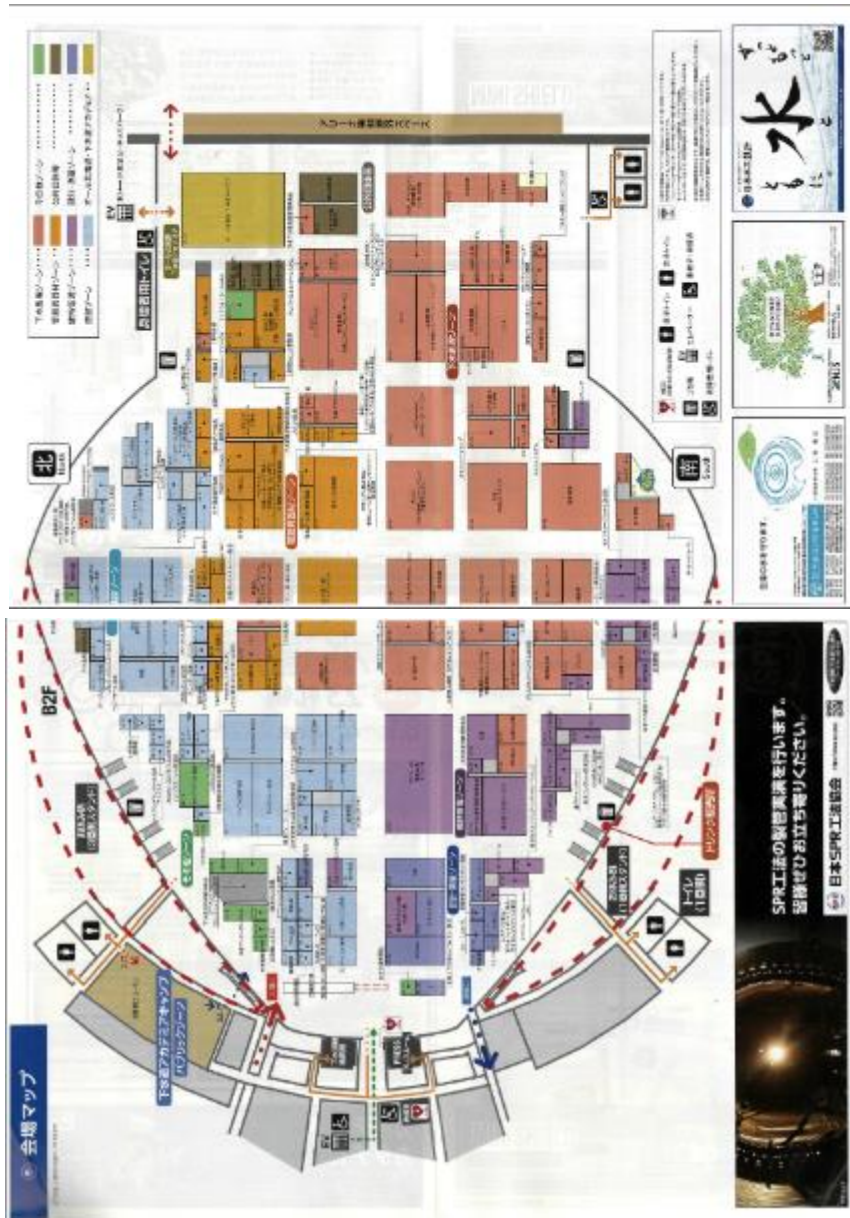
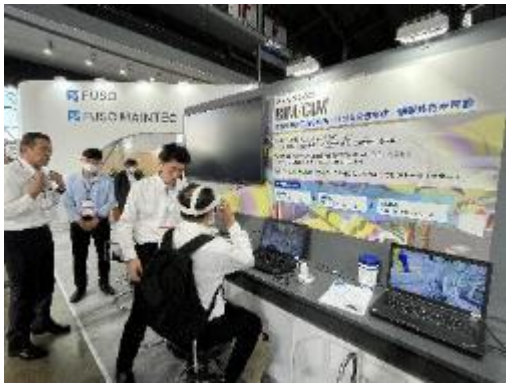


圖 3 本次展覽攤位介紹

本次日本下水道展覽主要分為 6 大主題，分別為下水道建設、下水處理、維護管理、管路資器材、設計測量、公家團體等，現場參訪照片如圖 4。



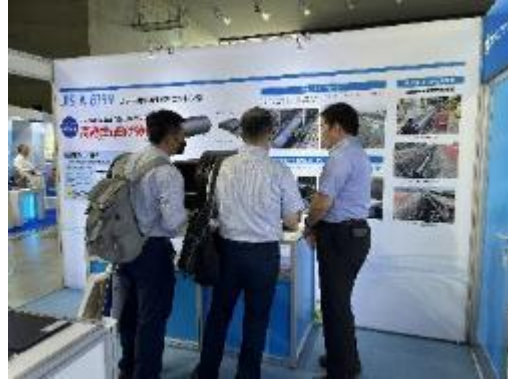
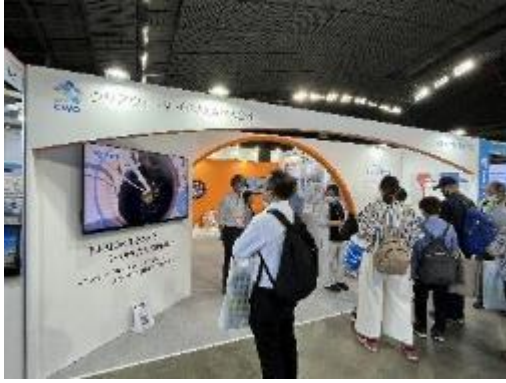


圖 4 日本下水道展現場參訪照片

(一)日本北海道下水道建設介紹

日本北海道總人口約 520 萬人，自 1926 年開始為了市區街道的淹水防治，從札幌開始，北海道第一次開始整備下水道，在 1959 年在北海道苫小牧市第一次開始執行處理污水的污水處理廠，而日本於 1930 年代開始於名古屋採用世界上最常用的污水處理方式-活性污泥法(國際上第一次是從 1914 年開始)，現在日本北海道擁有 18 座污水處理廠或淨化中心，北海道下水道普及率為 91.8%，是日本全國排名第 7 位。

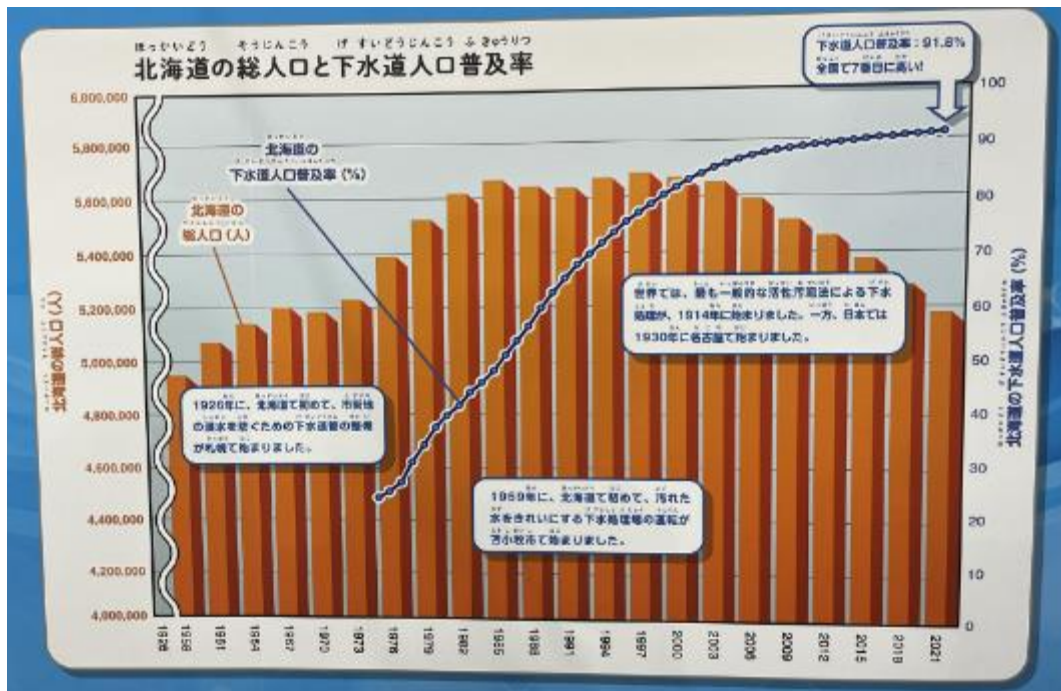


圖 5 日本北海道總人口及下水道普及率成長圖

豐平川是一條流經日本北海道札幌市內的重要河川，為石狩川的支流之一，由於豐平川貫穿了札幌市的市街，對於札幌市的治水、水利而言，是最為重要的河川。豐平川總長約 72.5 公里、流域總面積約 859 平方公里。而且豐平川在江戶時期是著名的鮭魚魚場，在明治時代，日本政府為了保護的原因下令禁止捕捉鮭魚，並在明治 12 年(1879 年)執行了第一次的鮭魚魚苗放流，並在 1937 年至 1953 年間系統性的流放鮭魚，不過由於污水排放導致豐平川的水質惡化，流放作業也終止，鮭魚也在豐平川絕跡，之後再日本下水道整治下，水質逐漸改善，1979 年重新開始流放鮭魚魚苗，並在 1981 年重新發現洄流的鮭魚。

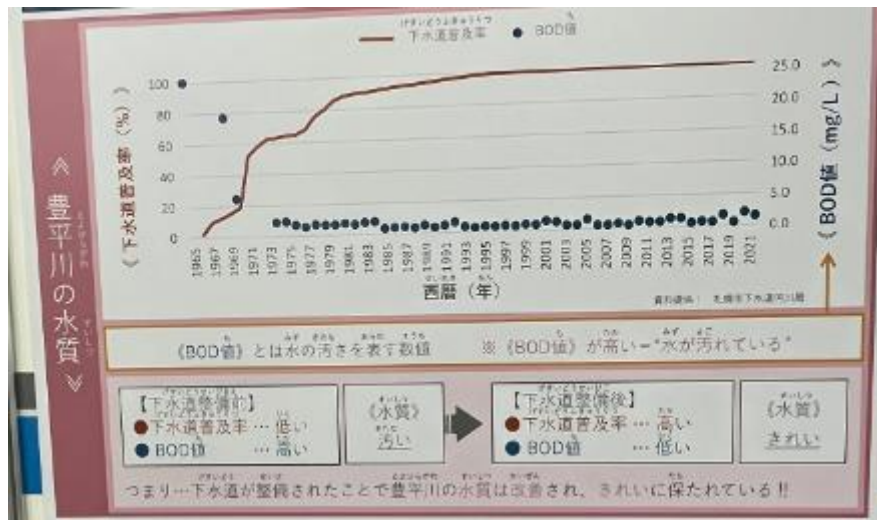


圖 6 豐平川的水質改善歷程

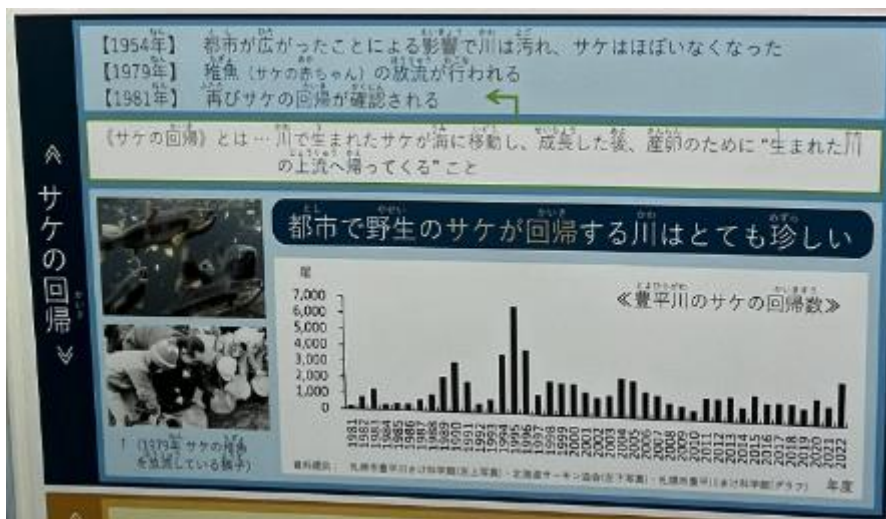


圖 7 豐平川鮭魚回歸數量歷程



圖 8 日本下水能資源再利用方式



圖 9 日本下水道資源運用在培育農作物

(二)公益社団法人日本下水道協會簡介

「公益社団法人日本下水道協會」成立於 1964 年，其宗旨是使下水道系統

日本下水道協會的作用是應對污水處理及下水道產業中的各種問題，支持其會員的污水處理業務，並為建設一個能夠可持續發展的社會做出貢獻。因此，協會也以下列 3 個使命來為會員提供服務。

表 2 日本下水道協會應發揮的 3 個作用

<p>下水道的智囊團</p> <p>-在管理的時代下的下水道，創造所需要的知識</p>	<p>實施推進下水道事業所必要的經營及技術調查研究，創造下水道事業的持續、進化及成熟化所需的知識。</p>
<p>下水道的發言人</p> <p>-戰略情報的發送以及政策的建議</p>	<p>戰略性地傳達智庫活動所取得的成果，除了促進對下水道有廣泛的理解外，建議制定與確保預算及創建應對社會條件變化的系統相關政策。</p>
<p>下水道的知識中心</p> <p>-知識的活用、課題的解決、以及人才的育成</p>	<p>將智庫活動的成果積累為知識。支持加強下水道事業的基礎、解決問題、培養人才等。</p>

(資料來源：日本下水道協會官方網頁 翻譯整理)

協會也希望辦理一個全國性的統籌組織展開範圍廣泛的活動，其中包括為下水道的普遍建設研究下水道和工程，給日本的河流、湖泊和海洋創造一個清潔的水環境，於是在 1987 年在大阪辦理第一屆「下水道展覽」。

(三)札幌市下水道河川局等公共區域攤位介紹

北海道有 179 個市町村，首府為札幌市，全道人口約 518 萬，目前有 151 個市町村啟動了下水道建設，全道普及率約為 91.8%，但町村部分只有 67%左右。全道的下水道工程從新規劃建設到既有系統老化的問題都面臨著廣泛的課題，。

札幌市下水道河川局局長小泉正樹表示，對於道內的市政自治團體而言，介紹與下水道領域相關的最新技術和設備的下水道展覽，以及下水道研究報告研討

會是解決課題的絕佳機會，進而改善北海道內下水道業務，也希望這會帶來進一步的發展。另外，在本次下水道展覽會上也特別設置了“北海道下水道學術界”的公共區域展位，向公眾介紹北海道等下水道系統。

札幌市為了深化與北海道市町村的聯繫，共同為北海道的振興而努力，與北海道內的市民、企業、市町村等在各個領域推廣“北海道內合作”。為此，北海道內的 25 個地方政府、機構、團體共同舉辦了“全北海道”展覽。由於展覽期間是暑假時期，展覽最主要針對在學校學習下水道知識的三四年級小學生，除了部分展示看版之外，還準備了一些實際操作，例如使用 AR 來模擬大雨洪水期間的步行體驗，以及用小型相機調查下水道管道內部的遊戲。另外札幌旭丘高中科學部的學生將對札幌市的母親河豐平川進行生物調查，並在展板上展示調查結果，一起了解下水道的作用。



圖 11 污水處理廠微生物種類觀察



圖 12 採用 AR 模擬大雨淹水期間的步行體驗

此外，也舉辦有關下水道的有獎問答活動，答題者可以得到北海道 17 個地方政府的人孔卡片，也將通過銷售參與展覽城市的特產並通過餐車提供當地美食來提升市、町、村的吸引力。



圖 13 北海道地方政府人孔卡片設計

SPR 工法係利用硬質聚氯乙烯材料(型材)採用螺旋方式嵌入既有老化或損壞之下水道管線，並利用特殊回填材料填充於修復材料與既有損壞管之間的縫隙，是一種將既有管材、更生管材、及回填材料一體強化的複合管線工法。本工法適用於各種截面，如 $\phi 250 \sim 4,750$ mm之圓形管及 $800 \sim 5,750$ mm之非圓形管，可在管內通水狀態下施工，亦適用長距離或曲線管(曲率半徑可達 5D)，並具有優異抗震性能等特點。



圖 16 SPR 工法及 SPR-SE 工法展示

SPR-SE 工法係保留 SPR 工法可以在管內通水狀態下施工最大特點，並同時以自立管修復的唯一工法。本工法在型材中融入的高剛性鋼構件提供強度，僅自立管即可保證自立強度，可適用於所有類型的管道。因此，即使建築物極其古老，無剩餘強度時也可以使用。(適用現有管徑 $\phi 450 \sim 1,650$ mm)

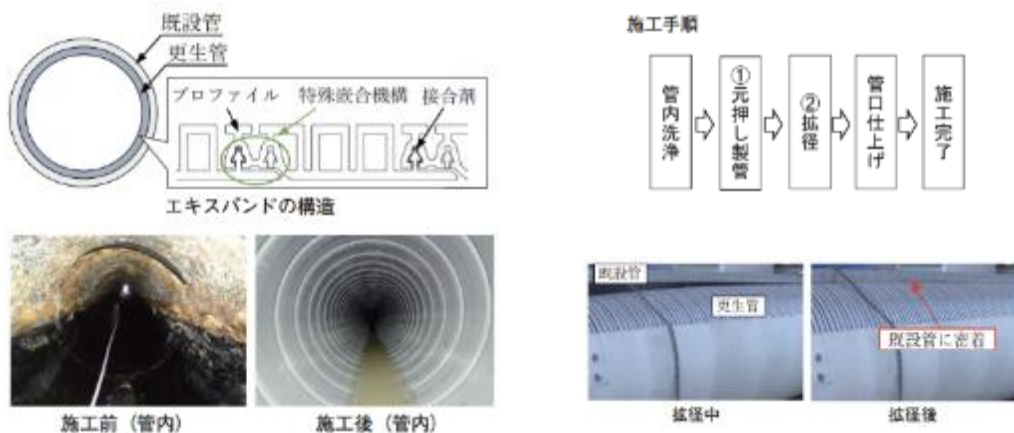


圖 17 SPR-SE 擴展型工法展示(積水化學工業株式會社)

2.長島鑄物株式會社

1945 年成立的長島鑄物株式會社係專門製作供水和污水處理的專業孔蓋製造廠商，取得 JIS 表示許可工廠、日本下水道協會認定工廠及日本水道協會檢查工廠等資格。該公司多年持續來專注孔蓋鑄造及相關設備研發，近期更往用路安全、孔蓋表面摩擦力之需求以及孔蓋表面紋理進行研究。



圖 18 長島鑄物株式會社彩繪孔蓋展示

3. MINI SHIELD 工法研究會

MINI SHIELD 是一種結合創造性及可靠性的小直徑推進工法，採用三等分管片施工穩定性及強度高，適用管徑 $\phi 900 \sim 2,000 \text{ mm}$ ，可完成單跨度超過 1,000 m

的長距離推進，並經日本污水處協會（JSWAS A-7）認可具有高強度及耐久性，本工法特色在於不需二次襯砌，可降低成本，另外可進行曲率半徑 $R = 10\text{ m}$ 的快速曲線推進。

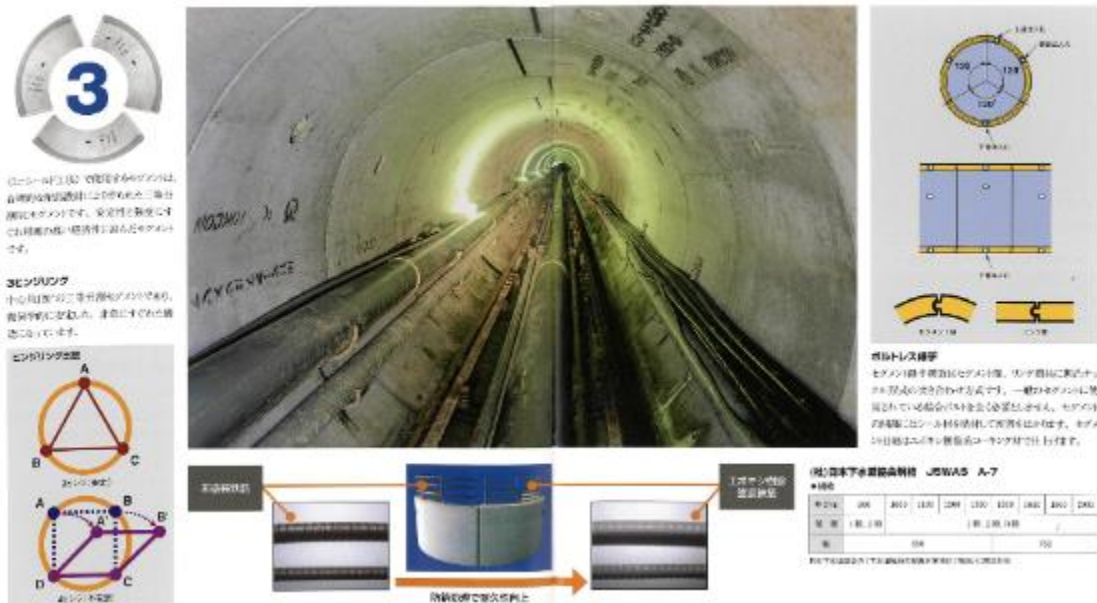


圖 19 三等分割管片技術具有高穩定性及耐久性

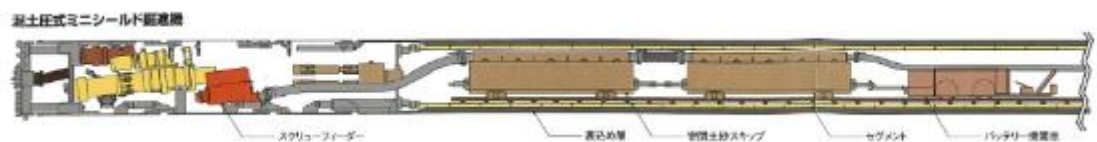


圖 20 泥土壓式 MINI SHIELD 掘進機展示

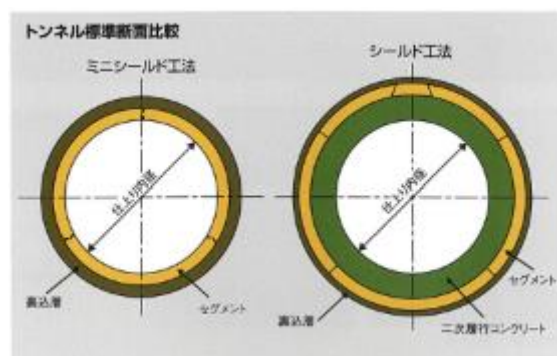


圖 21 傳統潛盾工法與 MINI SHIELD 工法隧道斷面比較

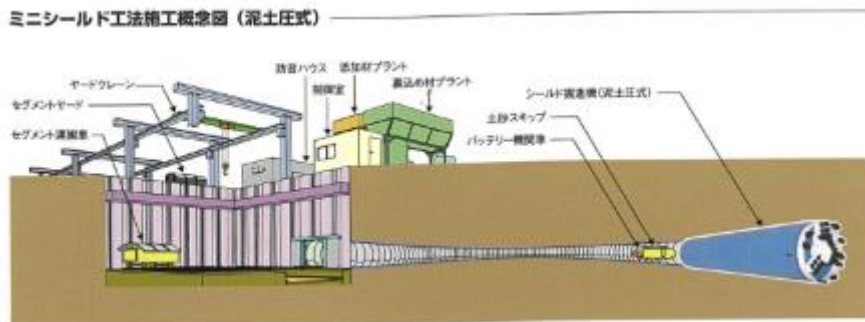


圖 22 MINI SHIELD 工法施工概念圖(泥土壓式)

4.B-DASH(下水道革新的技術實證事業)

通過加快新技術的研發和實際應用，國土交通省將在污水處理行業實現低碳、循環型社會的創建，降低生命週期成本，並採取措施為了支持日本企業向海外拓展水務業務，爰自 2011 年起，日本開始實施下水道革新的技術實證事業(B-DASH Project，Break through by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project)，B-DASH 項目正在根據實證研究的結果以及具有專業知識的專家和具有實踐知識的地方政府官員的意見，制定技術引進指南，以促進技術的傳播，相關技術領域包含污水污泥利用、水處理、管道/設施管理技術、防洪措施、防滲水措施、其他(污水熱利用、再生水利用)等，截至 2022 年已採用 54 項技術並制定發布 38 項指南。

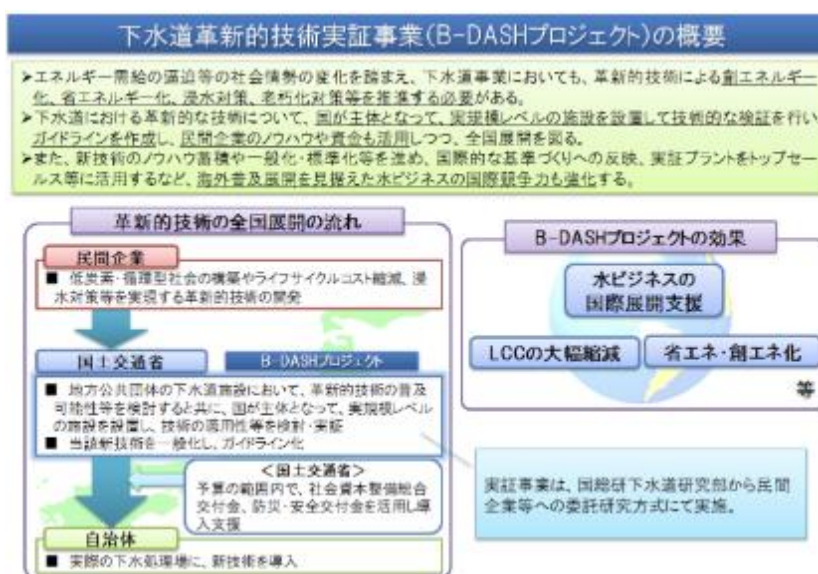


圖 23 下水道革新的技術實證事業簡介

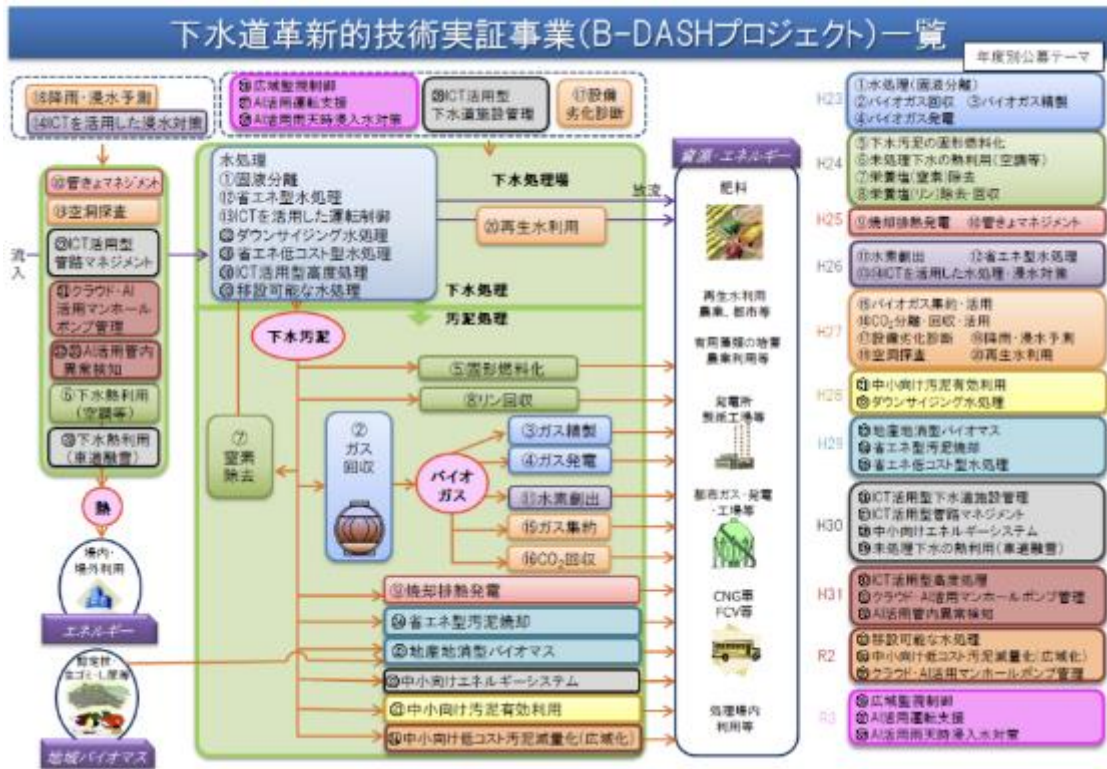


圖 24 下水道革新的技術實証事業一覽表

国土交通省 下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)

高効率消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー利活用技術実証研究

実施者名：神岡環境ソリューション、日本下水道事業団、国土交通省研究センター
 実証フィールド：静岡県富士市東部浄化センター（50,000m³/日、総人口約10万人）
 実証期間：平成30年度～令和元年度

技術の特徴

- 消化・焼却入汚泥を電熱回収し、蒸発する水蒸気により、固液分離汚泥のアンモニア臭を100%削減できること。
- 従来の汚泥焼却炉に比べて、燃焼温度を200℃以下に抑制。
- シンプレックス焼却炉で発生する汚泥の高温バイオガスと、低温バイオガスとを分離し、各自のバイオガス利用が可能。

研究結果

項目	目標値	達成率
アンモニア臭削減率	100%	達成
燃焼温度	200℃以下	達成
バイオガス回収率	90%以上	達成

神戸市東灘区埋立場 発生可能エネルギー生産・高効率技術実証研究

実施者名：神岡環境ソリューション、神戸市東灘区
 実証フィールド：兵庫県神戸市東灘区埋立場（東水産センター）
 実証期間：平成29～30年度

技術の特徴

- 埋立場バイオガスと汚泥の固液分離によるバイオガス回収。
- 高効率焼却炉によるバイオガス生産。
- 汚泥焼却・消化・焼却炉のバイオガス回収率向上。
- バイオガスと水素の分離・利用システムの実証。

研究結果

項目	目標値	達成率
バイオガス回収率	90%以上	達成
バイオガス生産量	1000m ³ /日	達成
バイオガスと水素の分離・利用	実証	達成

神岡環境ソリューション

圖 25 神岡環境懸浮液株式會社取得下水道革新的技術實証事業

5. 日水コン株式会社 (地域性之下水道資源於農業利用)

由於肥料原料的價格持續高漲，下水道資源作為含有磷、氮等的寶貴資源，深受相關產業的期待。日本國土交通省目前的政策是將下水污泥肥料化並做最大限度的利用。

為了促進地域性下水道資源的農業利用，必須與當地利益關係者建立相互理解及信賴的關係，日水コン公司採取的方式如下：

- 召開會議向利益關係者匯報調查及研究成果，並與當地利益關係者協調相關意見，包括與來自不同領域和行業的團體以及私營公司合作。
- 提供下水污泥肥料化後所含重金屬成分相關準確的資訊，以使農業利用者安心使用。
- 下水污泥用於肥料，將提供最佳之使用類型(推肥、回收磷等)、設計肥料化設施、設計溫室並提供設施維護等資訊。



圖 26 日水コン公司實作照片

下水道資源於農業利用最新技術的調查研究，由地方政府、研究機關、大學、高等專門學校等共同研究，日水コン公司採取的方式如下：

- 下水道應用研究(2022年~2023年)：由山形大學、秋田工業高等專門學校共同研究。

使用處理後的放流水當成灌溉用水灌溉飼料用米，未來對於溫室氣體(GHG)排放量將會減少。因此，日水コン公司正在建立模型量化稻田的

溫室氣體排放並研究最佳的灌溉條件。

- 下水污泥資源活用示範實證(2023 年~2026 年預定)：由農業食品研究機構與鹿兒島工業高等專門學校的研究協會

與供應商、製造商、流通商、生產者共同評估農田環境影響、及肥料有效性，以及開發與示範鹿兒島農作物的適當施用技術，並建立新型下水污泥肥料穩定供應系統。

6.富士清潔工業株式會社(預鑄型極小規模處理設施)

富士清潔工業株式會社自 1961 年創立以來，透過最大限度地發揮有益微生物的力量，創造現地淨化之新技術和新產品，使被人類污染的水回歸自然。該公司主要注重材料研究、成型方法以及加工技術等生產技術的開發，實現可用作永久性水處理設施的高強度、高品質產品的創造。2006 年，該公司的脫氮除磷化糞池 CRX 型同時榮獲日本環境部長獎和優秀獎。

儘管日本號稱是已開發國家，但仍有約 1,200 萬人無法使用污水處理設施。此外，除了缺乏污水處理設施外，先前興建的污水處理設施已接近其使用壽命，需要更新，例如重建或維修，也是一個重大的財務問題。2014 年 1 月，日本國土交通省、環境部、農林水產省統一制定了《都道府縣概念制定手冊》，根據該手冊指出，污水下水道建設將在未來 10 年內基本完成。在確定開發區域時，要考慮縮短開發週期、10 年內完成開發的方法，同時也要注重經濟比較。面臨的挑戰是更快、更經濟地消除沒有污水處理設施的地區。

國土交通省目前正在推廣污水處理設施快速工程，與 RC 構造的污水處理場不同，預鑄型極小規模處理設施，這是一個規模極小的污水處理廠，採用工廠製造的 FRP 框架，因此受地域限制較小，可以降低管道維護成本。

「預鑄型極小規模處理設施 FGU 型」是根據北海道苫前町和安平町的社會

實驗而開發的，是與傳統污水系統類似的國家補貼設施，有望降低建設成本和縮短工期，每日排水量可達約 300 立方公尺，經實驗證實，可降低建設成本 49%，工期縮短 75%，並大幅降低維護成本，可作為未來污水處理設施規劃的新選擇。

建設成本		新工法（工廠化超小型處理設施）		常規方法	
狀況	水處理方法 【規模】	接觸氧化法 330m ³ /天 [55m ³ /天 x 2 系列 110m ³ /天 x 2 系列]		氧化溝法 330m ³ /天 [165m ³ /天 x 2 個池槽]	
	污泥處理	重力濃縮 儲存 出口處置		重力濃縮 儲存 出口處置	
估計建設成本	土木工程工作	59,900,000日圓 x 2 系列 82,500,000日圓 x 2 系列		159,000千日元	
	施工作業			<詳細> 106,000千日元	101,000千日元
	機械施工			<詳細>	220,000千日元
	電氣施工			178,800千日元	74,000千日元
	全部的			284,600千日元	

コスト削減 49%

維護費用		新工法（工廠化超小型處理設施）	常規方法
水處理方法		催化氧化法	氧化溝法
維護費用		3,570千日圓	7,42萬日圓

圖 27 預鑄型極小規模處理設施與傳統工法成本差異

施工期		新工法（工廠化超小型處理設施）	常規方法
水處理方法		催化氧化法	氧化溝法
施工期		約4.5個月	約18個月

工期短縮 75%

水質項目	新工法（工廠化超小型處理設施）		
	實際值		計算法
	最大限值	平均的	
生化需氧量（毫克/公升）	14.8	12.9	15
SS（毫克/公升）	38.0	10.7	40

*流入率約70%（平均流入量36.4m³/天/容量55m³/天）
*BOD測定值評估是採用2014年10月下旬至2015年1月的數據進行的。

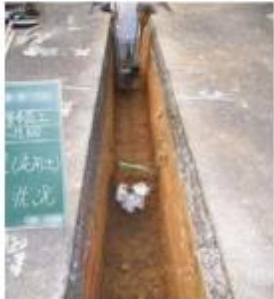
圖 28 預鑄型極小規模處理設施與傳統工法施工期差異

**下水道クイックプロジェクト実施状況
(平成19年度～)**

14市町村で実施



クイック配管(簡易被覆)
(日置市)



発生土の管きょ基礎
への利用(半田市)



道路線形に合わせた施工
(岡崎市)



クイック配管(露出配管)
(檜原村)

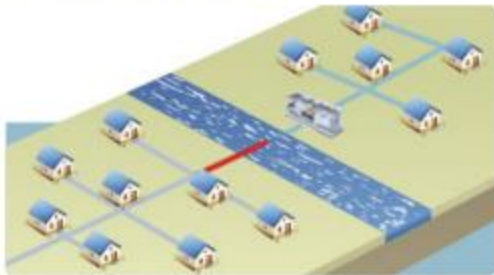
圖 29 污水處理設施快速工程於日本實驗分布情形

另外在河川橫斷或山脈橫斷的地區，其污水下水道管渠建設成本相當鉅大，採用小型污水處理設施，可以降低整體成本。

〈特定環境下水エリア・単独公共下水エリアなど〉



〈河川を横断する地形〉



〈山間部を経由する地形〉

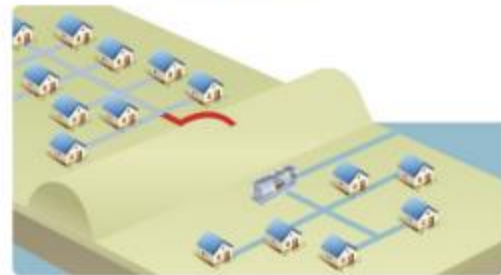


圖 30 「預鑄型極小規模處理設施」適用之地形與環境

當未來人口逐年減少，如果按照目前的規模對老化的污水處理廠進行改建時，後續的營運成本也可能會帶來財務壓力，所以審查處理廠的規模(考慮縮小規模)時，「預鑄型極小規模處理設施 FGU 型」可以根據人口趨勢擴大或搬遷處理，並可以最佳規模運作。

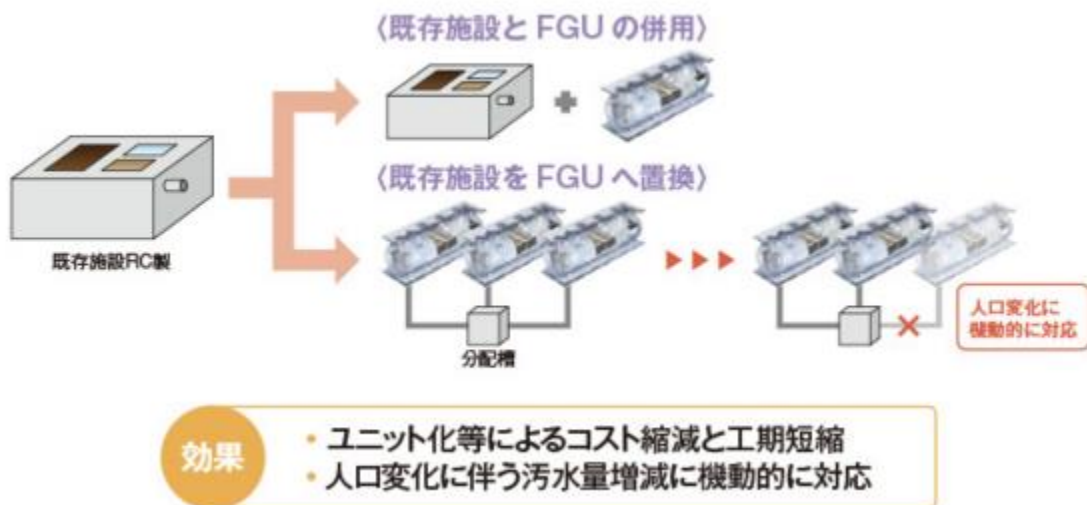


圖 31 「預鑄型極小規模處理設施」於既有老化污水廠之應用模式

二、豐平川水處理中心介紹

因日本下水道協會及日本北海道札幌下水道河川局於下水道展均有攤位展示，爰改至其展覽攤位拜會，並透過日本下水道協會及日本北海道札幌下水道河川局之安排，於 8 月 3 日參觀豐平川水處理中心。

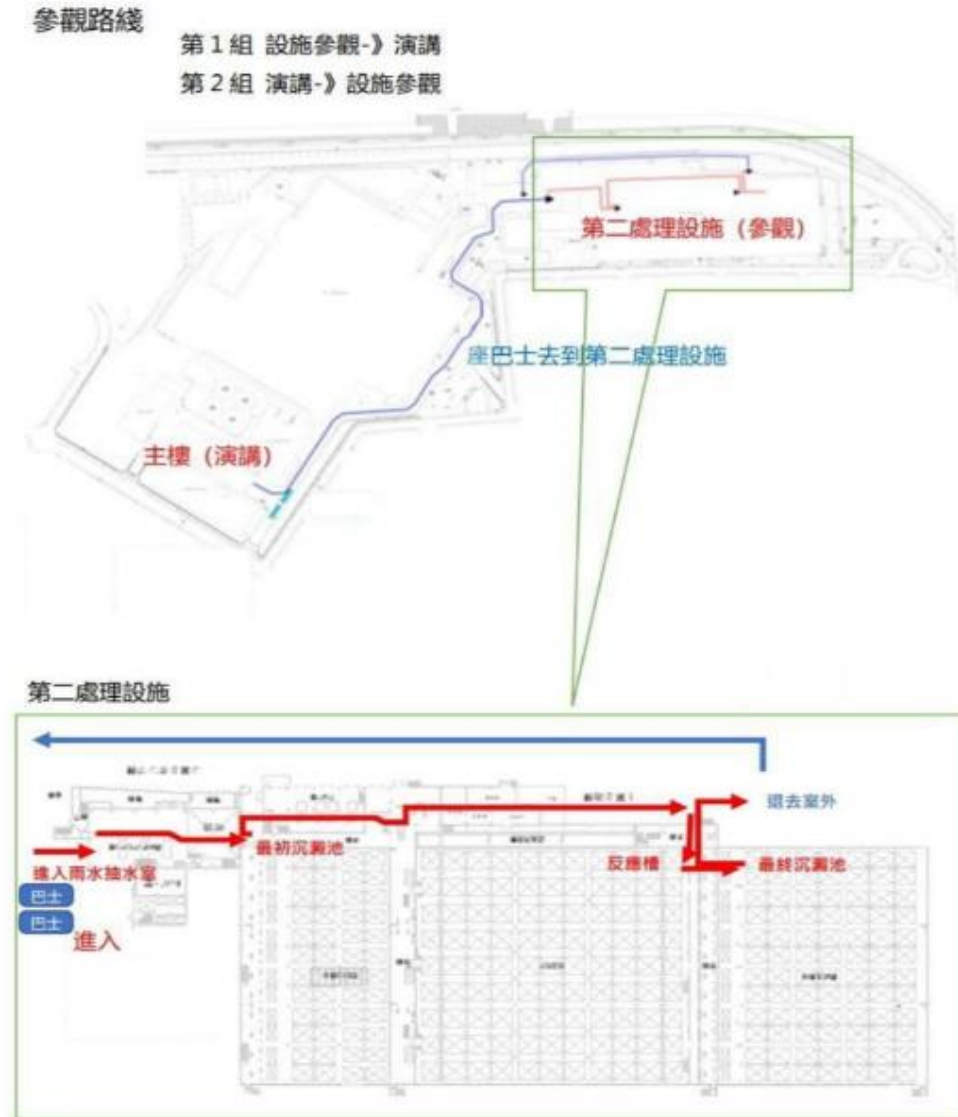


圖 32 豐平川水處理中心參觀動線規劃



圖 33 豐平川水處理中心內外部環境



圖 34 參訪人員聽取簡報

豐平川水處理中心簡報說明：

- 由於札幌的氣候與台灣相比，札幌氣溫較低，降雨較少。冬季降雪較多，3月份融雪水會流入處理設施，導致污水處理上的困難。本座污水處理廠名為豐平川水再生廣場。自2007年起，札幌市將其污水處理廠稱為“水再生廣場”。2007年之前，該場地曾是污泥處理設施，後來因為整合廠外之污泥處理(2015年轉送至東部污泥中心焚燒)，因此空間釋出，本水再生廣場第一處理設施於1970年開始運轉，而我們這次參觀的第二處理設施是從1980年開始運轉。



圖 35 豐平川水再生廣場處理設施位置圖

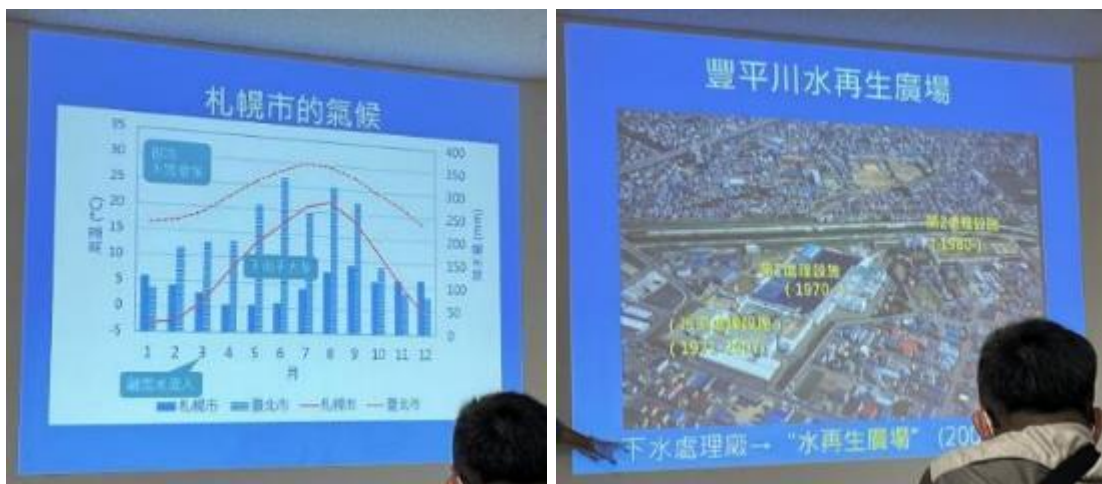


圖 36 當日簡報-1

- 札幌市內有 10 座處理廠，但分為 3 區進行管理，分別為新川、創成川、豐平川水處理區，並由水處理中心負責管理。豐平川水處理中心除了管理豐平川水再生廣場外，還管理厚別、定山溪和東部三個水再生廣場。水處理中心負責管理水質管理的設施，水再生廣場負責這些設施運轉、監視及維修等工作。



圖 37 當日簡報-2

- 豐平川水再生廣場處理面積 4,833 公頃，處理人口數 426,600 人，處理水量 186,000 CMD。
- 豐平河處理區包括用於研究展示的會展中心，鄰近的東部處理區包括今年辦理日本下水道展的札幌巨蛋。今年日本下水道展的廢污水處理也是由豐平川水處理中心負責。另外在豐平川水再生廣場，除了處理廠本身外，附近的 3 處抽水站也在水處理中心操作室進行操作。從第一個抽水站開始，污水需要 3.5 小時才能到達豐平川水再生廣場。
- 目前札幌市豐平川處理區採用的污水處理方式有 2 種：北部採合流式，即污水和雨水收集在一根下水管中；南部採分流式，即用兩根下水管分別收集污水和雨水。



圖 38 當日簡報-3

- 豐平川水處理中心的水處理流程：沉砂池→最初沉澱池→反應槽→最終沉澱池→排放河川，由於札幌氣候寒冷、多雪，因此處理設施設有屋頂。

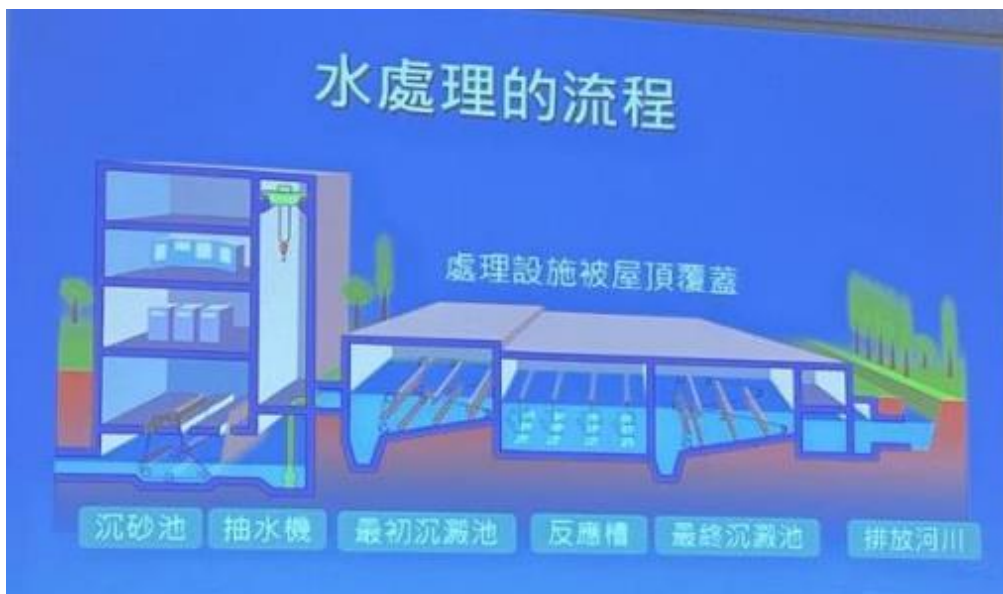




圖 39 當日簡報-4

- 處理後的水質：初沉池主要去除懸浮物（SS），反應池主要去除 BOD 和氮磷。

表 3 豐平川水處理中心水質

	BOD	SS	總氮	總磷
進流水	200	270	29	3.2
一級處理 (初沉池)	100	42	26	2.7
二級處理 (活性污泥+氯)	7.3	12	11	1.2



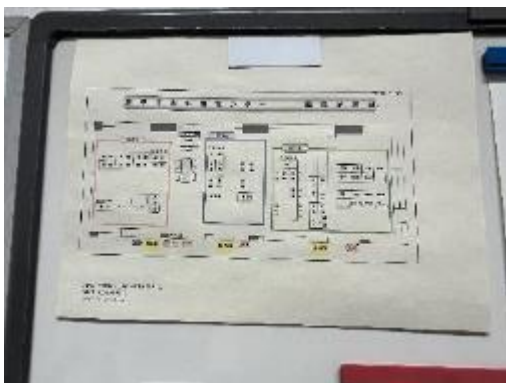
圖 40 所長馬場幸宏接受台灣下水道協會理事長頒發禮物

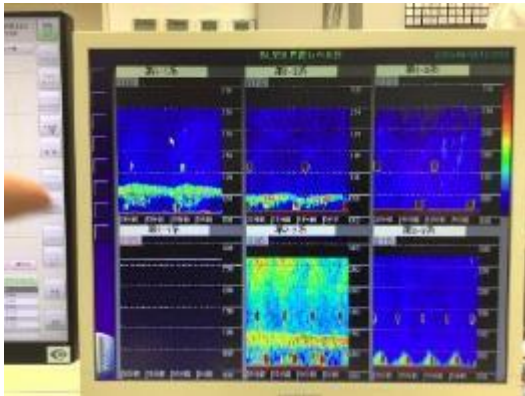
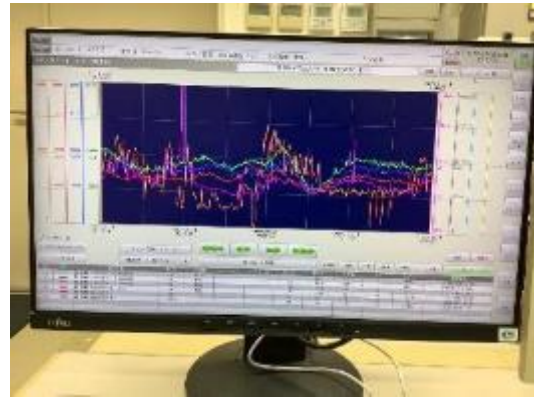
豐平川水處理中心操作室參觀：

豐平川水處理中心管理部門有 11 位員工、設備部門有 8 位員工、運轉部門有 26 位員工，其所長為馬場幸宏曾任建設局下水道設施部創成川水處理中心設備經理、下水道河川局下水道設施部創成川水處理中心設備經理、保健福祉局保健所設施課課長、下水道河川局事業推進部新川水處理中心運轉部主管經理等職務，經驗豐富。當日參觀可看到其監控設備、辦公環境、緊急應變處理措施等，另外除操作管理之專業性外，亦可看到他們亦有針對職業安全衛生標語及廣告比賽相關優秀作品。



圖 41 與馬場所長進行討論深入交流





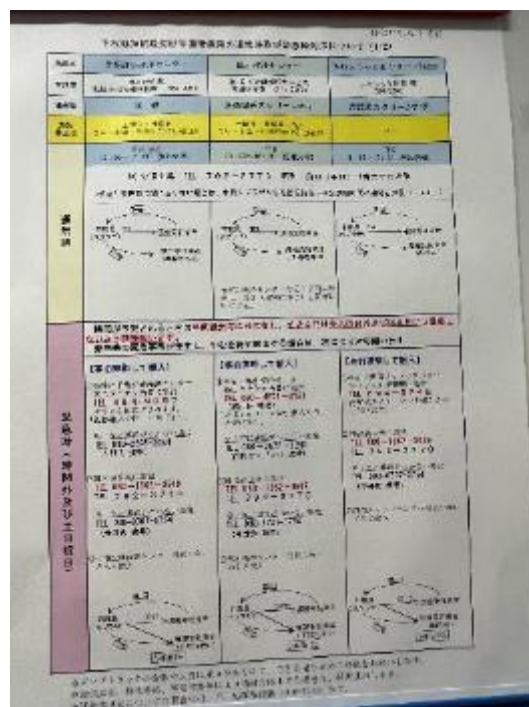


圖 42 豐平川水處理中心參訪照片

污水處理廠設施參觀：

豐平川水再生廣場污水處理設施與台灣污水處理廠大致相同，惟因為日本下水道多屬於合流制，且因冬天天氣寒冷，有收集雨水與雪水之需求，與台灣有所

不同，因此進流抽水站同時含有雨水抽水及污水抽水，以因應不同狀況。



雨水電動泵浦



雨水電動泵浦控制盤



雨水泵浦控制盤



刮泥機驅動裝置



初沉池及除臭排氣系統



終沉池



終沉池排浮渣間隙控制盤



曝氣池



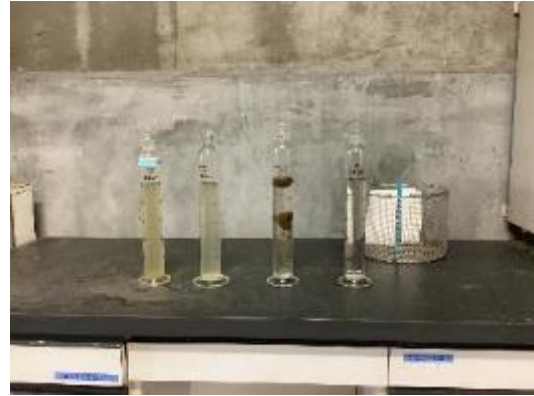
返送污泥槽散氣管



沉沙池除臭排氣系統



數位流量計



污水淨化展示



次氯酸加藥裝管



污水泵浦室供氣系統



污水進流抽水機

圖 43 豐平川水再生廣場參訪照片-1

為減輕對周遭環境的影響，本廠屬於地上型但全面加蓋的污水廠，雖然密閉，但通風除臭效果良好，沒有過分的惡臭味。

另外本次參觀的污水處理廠，雖然已營運 50 餘年(1970 年開始運轉)，但是可發現日本對於處理廠一些設備與工具，不僅維護整齊乾淨，且擺放井然有序，如圖 44，是國內可以學習的地方，而且處理水質良好，去氮功能性佳，也是很值得效法。





圖 44 豐平川水再生廣場參訪照片-2

肆、心得及建議

一、心得

- (一)日本下水道普及率已達 80.6%，北海道下水道普及率為 91.8%，是日本排名第 7 位的地區，而下水道普及率係國家進步指標之一，日本除還是持續建設下水道系統、興建污水處理廠之外，對於一些課題，如既有下水道系統老化設施之更新、系統之整併完善，放流水回收再利用，因應全球暖化所提出之治水對策等等也持續關切，證明日本對於下水道是相當重視，也值得臺灣學習日本的技術與遠見。
- (二)日本在處理污水處理廠的副產品部分，包括污泥材料化作為替代燃料或建築材料產品，沼氣回收用來發電、污泥焚燒或處理污水產生熱能也可以融雪，目前也鼓勵推廣於農業使用，以及放流水再生利用等等，均可提供國內污水處理廠的參考。
- (三)參訪日本下水道展可體會日本對於下水道發展之重視，無論從官方、產業界均十分重視污水處理之新技術、水患治理策略及操作維護管理，另積極結合學術界之研究，並側重實證，讓相關的研究發展並非只是空談。
- (四)日本下水道主要採用合流制，然部分地區也因地制宜採用分流制，其接管策略較為彈性，接管期程也可以加速，我國目前下水道僅採用分流制，惟考量我國常有強降雨情形發生，如採用合流制，恐造成污水處理廠之負擔，但對於一些專用下水道地區，未來也可以考慮採用合流制方式處理，以節省成本。
- (五)本次考察參訪拜會單位包含日本下水道協會及日本北海道札幌下水道河川局，行程中另安排豐田川水處理中心及豐田川水再生廣場等，實地考察日本水處理中心操作室、污水處理、污泥處理等設施，亦可深深感受日本對於一些小細節之重視，如工具擺放相當整齊、辦公環境也十分乾淨舒適，也非常

感謝日本下水道協會及日本北海道札幌下水道河川局熱情的安排，讓本署有不同的視野與思維。

二、建議

(一)因地制宜發展小規模污水處理設施：我國污水下水道普及率已達 42%，整理污水處理率也接近 7 成，後續也將跟日本一樣面臨部分區域無法建設污水下水道或既有污水處理廠設施老化之情形，未來也可與日本借鏡，因地制宜發展預鑄型極小規模處理設施，除可節省成本外，也可以提升污水處理率。

(二)持續提升我國污水下水道普及率：目前我國的人口約有 80% 的人口居住在都市計畫區內，而都市計畫面積僅占所有國土面積的 13%，顯示我國人口分佈高度集中於都市計畫區，生活污水也高度集中，因此發展污水下水道系統有其經濟性及必要性，放眼其他先進國家，如日本、法國、德國、韓國、香港、新加坡等國家都有完善的污水下水道系統，持續提升我國污水下水道普及率仍然是首要任務。

(三)檢討並修正下水道相關法令及技術手冊：日本國土交通省、日本下水道協會與相關事業團體，對於下水道新技術與規範均積極投入心力，然我國下水道法及相關法規已多年未修訂，隨著環保意識、氣候變遷及環境永續發展等議題不斷更新，我國相關法令已不符時需，應儘速辦理修訂，另外對於下水道新技術的引進，相關技術手冊、規範也應與時俱進，逐步檢討修正，以符合時代需求。

(四)研擬推動污水處理廠淨零碳排及下水能資源回收再利用：因應全球暖化所造成之極端氣候，也凸顯達成淨零之目標的急迫性，我國也於 110 年 4 月 22 日加入 2050 淨零碳排的行列，下水道也不應置身事外，未來應該推動污水處理廠碳盤查，並建立相關評估與管制制度，逐步達成碳中合之目標。此外，污水處理廠未來應結合沼氣回收發電技術以及相關綠能發電技術，例如廠內太

陽能、風力、微水力發電技術等。而污水處理廠所產生的污泥，目前也朝材料化、肥料化或燃料化的方向發展，使污水處理廠成為都市的能資源庫，提升污水處理廠的附加價值。

(五)多元化宣導下水道並向下扎根：日本下水道行銷宣傳手法相當多元，如人孔卡片、彩繪人孔、扭蛋、虛擬偶像角色、有獎徵答、漫畫等等，且搭配國小之暑假作業等活動，向下扎根宣傳下水道之效益，值得我國導入參考。