

出國報告（出國類別：考察）

2026 東京下水道展參訪

服務機關：澎湖縣政府

姓名職稱：趙立為科長、黃振倫技士

派赴國家：日本

出國期間：115 年 8 月 4 日至 115 年 8 月 8 日

報告日期：115 年 8 月 31 日

目 錄

壹、緣起與目的.....	1
貳、基本資料.....	2
參、考察過程.....	3
肆、考察心得與建議.....	8
伍、結語.....	12
陸、附錄.....	12

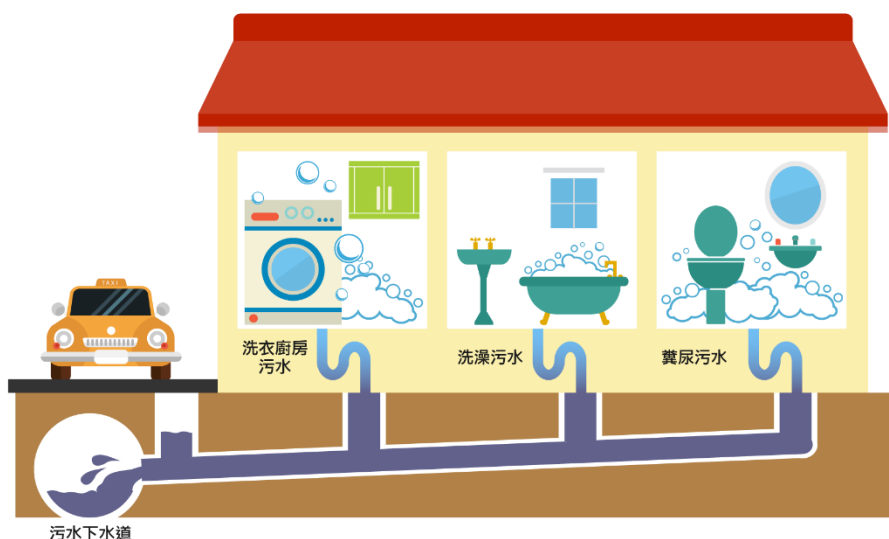
壹、緣起與目的

日本的下水道建設發展已具相當規模，除持續辦理新建工程外，目前所面對的問題也逐漸轉向既有設施的維護、更新及營運管理。尤其在人口結構改變、維護人力不足、設施老化及極端氣候增加等情況下，如何在有限資源下維持下水道系統正常運作，已成為日本地方政府重要的工作。

澎湖縣目前仍處於公共污水下水道持續建設階段，馬公地區污水下水道系統逐步擴充，雙湖園及光榮水資源回收中心已投入營運，中衛水資源回收中心亦持續推動相關建設。隨著管線及處理設施陸續增加，未來除了工程建設外，維護管理、設備更新及操作人力等問題也將逐漸增加。

本次奉派赴日本參加「2026 東京下水道展」，並安排拜訪日本下水道協會及參觀川崎市入江崎水處理中心，主要希望透過展覽及實際設施參訪，瞭解日本目前下水道產業在管線檢查、維護管理、非開挖修繕、智慧監控、能源利用及資源循環等方面的發展情形。

考察過程中，除蒐集相關技術資料外，也特別注意各項技術實際應用的條件及維護方式，並思考哪些經驗較適合澎湖的環境。由於澎湖屬離島地區，人力、材料及設備取得均有一定限制，因此本次考察並非以引進單一設備或工法為主要目的，而是希望從日本長期營運管理的經驗中，找出未來本縣污水下水道建設及水資源回收中心營運上可以逐步採行的作法。



貳、基本資料

一、考察人員：工務處下水道科趙立為科長及黃振倫技士。

二、考察名稱：2026 東京下水道展。

三、考察國家：日本。

四、考察期間：115 年 8 月 4 日至 115 年 8 月 8 日。

五、考察地點：

(一) 2026 東京下水道展：東京國際展示場（東京 Big Sight）。

(二) 公益社團法人日本下水道協會。

(三) 川崎市入江崎水處理中心。

六、行程概況：

本次考察主要安排參加 2026 東京下水道展、拜訪日本下水道協會及參觀川崎市入江崎水處理中心，藉由展覽、業界交流及污水處理設施參訪，瞭解日本下水道建設、維護管理及污水處理設施營運等相關作法。



參、考察過程

一、拜訪日本下水道協會

本次行程首先拜訪日本下水道協會，透過交流瞭解日本下水道事業目前所面臨的問題及未來發展方向。

日本下水道建設已經累積多年，因此現階段除新建工程外，既有設施的維護、更新及延長使用年限已成為重要工作。從交流內容及相關資料可以發現，日本地方政府在辦理下水道建設時，已逐漸將工程建設與後續維護管理放在一起考量。

對澎湖而言，這部分相當值得參考。目前本縣仍以污水管線及水資源回收中心建設為主要工作，但工程完成後，管線、人孔、抽水設備及處理設施都需要持續維護。因此，未來辦理新建工程時，除了工程本身的品質外，也應逐步建立完整的竣工資料及設備履歷，避免工程完成後因資料不完整而增加後續維護工作的困難。

二、參觀 2026 東京下水道展

下水道展為日本下水道相關產業的重要專業展覽，本次展覽規模相當大，展示內容從管材、施工機具及水處理設備，到管線檢查、遠端監控及數位化管理均有涉及。

本次參觀後較有感受的部分，並不是某一項特定設備，而是日本目前已將「維護管理」及「人力不足」視為下水道事業的重要課題。因此，許多展示內容都是在思考如何減少現場作業時間、降低人員進入管渠的必要性，以及如何利用既有資料協助維護人員判斷。

（一）管路檢查與 No Entry 技術

本次展覽新設「No Entry 管路診斷 Zone」，主要展示不需要人員進入管渠即可進行檢查的相關技術，包括管渠檢查機器人、感測設備及其他無須人員進入管渠之檢查技術。

下水道管渠屬於特殊作業環境，若人員進入人孔或管渠，可能面臨缺氧、有害氣體、積水等其他作業危害。因此，在設備及技術許可情況下，能以 CCTV、機器人或其他設備完成檢查，確實可以降低人員作業風險。

目前澎湖的污水管線仍持續增加，未來管線長度及人孔數量增加後，檢查及維護工作也隨之增加。因此，建議在建設階段即保留完整的 CCTV 檢視成果，並與管線位置、管徑、材質及施工日期等資料整合，作為日後維護管理使用。

（二）智慧維護管理

本屆展覽新增 IT・DX Zone，可以看到 IoT、AI、遠端監控、數位資料管理等相關技術。

實際參觀後的感受是，AI 目前比較適合作為維護人員的輔助工具，而不是完全取代專業判斷。例如：管渠影像數量相當龐大，若能利用 AI 協助先將疑似缺失的影像篩選出來，再由人員確認，可減少逐筆查看的時間。

同樣的概念也可以應用在水資源回收中心上。若能將流量、水質、電力、泵浦及鼓風機等設備運轉資料累積起來，日後再進一步分析設備運轉趨勢，應有助於提早發現異常。

不過，這類系統仍需要長期累積資料，並非建置系統後立即就能發揮全部效益。因此，澎湖若要推動智慧化管理，應先從資料完整及格式統一開始，再逐步增加感測及分析功能。

（三）非開挖修繕技術

展場中亦有相當多管渠修繕及非開挖工法展示，例如：SPR 工法。日本都市地區道路及地下管線密集，若全面開挖施工，對交通及居民生活影響較大，因此非開挖修繕已發展相當成熟。

這類工法對澎湖也具有參考價值，但不能直接套用。馬公地區部分路段存在玄武岩、地下水及海水湧入等特殊條件，施工條件與日本都市地區

並不完全相同。

因此，未來如遇既有管線破損，應依管徑、破損程度、管線位置、地質、交通條件及施工空間等因素評估，選擇適當的局部修補、內襯或其他非開挖方式。若能減少道路開挖及復舊，也可降低對道路交通及民眾生活的影響。

（四）遠端監控及設備管理

展覽中亦可看到許多遠端監視及設備管理相關技術，包括抽水設備、水處理設備及相關感測器。

對一般大型都市而言，遠端監控可以提升管理效率；對澎湖而言，則另有一層實際需求。由於離島專業維修人力及設備取得較有限制，若設備發生異常，等待技術人員或零件到位所需時間可能較長。

因此，未來可優先針對重要性較高的設備建立異常警報及遠端監視功能，例如鼓風機、抽水機及 MBR 相關設備等。先做到「設備有異常時能夠及早知道」，再逐步發展到設備狀態分析及預防性維護，應較符合目前本縣實際需求。

（五）維護作業安全

下水道維護工作涉及人孔及其他地下設施，安全問題不容忽視。本次展覽可看到氣體偵測、通風、人孔作業及吊掛等相關設備。

未來本縣污水管線逐步增加後，維護作業機會也會增加，因此除要求承攬廠商依職業安全衛生相關規定辦理外，亦可將「能不進入就不進入」作為維護管理原則，優先採用 CCTV 或其他設備檢查；如確有進入必要，則應依規定辦理氣體偵測、通風、救援及監視等安全措施。

三、參觀川崎市入江崎水處理中心

（一）設施概況

入江崎水處理中心位於川崎市川崎區，於西元 1961 年開始投入運轉，處理區域涵蓋川崎區全域及幸區、中原區部分區域，計畫處理人口約 32 萬

2,700 人，計畫處理能力每日約 31 萬 8,600 立方公尺，主要處理方式，包括標準活性污泥法及載體利用之厭氧－無氧－好氧法。

（二）既有設施再構築

入江崎水處理中心讓人印象較深的地方，是其並非因為設施老舊就全部拆除重建，而是配合既有設施條件及處理需求分階段進行再構築。

川崎市自西元 2003 年起配合老舊設施再構築，以「環境改善」、「能源活用」及「資源循環」為主要方向，逐步改善既有設施。

這對澎湖而言有一定參考價值。水資源回收中心屬於長期使用的公共設施，未來除了考量設備使用年限外，也應注意設備更新期間是否影響正常操作，以及如何利用既有設施條件進行分階段改善。

因此，未來辦理水資源回收中心規劃時，除建設經費外，也應將長期電費、設備更新、維修及操作人力等納入考量。

（三）太陽光電 PPA

本次參觀時特別注意到川崎市已在入江崎水處理中心西系水處理設施屋頂導入大型太陽光電 PPA。

依川崎市公開資料，該案係由民間業者於約 16,000 平方公尺屋頂設置約 1,800kW 太陽光電設備，自 2025 年 11 月 1 日起開始自發自用發電，年發電量約 210 萬 kWh，約占入江崎水處理中心年使用電量 9%，每年可減少約 900 噸 CO₂ 排放，並預估每年降低約 3,300 萬元電費。

此種 PPA 方式對地方政府而言，主要優點是由民間業者負責設備及投資、維護及管理，政府則依契約購買所產生的電力，可以降低一次性建置的財政負擔。

澎湖水資源回收中心屬於長期運轉設施，且抽水、曝氣及膜處理等設備均有一定用電需求，因此太陽光電確實具有評估價值。不過澎湖屬離島，還需要另外考量鹽害、強風、屋頂結構及設備維護等因素，不能單純以日本案例直接比照辦理。

（四）能源管理

污水處理設施本身屬於用電量較高的公共設施。因此，節能不能只從設備效率來看，操作方式也同樣重要。

本次參訪後認為，未來澎湖可以先從比較容易執行的能源管理做起，例如建立每月用電量及處理水量資料，再換算每立方公尺污水處理所需電量，觀察不同月份及不同進流量下的變化。

如果發現某一段期間耗電量明顯增加，再進一步檢查鼓風機、泵浦、曝氣系統等設備。這種方式比一開始就導入複雜的智慧系統更容易執行，也比較能累積本縣自己的操作資料。

肆、考察心得與建議事項

一、考察心得：

本次考察行程，主要拜訪日本下水道協會、參訪日本東京下水道展及川崎市入江崎水處理中心，於考察期間，透過與下水道相關專業人士的交流、資料蒐集與現地參觀，瞭解有關下水道工程之相關議題，留下深刻印象，茲就本次考察心得，彙整說明如下。

（一） 新建工程完成後，維護管理才是長期工作

本次參訪後較明顯的感受，是日本下水道工作已經從單純建設，逐漸轉向維護及更新。

澎湖目前仍有許多污水管線需要建設，因此施工進度仍然重要，但工程完成後如何管理也應該從現在開始準備。尤其管線及人孔數量增加後，如果沒有完整資料，未來遇到管線破損或需要修繕時，查找資料會相當耗時。

因此，建設階段即建立完整竣工資料，對未來維護工作應有直接幫助。

（二） 智慧化應從實際問題出發

本次展覽有很多 AI、IoT 及數位化技術，但實際觀察後可以發現，這些技術最終還是要回到現場問題。

例如：人員不足，就應該優先解決遠端監控及巡檢問題；CCTV 影像太多，就可以考慮利用 AI 協助篩選；設備故障難以即時發現，就應建立異常警報。

因此，澎湖未來若推動智慧化管理，建議不要一次建置過多功能，而是依實際需求逐項增加。

（三） 非開挖技術值得提前瞭解

目前澎湖污水下水道仍在建設階段，非開挖修繕的需求還不算大，但隨著管線逐年增加，未來勢必會遇到管線老化或局部破損問題。

如果等到發生問題才開始尋找修繕方式，準備時間會比較不足，因此可先蒐集不同管徑及不同破損型態適用的修繕工法，建立基本資料。

（四） 能源成本應納入水資源回收中心長期管理

污水處理設備需要長時間運轉，能源成本會直接影響日後操作經費。因此，未來水資源回收中心除了維持水質符合要求外，也應逐步建立能源管理概念。

先掌握每立方公尺處理水量的耗電量，再找出高耗能設備及改善方式，應是比較務實的作法。

（五） 離島環境更需要備品及遠端管理

澎湖與日本大型都市的條件不同，但有一點反而相當值得參考，就是維修資源有限的情況下，更需要做好設備管理。

未來重要設備可建立備品清單及最低安全存量，並透過遠端監視及異常通報，讓管理人員在設備尚未完全故障前即能掌握狀況，減少等待維修及材料運送的時間。

二、建議事項：

此次訪日行程，對於本縣在推動下水道工程方面，具相當程度之助益，綜合本次參訪之資料蒐集、現地參觀及專業人士間之討論內容，可將之歸納建議，分述如下：

（一） 逐步建立「污水管線履歷資料」

建議配合馬公地區污水下水道後續工程，逐步建立管線及人孔資料，至少包含管徑、材質、位置、埋設深度、施工日期、CCTV 檢視結果及後續修繕資料。

資料不必一次做到非常複雜，但應先建立統一格式，避免不同工程完成後資料格式不一致。

（二） 評估導入 AI 輔助 CCTV 判讀

可選擇部分既有污水管線進行試辦，將 CCTV 影像及人工判讀結果整理後，評估 AI 判讀的準確度及實際節省的人力。

初期仍應以人工判讀為主，AI 作為輔助工具，等資料累積到一定程度後，

再評估是否擴大使用。

（三） 建立水資源回收中心遠端監控

建議優先針對重要設備建立遠端監視及異常告警功能，包括鼓風機、抽水機、MBR 膜系統等。

第一階段先做到設備異常時能即時通知，後續再依實際使用情形增加趨勢分析及設備預警功能。

（四） 建立水資源回收中心能源管理指標

建議既有及新建水資源回收中心逐步建立用電及處理水量資料，計算單位處理水量耗電量，作為日後設備操作及節能改善的參考。

中衛水資源回收中心在規劃及設計階段，也可同步檢討高效率鼓風機、曝氣設備、變頻泵浦及能源監測等措施。

（五） 評估太陽光電及 PPA 方式

澎湖日照條件良好，建議盤點既有及新建水資源回收中心之屋頂、停車棚等空間，評估太陽光電自發自用的可行性。

如縣府一次投入建置經費有困難，也可參考川崎市導入 PPA 的方式，由民間業者負責投資及維護，政府依契約購電。

不過實際推動前，仍應評估屋頂結構、鹽害、強風、颱風、設備維修及契約年限等條件。

（六） 保留再生水利用的發展空間

澎湖水資源有限，水資源回收中心的處理水未來仍有再利用的可能，因此規劃階段不宜完全排除再生水。

建議先從廠內雜用、設備冷卻、植栽澆灌等用途評估，若未來有穩定需求，再考慮 RO、儲槽及輸配水管線等設備擴充。

再生水利用仍應以實際需求為前提，避免為了提高利用率而先行投入過大的設備及操作成本。

（七） 提前建立非開挖修繕資料

建議蒐集不同管徑、不同破損型態適用的非開挖修繕方式，未來遇到既有管線破損時，可依現場條件選擇適當工法。

尤其馬公市區道路開挖會涉及交通及道路復舊問題，若能以局部修補或內襯等方式處理，將可減少施工範圍及道路開挖次數。

（八） 強化人孔及密閉空間作業安全

未來污水管線增加後，人孔及地下設施維護工作也會增加，建議將氣體偵測、通風、救援及吊掛等設備納入維護作業標準。

實際作業時仍應依職業安全衛生相關規定辦理，並以可不進入人孔或管渠之檢查方式優先。

（九） 增加水資源回收中心對外展示功能

日本部分水處理中心已將污水處理設施與環境教育結合，除了讓民眾瞭解污水處理流程，也能增加對污水下水道建設的認識。

澎湖未來水資源回收中心營運穩定後，也可考慮設置簡單的展示空間、流程圖或導覽動線，讓民眾瞭解污水從家戶排出後如何經過處理，以及處理水及污泥後續如何利用或處置，對推動污水接管應有正面幫助。

伍、結語

本次赴日本參加下水道展及參觀入江崎水處理中心，最大的收穫並不是單純看到多少新設備，而是對日本下水道事業長期維護管理的方式有較具體的認識。

日本目前面對的問題，很多都是設施建設多年後才逐漸出現的，包括管線老化、設備更新、人力不足及維護經費增加等。對仍處於建設階段的澎湖而言，這些問題雖然現在還沒有全部浮現，但未來仍可能陸續面對。

因此，本次考察後認為，澎湖現階段除了持續推動污水管線及水資源回收中心建設外，也應同步開始準備後續維護管理工作，包括完整保存管線及設備資料、建立設備履歷、加強遠端監控、掌握能源使用情形及提前瞭解非開挖修繕技術等。

至於智慧監控、太陽光電及再生水等新技術，則不宜為了追求新技術而導入。應先確認本縣實際需求，再依財政、人力及維護條件分階段辦理。

澎湖的條件與日本大都市不同，許多日本技術未必能直接套用，但日本在長期營運管理、設備更新及資源利用方面所累積的經驗，仍有不少值得參考之處。未來本府推動污水下水道建設時，可持續蒐集相關技術及管理經驗，並依澎湖的人口規模、地理條件及離島特性進行調整，逐步建立適合本縣的污水下水道管理方式。

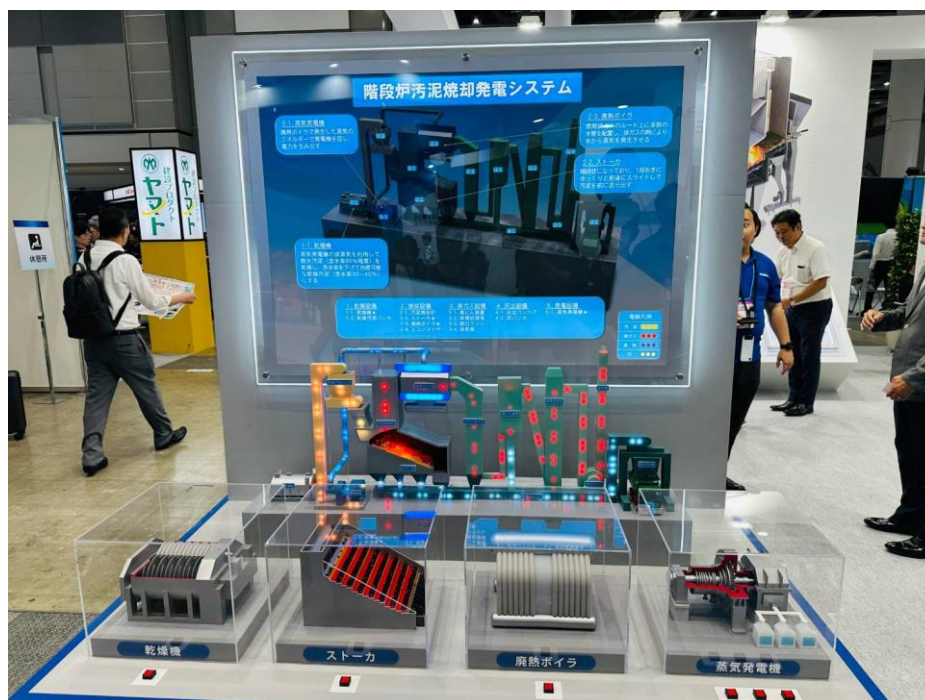
陸、附録

2026 東京下水道展参訪

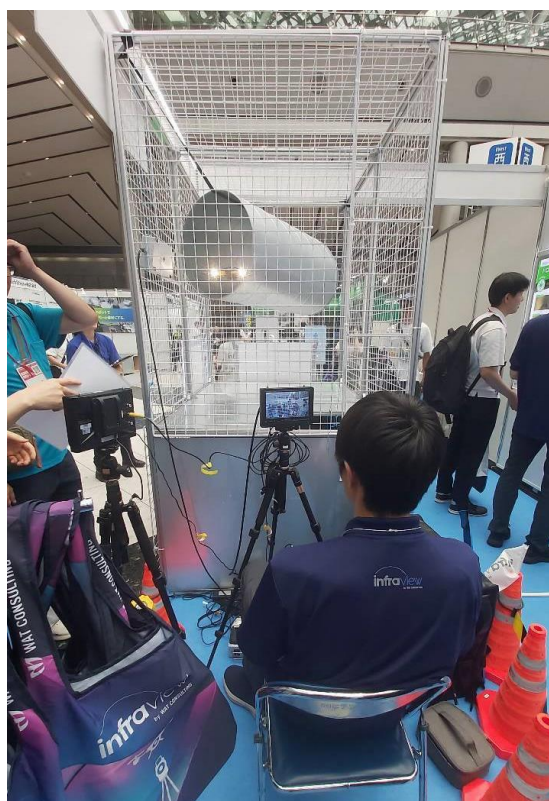


2026 東京下水道展会場地圖





展示攤位-無人載具進行管渠檢視操作



展示產品-無人機（進行 No Entry 管路檢查）



展示產品-機器狗（進行 No Entry 管路檢查）



展示產品-擴散式硫化水素測定器（人恐氣體偵測使用）



拜會日本下水道協會



入江崎水處理中心參訪



入江崎水處理中心簡介

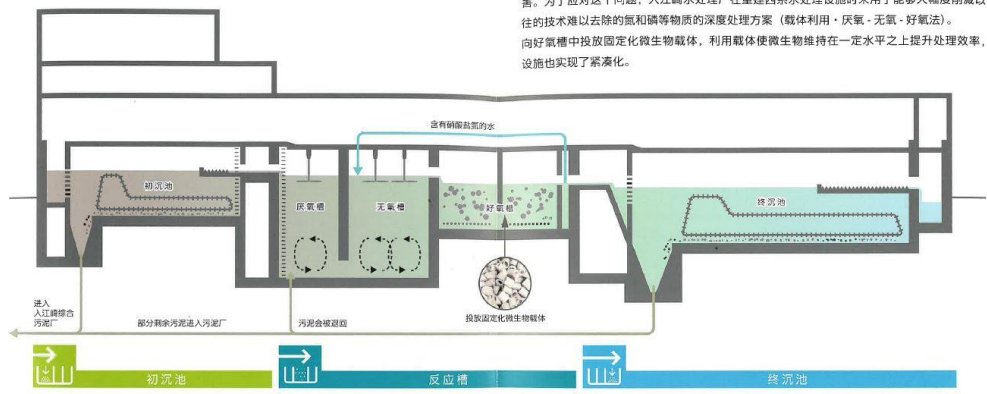


入江崎水處理中心服務範圍



入江崎水處理中心處理程序

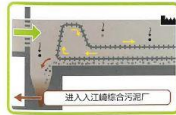
深度处理的流程



在东京湾由于污水所含的氮和磷等物质导致水质富营养化，目前仍然会发生赤潮等灾害。为了应对这个问题，入江崎水処理厂在重建西系水処理设施时采用了能够大幅度削减以往的技术难以去除的氮和磷等物质的深度处理方案（载体利用・厌氧・无氧・好氧法）。向好氧槽中投放固定化微生物载体，利用载体使微生物维持在一定水平之上提升处理效率，设施也实现了紧凑化。

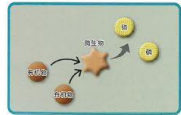
初沉池

经沉淀池管理除去较大垃圾的污水会被泵抽送到这个初沉池。这里水流缓慢，可以使较小的垃圾沉淀。而在这里沉淀的垃圾会被污泥集中起来送入入江崎综合污水处理厂。



厌氧槽

在这个没有氧气的槽中具有产酸菌的性质，微生物会将脂肪在体内的糖释放出来。同时，微生物会使用此时产生的能量将污水中的有机物（污物）吸收进体内。



无氧槽

在之后的好氧槽中产生的含有硝酸盐的水会被送回这个槽中。在这个没有溶解氧的槽中，反硝化细菌会利用硝酸盐中的氮分解有机物。此时由硝酸盐转化而来的氮会以气体的形式被释放到空气中，从污水中消失。



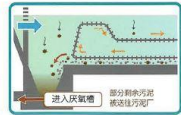
好氧槽

在这里向水中输送空气激活微生物，包括吸收有机物的微生物。将水中的氮转化成硝酸盐的微生物。将在厌氧槽中释放出的上还原吸收进体内的微生物等，各种微生物经激活后各显身手。



终沉池

含有许多已经完成任务的微生物的活性污泥在反应槽中沉淀。这些污泥被送回厌氧槽。部分剩余污泥被送入入江崎综合污水处理厂。将使用菌进行消毒后的上清液引到东京湾。



入江崎水處理中心實地考察-儀空中心



入江崎水處理中心實地考察-展示中心



入江崎水處理中心實地考察-處理設施



