

出國報告（出國類別：考察、開會）

赴日本考察「運用人工智慧(AI)及小水力發電強化水資源管理實務」

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：吳分署長明華、鄭簡任正工程司詠祥、胡科長盟宗、
曾科長財益、李科長榮着、方正工程司昆冬、陳工程
員建翰

派赴國家：日本

出國期間：中華民國 113 年 10 月 20 日至 10 月 26 日

報告日期：中華民國 114 年 1 月

摘要

為因應極端氣候挑戰，強化台灣承洪韌性，考量台灣未來水資源環境及人口結構變化，運用人工智慧(AI)技術輔助水資源管理工作將越來越重要，又考量小水力發電為能源轉型政策發展進行式，爰此次規劃至日本考察河川管理運用、治水防洪實務、小水力發電營運規劃等議題。

本次考察地點選定以水域發展享譽國際的日本水都大阪(關西地區)作為學習借鏡，期望汲取日本於營運管理及技術相關政策等經驗，以作為水利署推動相關業務之參考。本次拜訪大阪地方機關包含大阪市大阪港灣局、大阪府都市整備部，及拜訪大阪民間組織β本町橋、北濱水邊協議會，並前往兵庫縣拜訪宍粟市產業部、關西廣域小水力利用推進協議會及考察黑土川小水力發電廠；另至京都府考察日吉水壩及嵐山保勝會小水力發電廠進行現勘與交流。

透過考察大阪港灣局設置AI攝影機及拜訪β本町橋、北濱水邊協議會，瞭解日本於河川管理上，不僅利用人工智慧(AI)技術簡化維護管理人力工作，並朝向以立即警示來預防非法行為發生。在河川區域管理法規修訂，於防洪安全無虞下，適度開放水域環境，提升水岸空間環境品質。狹山池於日本水資源人文及歷史亦極具重要地位，不僅維護1400多年水庫持續運作功能，更增強水庫防洪功能。

現勘大阪府都市整備部所轄三大水門及地下河川設施，瞭解大阪沿海低窪地區利用三大水門及抽水站進行區域防洪；盆地地形滯洪策略，透過地下河川增加滯洪空間。可作為未來台灣西部沿海低窪地區防洪治理及大台北地區或都市河川滯洪空間的參考借鏡。

參訪三處小水力發電設施，黑土川小水力發電廠、嵐山保勝會小水力發電廠及日吉水壩發電廠，請教規劃設計執行過程及營運管理方式。黑土川小水力發電廠及嵐山保勝會小水力發電廠由地方居民投資營運並採用低維管設施，日吉水壩發電廠則由法人機構營運。每座小水力發電條件不一，需因地制宜。

本次赴日考察成果豐碩獲益良多，學習到日本預防管理思維有別於台灣事後取締方式，透過地方居民、民間組織與行政部門共同努力成功親近河川，因應氣

候變遷下流域防洪滯洪策略，小水力發電廠之地方營運維護管理上經驗給予反饋，可供水利署後續推動河川管理、防洪滯洪及小水力發電策略之借鏡參考。

目錄

摘要.....	I
目錄.....	III
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
壹、目的.....	1
貳、成員及行程.....	2
一、 考察成員.....	2
二、 主要行程.....	4
參、過程紀要.....	11
三、 拜訪大阪港灣局及考察 AI 攝影機.....	11
四、 考察狹山池及參訪狹山池博物館.....	13
(一) 狹山池的建造.....	14
(二) 各時期改修.....	16
(三) 平成大改造.....	18
(四) 灌溉範圍變遷.....	19
(五) 狹山池博物館.....	21
五、 考察日本河川區域管理.....	24
六、 拜訪β本町橋.....	29
七、 拜訪北濱水邊協議會.....	33
八、 考察三大水門.....	36
(一) 西大阪地區之三大水門來由.....	38
(二) 風暴潮對策.....	38
(三) 規劃目標.....	39
(四) 舊淀川筋潮閘系統.....	39
(五) 神崎川沿岸的防潮堤系統.....	41

(六)	西大阪地區三大水門.....	43
九、	考察地下河川.....	48
(一)	寢屋川流域總合治水.....	49
(二)	寢屋川南部地下河.....	51
(三)	寢屋川北部地下河.....	56
(四)	大阪府 ICT 活用工程的措施.....	58
十、	拜訪兵庫縣宍粟市政府.....	63
十一、	拜訪關西廣域小水力利用推進協議會.....	64
十二、	考察黑土川小水力發電廠.....	65
十三、	拜訪日吉水壩管理事務所.....	76
十四、	嵐山保勝會小水力發電所.....	83
肆、	心得與建議.....	90
一、	心得.....	90
二、	建議.....	93
伍、	參考文獻.....	95

表目錄

表 1 本次考察團員表.....	2
表 2 協助人員表.....	3
表 3 考察行程表.....	5
表 4 本次考察小水力發電廠差異比較.....	92

圖目錄

圖 1 拜訪大阪市大阪港灣局之合影.....	6
圖 2 參訪狹山池博物館之合影.....	6
圖 3 現勘狹山池之合影.....	7
圖 4 拜訪北濱水邊協議會之合影.....	7
圖 5 現勘三大水門之合影.....	8
圖 6 現勘地下河川之合影.....	8
圖 7 拜訪兵庫縣宍粟市產業部之合影.....	9
圖 8 拜訪關西廣域小水力利用推進協議會及黑土川小水力發電所之合影.....	9
圖 9 現勘日吉水壩之和影.....	10
圖 10 現勘嵐山保勝會小水力發電設施之合影.....	10
圖 11 大阪港灣局管轄區域圖.....	11
圖 12 AI 攝影機設置示意圖.....	12
圖 13 AI 攝影機考察照片.....	13
圖 14 狹山池堤防斷面圖.....	14
圖 15 敷葉工法示意圖.....	15
圖 16 狹山池博物館展示敷葉工法遺跡照片.....	15
圖 17 木製的樋管.....	16
圖 18 狹山池博物館展示慶長改修說明照片.....	17
圖 19 狹山池博物館展示取水設施示意照片.....	18
圖 20 狹山池考察照片.....	19
圖 21 狹山池博物館灌溉範圍展示照片.....	20
圖 22 狹山池博物館展示狹山池早期木製設施位置照片.....	21
圖 23 狹山池博物館區域簡介圖.....	22
圖 24 狹山池博物展示堤防斷面完整保存照片.....	23
圖 25 狹山池博物館展示早期木製取水設施完整保存照片.....	24

圖 26 河川區域線設施.....	25
圖 27 河川敷地占用許可準則放寬.....	25
圖 28 河川設施示意圖.....	26
圖 29 廣島市京橋川，河邊使用前後比較.....	26
圖 30 公私協力組織.....	27
圖 31 公私協力分工.....	27
圖 32 公私協力從這裡開始.....	28
圖 33 2015 年東京會議水邊活動發想圖.....	28
圖 34 日本全國水邊乾杯活動.....	29
圖 35 東橫堀川落墩建造高速公路.....	30
圖 36 清潔、打掃、種花.....	30
圖 37 東橫堀川沿岸恢復委員會利用公園和河流進行的社會實驗.....	31
圖 38 城鎮與兒童照護提案.....	33
圖 39 土佐堀川護岸露臺考察照片.....	34
圖 40 露臺(川床)概念提案與搭設.....	35
圖 41 露臺(川床)入夜河景考察照片.....	36
圖 42 大阪城位於上町台地北側，是大阪市內地勢較高的地區.....	37
圖 43 防潮水門及毛馬排水泵站.....	40
圖 44 毛馬排水泵站.....	40
圖 45 防潮水門.....	41
圖 46 神崎川沿岸的防潮堤系統.....	42
圖 47 計畫防潮堤高.....	42
圖 48 三大水門位置圖.....	44
圖 49 木津川水門更新圖.....	46
圖 50 木津川新水門建設中.....	46
圖 51 安治川新水門位置圖.....	47

圖 52 尻無川新水門位置圖.....	48
圖 53 寢屋川流域總合治水.....	50
圖 54 寢屋川流域地形圖.....	51
圖 55 寢屋川南部地下河.....	52
圖 56 寢屋川南部地下河及南部流域污水處理擴建幹線的綜合蓄水作業.....	53
圖 57 美園豎井至若江豎井施工中使用的潛盾機（內徑約 6.9 公尺）.....	54
圖 58 若江立坑考察照片.....	55
圖 59 2018 年 7 月因大雨若江立坑現況.....	55
圖 60 城北立坑土質.....	56
圖 61 沉箱施工法.....	57
圖 62 沉箱施工法.....	57
圖 63 城北立坑基本資料.....	58
圖 64 立坑挖掘機考察照片.....	61
圖 65 立坑挖掘機現場挖掘.....	62
圖 66 挖掘機控制面板即時監控考察照片.....	62
圖 67 兵庫縣宍粟市市役所.....	63
圖 68 吳明華分署長致贈宍粟市中村部長禮品.....	64
圖 69 考察團與黑土川小水力發電公司代表人員進行交流.....	66
圖 70 吳明華分署長致贈黑土川小水力發電公司禮品.....	66
圖 71 黑土川小水力發電廠水源頭黑土瀑布及鳥居.....	67
圖 72 大正 12 年(1923)的水力發電站.....	67
圖 73 黑土川小水力發電有限公司組織圖.....	68
圖 74 黑土川小水力發電有限公司組織運作情形.....	68
圖 75 黑土川小水力發電設施配置示意圖.....	69
圖 76 黑土川小水力發電管線配置圖.....	69
圖 77 黑土川小水力發電公司向考察團介紹取水設施.....	70

圖 78 取水堰考察照片	71
圖 79 取水堰上游防砂壩考察照片	71
圖 80 取水堰位置利用原有農業取水設施考察照片	72
圖 81 壓力管線沿山腳下地形鋪設考察照片	72
圖 82 分水槽考察照片	72
圖 83 分水槽以農業用水優先使用考察照片	73
圖 84 取水堰考察照片	73
圖 85 低維護管理功能的不鏽鋼取水堰考察照片	74
圖 86 黑土川小水力發電廠發電機房考察照片	74
圖 87 黑土川小水力發電公司向考察團介紹發電廠發電設備考察照片	74
圖 88 水輪機具有緊急自動停機的自我保護機制設計考察照片	75
圖 89 電腦自動監控設施考察照片	75
圖 90 2023 年氣候變遷行動環境部長獎頒獎典禮	76
圖 91 日吉水壩	77
圖 92 日吉水壩及周邊發電設備	78
圖 93 日吉水壩透視設備圖	78
圖 94 日吉水壩管理所所長市原裕之上課講解	79
圖 95 日吉水壩資訊展示館考察照片	80
圖 96 日吉水壩水輪機與發電機考察照片	80
圖 97 日吉水壩水力發電設備名牌	81
圖 98 日吉水壩水車設備名牌	81
圖 99 日吉水壩選擇取水設施圖(採用環形多級滾輪閘門)	82
圖 100 致送禮品予所長市原裕之	82
圖 101 嵐山小水力發電	85
圖 102 嵐山小水力發電	86
圖 103 嵐山小水力發電設備示意圖	86

圖 104 小水利發電資訊看板.....	87
圖 105 渡月橋夜間照明.....	87
圖 106 渡月橋黃昏照明.....	88
圖 107 嵐山保勝會擔當理事吉田憲司為團員講解.....	88
圖 108 團長致贈紀念品予理事吉田憲司.....	89

壹、目的

為因應極端氣候挑戰及因應少子化與高齡化衝擊勞動力，考量台灣未來水資源環境及人口結構變化，如何運用最新人工智慧(AI)技術輔助水資源維護管理業務，及應用資訊與通訊技術(ICT, Information and Communication Technology)發展提升生產力之技術能力，來大幅提高工作效能、減少勞動力、提高施工安全性。

在沿海低窪地區常遭受潮浪侵襲威脅，設置水門與抽水站是常見的防洪設施；在都會地區，面臨土地開發飽和，滯洪土地及空間難尋，新建滯洪池、堤防加高及河道拓寬已難以執行，觀摩學習日本防洪治水策略，朝向結合不同尺度及多元防洪滯洪思維。

台灣面臨能源轉型，綠能已成為全球能源轉型趨勢，小水力發電在台灣綠能發展中有很大潛力，進一步了解如何利用較小的水頭落差及流量開發小水力發電，民間或團體在開發、設計、施工與回饋當地的需求，與實際執行上遭遇的問題，藉此汲取日本在既有水利設施發展再生能源的寶貴經驗，提供我國後續實際執行類似計畫之參考。

鑒於日本地理環境與臺灣相似，本次考察希望拜會大阪市大阪港灣局、大阪府都市整備部、 β 本町橋、北濱水邊協議會、兵庫縣宍粟市產業部、關西廣域小水力利用推進協議會等單位，瞭解日本最新河川管理運用、治水防洪策略、小水力發電營運規劃等相關政策，作為國內未來處理相關問題時做為參考，並安排現勘實際瞭解現場及相關作業，期能學習日本相關技術與新知並進行交流。

貳、成員及行程

一、 考察成員

本次考察團成員共7人，由經濟部水利署第五河川分署吳分署長明華率團，成員包含經濟部水利署水利行政組鄭簡任正工程司詠祥、經濟部水利署水源經營組胡科長盟宗、經濟部水利署第三河川分署曾科長財益、經濟部水利署第八河川分署李科長榮着、經濟部水利署第六河川分署方正工程司昆冬、經濟部水利署第七河川分署陳工程員建翰，並聘請翻譯張叡哲先生擔任即席翻譯，透過日本公益財團法人河川整備研究所協助接洽日方單位。經過多次工作會議討論、安排參訪行程地點、聯繫日方單位協助接洽、到赴日完成考察行程，充分展現團隊高效合作及協調性。

表 1 本次考察團員表

姓名(Name)	部門(Office & Division)	職稱(Title)
吳明華	經濟部水利署第五河川分署	分署長 Director
鄭詠祥	經濟部水利署水利行政組	簡任正工程司 Senior Engineer
胡盟宗	經濟部水利署水源經營組	科長 Section Chief
曾財益	經濟部水利署第三河川分署	科長 Section Chief
李榮着	經濟部水利署第八河川分署	科長 Section Chief
方昆冬	經濟部水利署第六河川分署	正工程司 Engineer
陳建翰	經濟部水利署第七河川分署	工程員 Assistant Engineer

表 2 協助人員表

姓名(Name)	部門(Office & Division)	職稱(Title)
塚原浩一	河川整備研究所	代表理事
宮川幸雄	河川整備研究所	主席研究員
阿部充	河川整備研究所	主任研究員
友永良太	大阪市大阪港灣局 計畫整備部施設管理課	課長
上田拓磨	TOA株式會社	設備士
平野淳	大阪府 狹山池博物館	副館長
依藤智子	β 本町橋	總經理
末村巧	北濱水邊協議會	理事
繁下哲哉	大阪府都市整備部	組長
和田成夫	大阪府都市整備部	主査
中村仁志	兵庫縣宍粟市產業部	部長
寺元久史	兵庫縣宍粟市 產業部森林環境課	次長兼課長
野場敢滋	兵庫縣宍粟市 產業部森林環境課	主査
新川達郎	關西廣域小水力利用推進協議會	會長
岡山秀行	關西廣域小水力利用推進協議會	副會長
里中悅子	關西廣域小水力利用推進協議會	里事事務局長
市原裕之	日吉水壩管理所	所長
吉田憲司	嵐山保勝會小水力發電所	理事
張叡哲	京都大學	博士

二、 主要行程

本次考察地點以日本水都大阪為主要行程，另至兵庫縣及京都府考察小水力發電設施。

赴日本考察期間共拜訪大阪地方機關包含大阪市大阪港灣局、大阪府都市整備部，及拜訪大阪民間組織 β 本町橋、北濱水邊協議會，並前往兵庫縣拜訪宍粟市產業部、關西廣域小水力利用推進協議會及考察黑土川小水力發電廠；另至京都府考察日吉水壩及嵐山保勝會小水力發電廠進行現勘與交流。並透過日本公益財團法人河川整備研究所協助接洽日方單位及民間組織。赴日出訪行程共計7天，詳細行程詳如表3所示，圖1~10為相關考察合影照片。

表 3 考察行程表

日期	活動時間	主要活動	地點
10/20(日)	全日	啟程：桃園→關西	關西機場
10/21(一)	上午	拜訪大阪市大阪港灣局	大阪港灣局
		現勘港灣 AI 攝影機設施	現地
	下午	參訪狹山池博物館	狹山池博物館
10/22(二)	上午	參訪β本町橋周圍設施	大阪β本町橋
	下午	參訪中之島公園周邊及北濱水邊協議會	中之島公園
10/23(三)	上午	參訪三大水門	尻無川、木津川及安治川水門設施
	下午	參訪寢屋川地下河川	寢屋川北部地下河川城北立坑及南部地下河川若江立坑設施
10/24(四)	上午	拜訪兵庫縣宍粟市產業部	宍粟市役所
		拜訪關西廣域小水力利用推進協議會	宍粟市役所
	下午	參訪黑土川小水力發電所	黑土川小水力發電所
10/25(五)	上午	參訪日吉大壩管理所	日吉大壩管理所
	下午	參訪嵐山保勝會水力發電所	嵐山保勝會水力發電所
10/26(六)	全日	返程：關西→桃園	關西機場



圖 1 拜訪大阪市大阪港灣局之合影

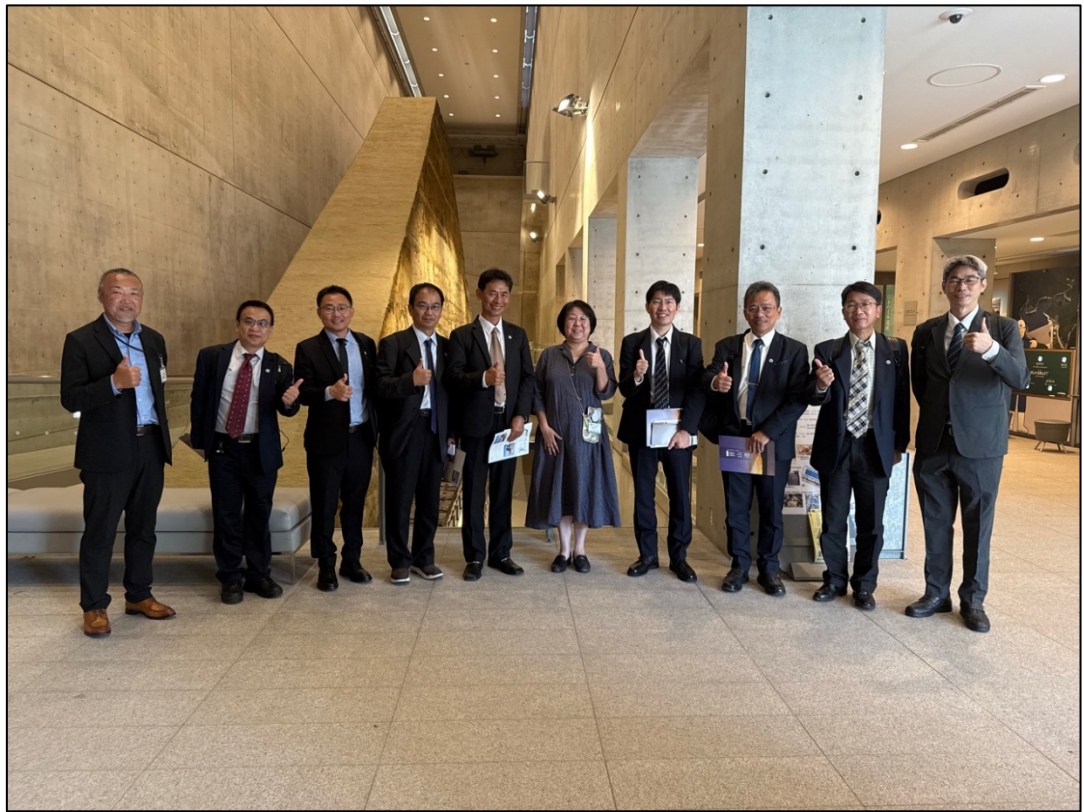


圖 2 參訪狹山池博物館之合影



圖 3 現勘狹山池之合影



圖 4 拜訪北濱水邊協議會之合影



圖 5 現勘三大水門之合影



圖 6 現勘地下河川之合影



圖 7 拜訪兵庫縣宍粟市產業部之合影



圖 8 拜訪關西廣域小水力利用推進協議會及黑土川小水力發電所之合影



圖 9 現勘日吉水壩之和影



圖 10 現勘嵐山保勝會小水力發電設施之合影

參、過程紀要

三、 拜訪大阪港灣局及考察AI攝影機

大阪港擁有包括大阪都會圈在內的廣闊腹地，一直對日本經濟、文化、社會的發展發揮領導作用。它也作為公民生活的基礎、支持當地產業發展、培育與時俱進的新興產業發揮著重要作用。為了成為擁有國際競爭力，符合使用者的需求，從2020年10月1日開始，大阪市和大阪府共同設置了「大阪港灣局」，將大阪港和府營港灣堺泉北港、阪南港、二色港、泉佐野港、泉州港、尾崎港、淡輪港、深日港作統一管理。大阪港灣主要分為夢洲碼頭、咲洲碼頭、舞洲碼頭、天保山客運站、國際客運碼頭、區域樞紐港等六大特色分區，其中以夢洲碼頭、咲洲碼頭為發展的重點區域。



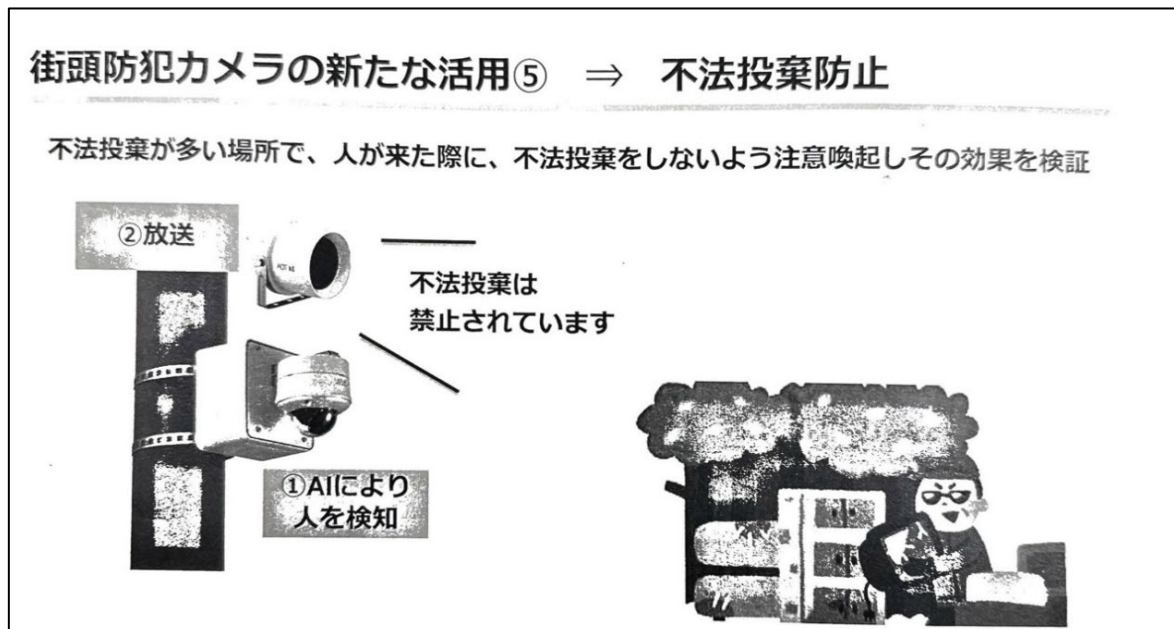
資料來源：

https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/soshikikarasagasu/bu_kowan/index.html

圖 11 大阪港灣局管轄區域圖

大阪港灣局掌管事務包括海岸與港灣的規劃與開發、基礎設施建設、維護管理及相關事業推動等。本次拜訪的單位係大阪港灣局計劃整備部設施管理課，由担当係長友永良太先生及間路直弥先生接待與解說。大阪港灣局因在港口與海岸地區頻繁發生非法傾倒垃圾廢棄物行為，於113年4月間與公安單位合作試辦設置AI攝影機，當相機偵測到有人時，會從連接的揚聲器發出自動音訊警告，防止港口道路非法傾倒行為。AI攝影機主要是分析偵測攝影畫面，倘具有可判斷為人的頭部（圓形）之特徵時，即可觸發，並發出「不法投棄は禁止されています（禁止非法傾倒）」警告聲響。

日本人非常重視肖像權及隱私權，即使不是刻意，如果有可能使他人入鏡，則必在拍攝前獲得同意。所以在台灣隨處可見的攝影機，在日本僅有少數路口或建築物有施設。而且必須有明確的標示，讓路過的人可以清楚地知道攝影機的存在，如果在意的人就可以自行迴避。所以AI監視影像辨識在日本，目前尚未有完整的發展與應用。究其原因並不是因為技術上的問題，而是對於隱私權的重視。



資料來源：大阪港灣局簡報

圖 12 AI 攝影機設置示意圖



圖 13 AI 攝影機考察照片

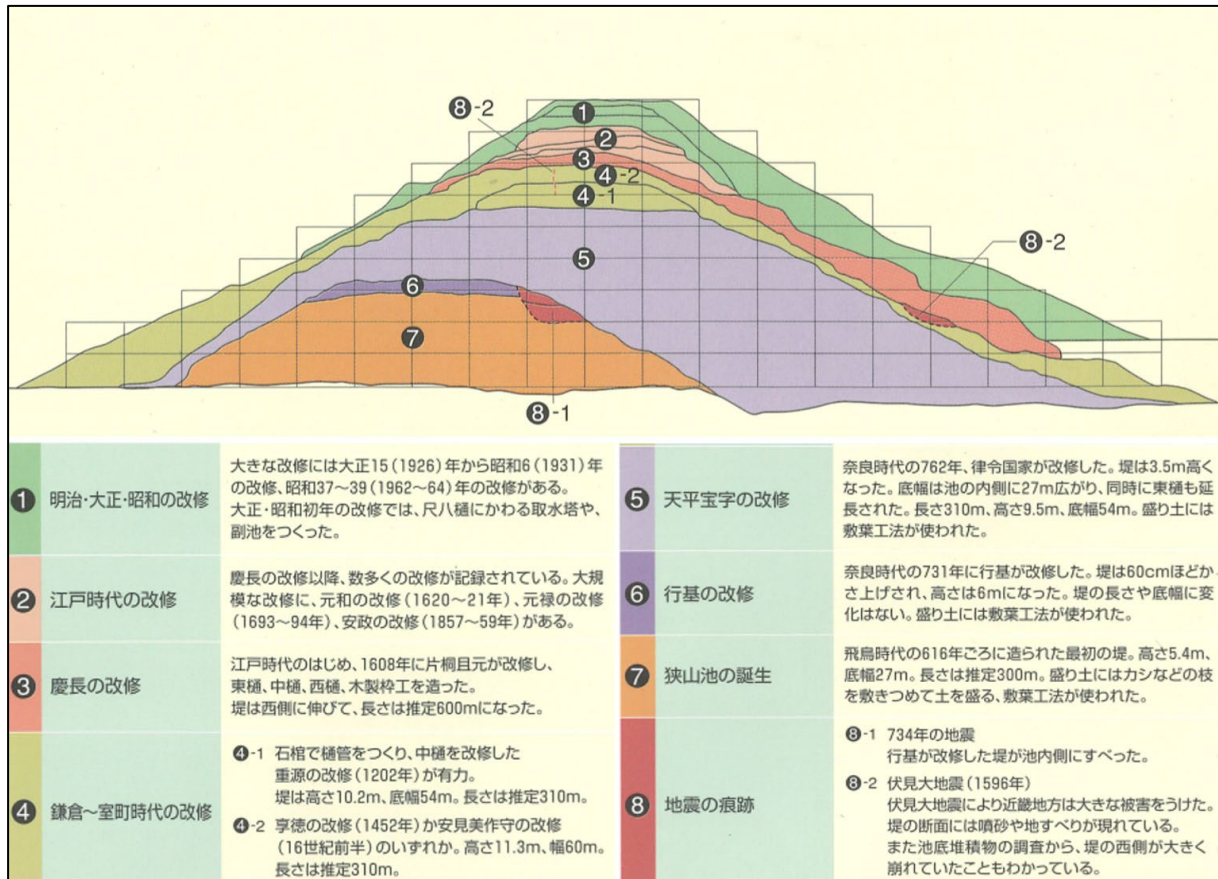
四、 考察狹山池及參訪狹山池博物館

本行程是第二天的下午，雖然禮拜一是博物館的休館日，不過在河川整備所的協助下，讓整個行程仍能順利進行。而且館方也很重視的指派副館長平野淳女士為我們介紹狹山池的歷史及導覽博物館的相關展示內容。

據考察狹山池建造約於西元616年飛鳥時代，是日本最古老的水庫。其外圍3.4公里長、面積約40萬平方公尺，有著1400年期間灌溉下游農田的歷史。現在主要目的已經不是為了確保農業用水，而是為了預防及避免大雨時在其下游的西除川洪水泛濫成災。

這座水庫應用了各時代人們的智慧與巧思，才逐漸成為今日的面貌。包括西元731年(天平3年)僧人行基曾進行維修，鎌倉時代則有僧人重源進行改修，乃至江戶時代武士片桐且元進行大規模維修。而到了現代，大阪府於1926年(大正15年)~1931年(昭和6年)，以及1988年(昭和63年)~2002年(平成14年)之間也進行了大幅整修。每次修復時，都增加了大壩的高度與厚度。而作

為大阪狹山市的象徵，狹山池一直在供應農田用水。並且在最近一次的翻新中增強了防洪功能，使其成為一個重要的防洪設施和公園。而在2014年，狹山池因其歷史價值而被國際灌溉與排水委員會登錄為世界灌溉工程遺產，並在2015年被指定為日本的國家史蹟。

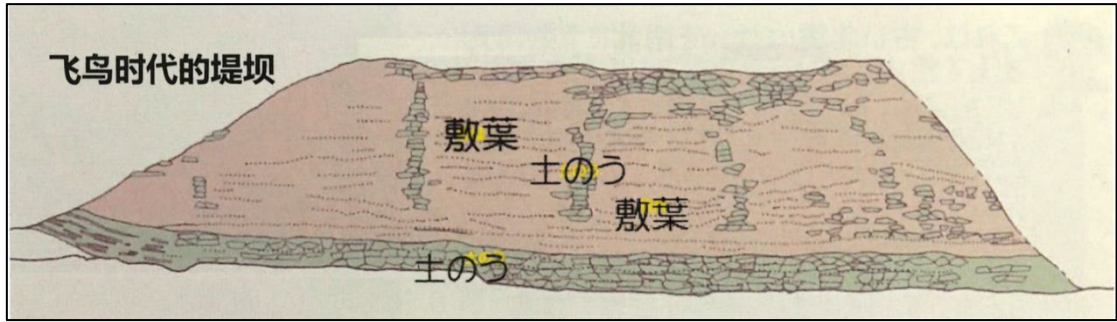


資料來源：狹山池博物館簡報

圖 14 狹山池堤防斷面圖

(一) 狹山池的建造

狹山池在建造壩體時，使用了「敷葉」工法，這是一種在土壤中鋪上樹枝和樹葉並分層加以夯實的技術，可以穩固土壤並減少水分流失。這項技術先從中國傳入朝鮮半島，然後再傳入日本。據館方人員說明，平成大改造時被挖開的大壩土層中，被用以敷葉工法的樹葉，有些還維持著原始綠色的樣貌。想是大壩夯實後阻絕空氣與水的接觸，才讓樹葉不致腐化所致。



資料來源：狹山池博物館簡報

圖 15 敷葉工法示意圖

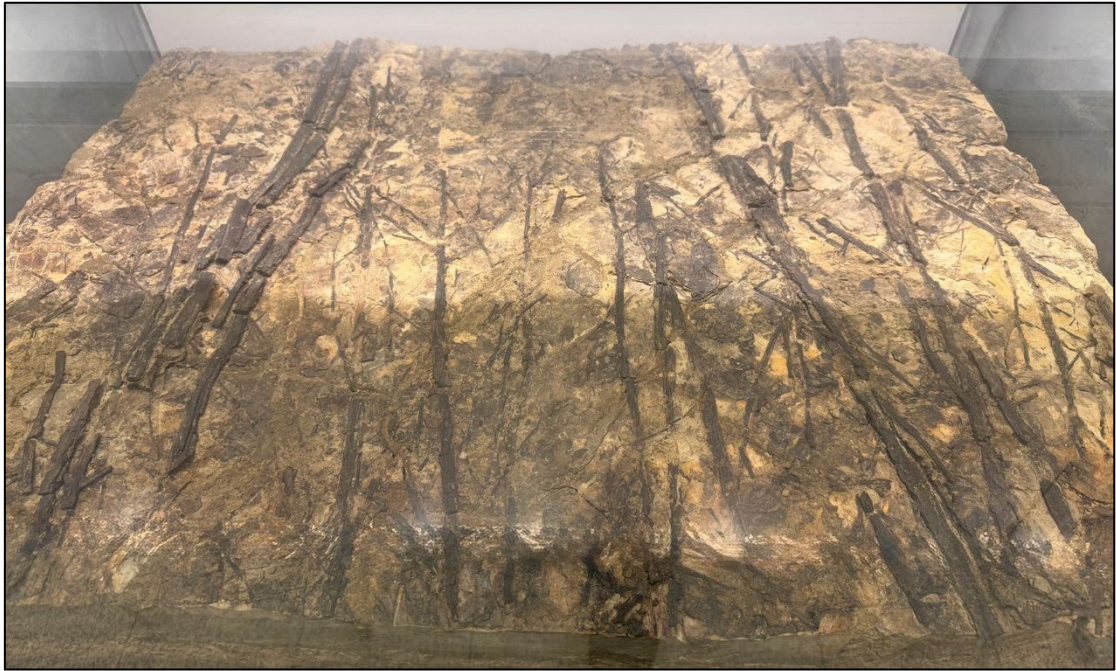


圖 16 狹山池博物館展示敷葉工法遺跡照片

另外為了引取用水，在壩體下方安裝了有木製的樋管，透過這個管道可以將狹山池內部蓄存的水輸送至下游。在飛鳥時代建造的初期，這個樋管是用七根高野槿（樹名）的中空樹幹排列接起來的管道，長約60公尺，並在管道接合處做了防漏水加工。



資料來源：狹山池博物館簡報

圖 17 木製的樋管

(二) 各時期改修

鎌倉時代僧人重源改修時，考慮到木頭會腐爛而石頭不會腐爛，而將樋管的材料改成石棺替代。並將狹山池的水引流至西除川西側(現在的堺市)，由此拓展了農田的範圍，並因此形成了村落。

1596年發生了大地震，京都的伏見城倒塌，狹山池也受損嚴重。當時一位名叫片桐且元的武士，在江戶時代的1608年改修了狹山池，這在歷史上稱為「慶長改修」。主要工程包括：修建東樋、中樋、西樋等樋管、木製網格狀防滑坡牆，重建西除，新建東除，並提升堤壩高度。此時的樋管，則改用大量的釘子將木板結合在一起。有些木板上還有烙印，據說是承包工程的商人烙上的。

其中西樋跟中樋的取水設施有四層，東樋只有一層。四層的取水設施可以

在不同水位時，更容易開啟或關閉取水閘門。另外在平成年間的改修時，還發現了最下面還有第四根樋管。

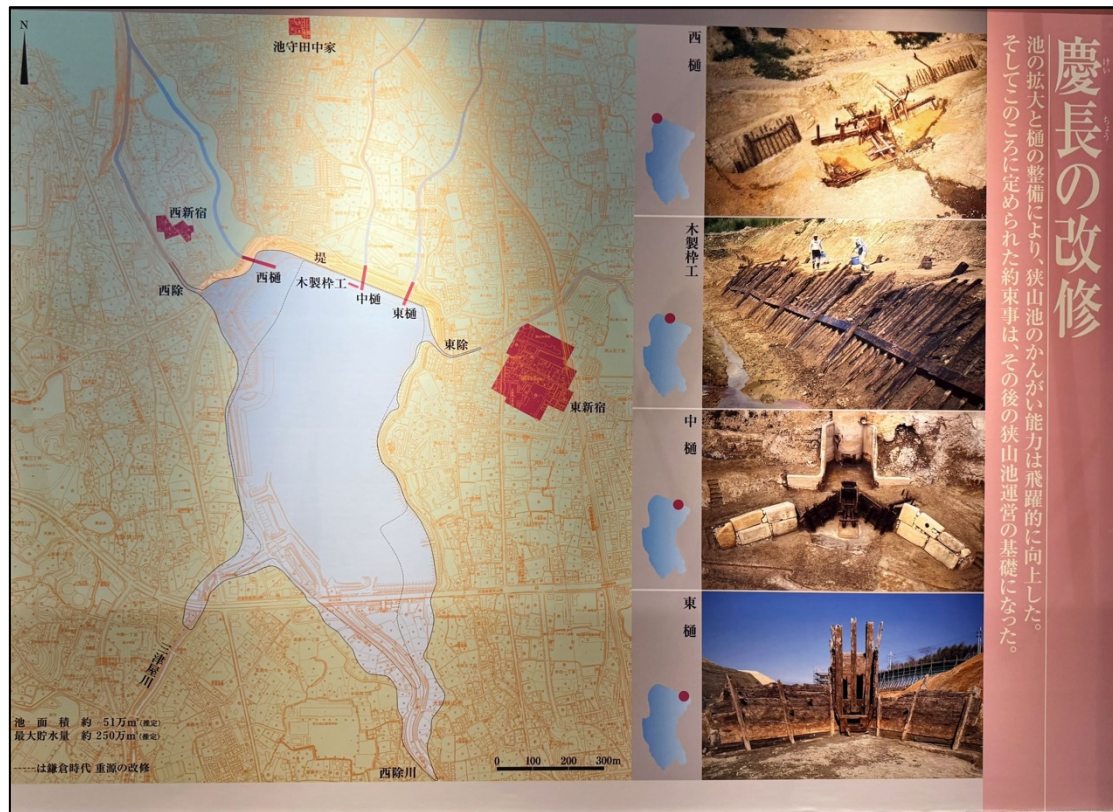


圖 18 狹山池博物館展示慶長改修說明照片

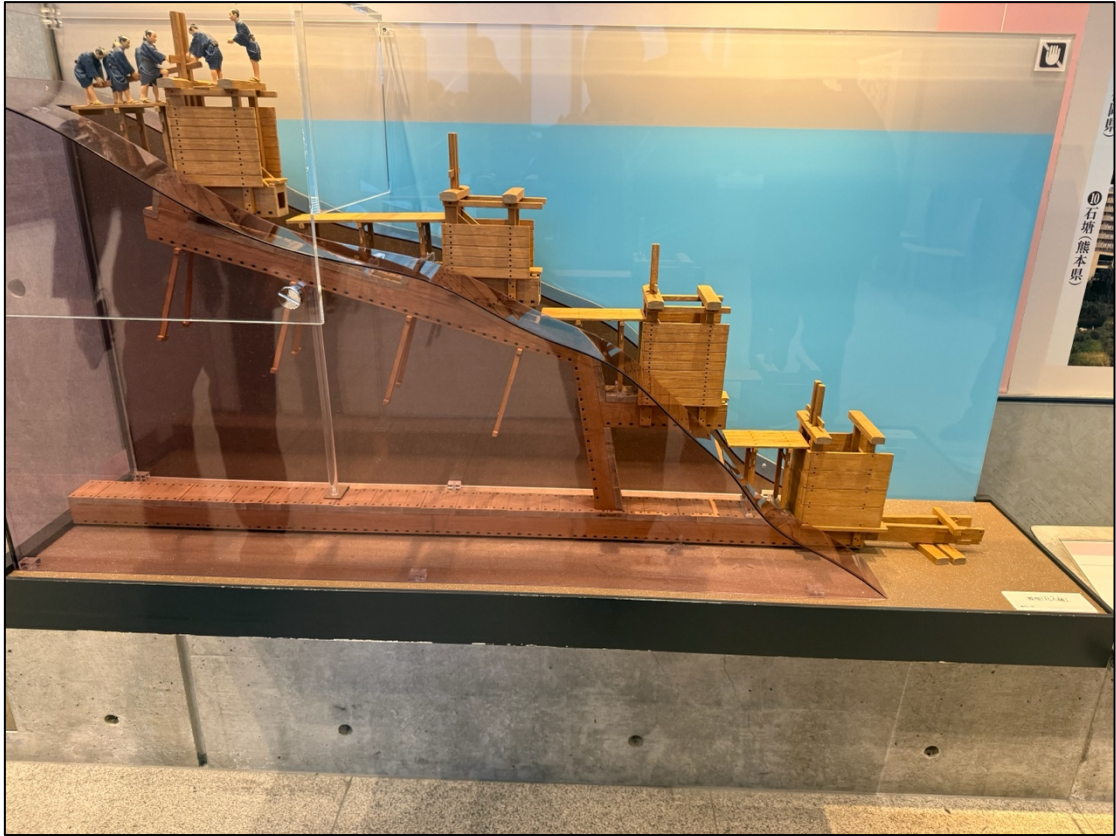


圖 19 狹山池博物館展示取水設施示意照片

在「慶長改修」後的1926年至1931年大正、昭和初年的改修，則將四根樋管改建為混凝土管，並且建造了混凝土取水塔，同時修建了副池。

（三）平成大改造

而大阪府在平成年間的改修，更為了治理西除川與東除川流域，將狹山池改建成現代化的水庫。儲水量也從原先180萬噸增加至280萬噸。狹山池大壩「平成的大改造」，目的是為了避免如在昭和57年的暴雨所造成西除川和東除川流域的洪水災害所產生的巨大損失再度發生，將原本作為農業用蓄水池的狹山池進行增加洪水調節功能的改造工程。工程其實從昭和63年就開始施工，主要目的是為了將從上游流出的大量雨水暫時儲存在狹山池。在這次的工程中，為了在原本農業用水所需要的180萬立方公尺儲存能力外，可以再增加100萬立方公尺的雨水儲存空間，大阪府將約36公頃的狹山池的池底挖了3公尺，並加高了堤

防1公尺。然後，在堤壩上修建了可以環繞池塘一圈的2,850公尺的散步道，種植了大約一千棵櫻花。另外，在施工前的調查中，從堤防下發現了以前的木製樋管等遺跡，確認堤壩上還殘留著1400年的改造痕跡。為了將這些遺跡挖掘出來保存，同時將狹山池的歷史和這次大改造的意義傳給後人，建造了狹山池博物館。這個「平成的大改造」作為保護當地居民的生命和財產，以及歷史和文化的治水事業，在周邊許多地權者和相關人員的合作下，成為新的狹山池大壩，並於平成14年3月竣工。



圖 20 狹山池考察照片

(四) 灌溉範圍變遷

有關狹山池灌溉範圍的變遷，分別以慶長17年（1612年）、江戶時代末期的文政年間（1818年）以及近代大正昭和初期（大約1931年）改修完成後的三個時期的灌溉範圍來說明。

17世紀慶長時期的整修使得狹山池的灌溉範圍大幅擴大，涵蓋了大約80個

村落，灌溉面積估計達到了4,200公頃。這相當於現在的大阪市、八尾市、堺市、松原市、羽曳野市和大阪狹山市一帶。東除川以東地區採用了將中樋的水引入東除川，再用齒輪提升的方式進行灌溉。

19世紀文政年間由於狹山池的蓄水量減少、大和川改道，以及農民負擔的改修費用增加等因素，18世紀以後，狹山池的灌溉範圍逐漸縮小。那些不再取水的村莊，其取水權被稱為「もらいい水」（意即「借水」）或「預かり水」（意即「託管的水」），轉讓給了靠近狹山池的村莊。據推測，這個時期的灌溉範圍大約涵蓋了38個村莊，面積約為1,500公頃。

20世紀大正和昭和初期的整修工程使得狹山池的蓄水量再次增加，恢復到了慶長時期改修後的水平。當時的灌溉面積約為2,700公頃。第二次世界大戰後，成立了狹山池土地改良區，負責管理狹山池的水利。然而，由於灌溉技術的進步和都市化導致農田變為住宅區，灌溉面積大幅縮減，一直持續到今天。

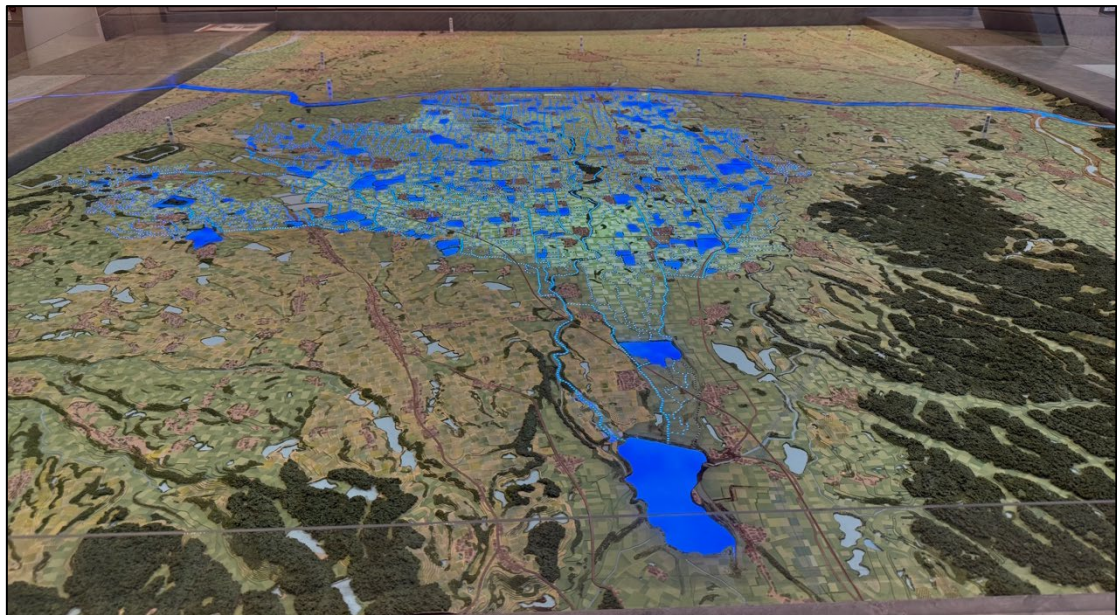


圖 21 狹山池博物館灌溉範圍展示照片



圖 22 狹山池博物館展示狹山池早期木製設施位置照片

(五) 狹山池博物館

狹山池博物館在平成大改造後2001年（平成13年）3月28日開館，是一棟易於親近而且可以讓民眾可以更加瞭解狹山池的歷史。博物館的建築是由著名的建築師安藤忠雄所設計的。館內將對文化財產的調查以及修復工作過程作完整詳實的保存與展示。包括大壩的擴大、鋪設樋管，以及如何穩定取水及供水相關技術，也就是這些技術讓狹山池在歷經1400年的歲月，仍能有效持續運作的關鍵。

整個博物館包含七個區域，分別是第一區：歡迎來到狹山池，映入眼簾的是一座壯觀的高15.4公尺、寬62公尺的大壩剖面，以及飛鳥時代與江戶時代的東樋；第二區：狹山池的誕生，介紹狹山池大壩所運用的技術工法，如敷葉工法等；第三區：古代的土地開發，介紹奈良時代行基的維修與農業灌溉與國家

政策密切結合；第四區：中世的土地開發，介紹鎌倉時代，重源利用古墳時代的石棺來鋪設樋管。並且在被發現了的重源狹山池修改碑上，詳細地刻載了當時的工程內容；第五區：近世的土地開發，本區則說明了江戶時代初期，片桐且元也進行了修改工程。在展示區可看到當時使用的樋管與護堤木柵。西樋是利用大型船的船材組成的；第六區：明治、大正、昭和的修改，大正及昭和初年修改時登場的取水塔，成了狹山池最廣為人知的象徵，現已移築到館內展示。是全國最古老的混凝土材質的取水塔；第七區：平成的修改，狹山池轉型為疏洪的治水水庫。同時也進行了周邊的景觀整治，並將其修改的歷史傳達於後世。



資料來源：狹山池博物館簡報

圖 23 狹山池博物館區域簡介圖

值得一提的是，第一區的大壩剖面是配合平成大改造，大阪府為了保留歷史的痕跡，將北堤一處底寬62m、高15.4m、厚度0.5m的堤身分割成寬3m、高1.5m、厚0.5m共101個土塊，原封不動地搬運至博物館內。再用錨栓固定在配備了減輕

地震時劇烈搖晃的防震裝置的展示架上。大阪府為了能順利保留大壩完整的土方剖面，而與京都大學、奈良國立文化遺產研究所一起合作，先以部分土塊進行研究以確認採集方法、搬運方法、浸漬、乾燥方法、接縫的整理方法等。而因自然狀態存在的土壤，可能會變形、乾燥收縮開裂、產生黴菌和苔蘚等相關變質情形。經過研究發現，透過將土塊用聚乙炔乙二醇（PEG）水溶液浸漬處理後，不但可以解決這些問題，還可同時提高土塊的強度，避免搬運過程中受到損壞。在館內面向大壩剖面的右邊是水庫蓄水的臨水面內部，左邊則是外部。大壩下方展示了取水設施。上面的取水設施是江戶時代的東樋（約1608年，距今已超過400年），下面的則是狹山池誕生時飛鳥時代的東樋（約616年，距今超過1,400年）。



圖 24 狹山池博物展示堤防斷面完整保存照片

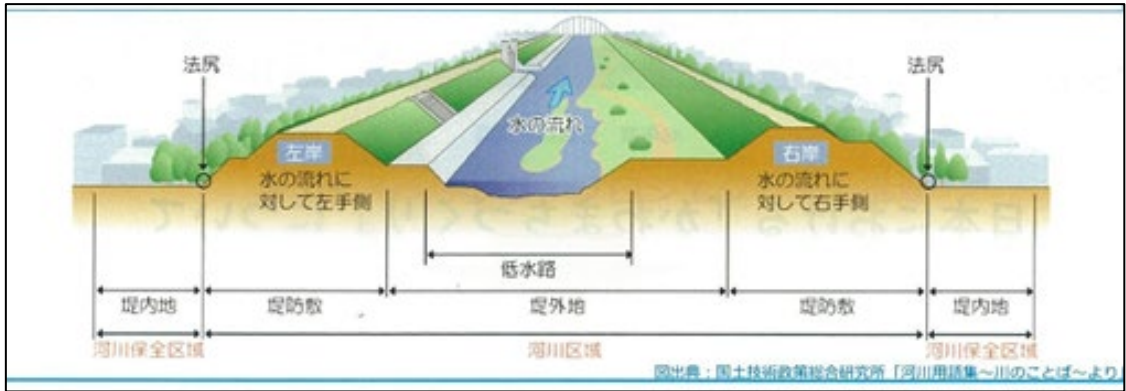


圖 25 狹山池博物館展示早期木製取水設施完整保存照片

五、 考察日本河川區域管理

10月22日由日本公益財團法人河川整備研究所阿部充主任研究員帶領考察β本町橋，由伊藤智子接待解說β本町橋的前世今生。

首先由阿部充主任簡報說明日本河川共生，水邊設施環境利用，大阪地區是河流很多，河邊利用更多都市，然一開始並非如此，早期1965年頒訂「河川敷地占用許可準則」，河川基本上是公共財產，可以自由使用如散步、釣魚、遊憩…等，但原則上不許專用，僅限於不可避免的社會經濟需求，且由於是公有土地，更無法運作及自由使用非常困難，河川管理者對河川的管理也很嚴格，讓人無法靠近水、親近水，再加上河川汙染，使河邊利用更少。



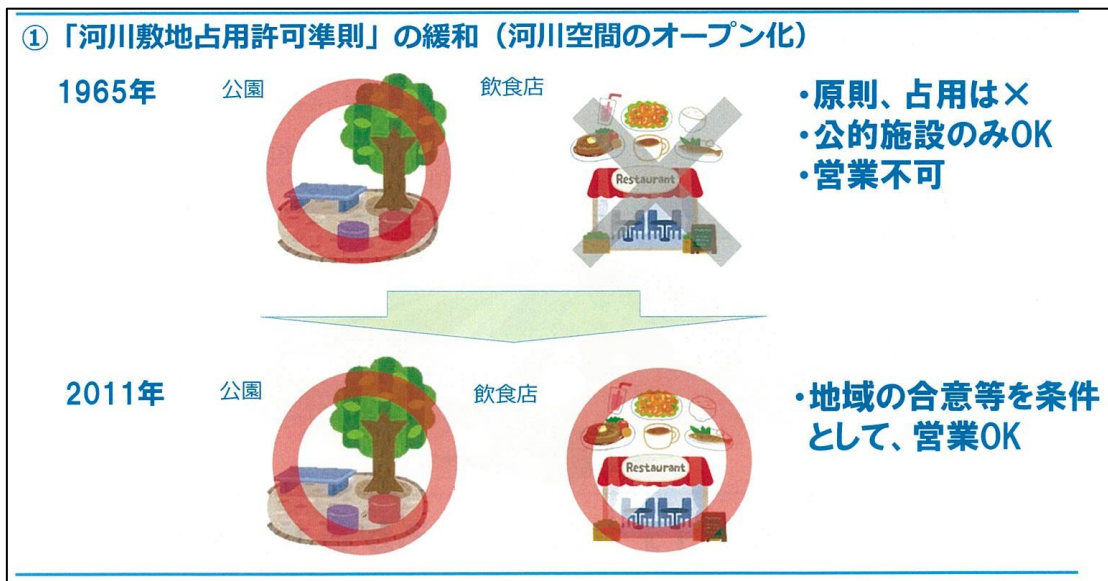
資料來源：河川整備研究所簡報

圖 26 河川區域線設施

為使人親近河川，日本河川管理單位運用3項措施：

1. 準則放寬：

- (1) 只要附近居民同意，河邊開設飲食店、咖啡廳營業是可以。
- (2) 民間建築物在河川區域外，河川區域內設有座位區、碼頭、售票亭、船舶等。
- (3) 例如廣島市京橋川，把人引進來水邊來活動。



資料來源：河川整備研究所簡報

圖 27 河川敷地占用許可準則放寬



資料來源：河川整備研究所簡報

圖 28 河川設施示意圖



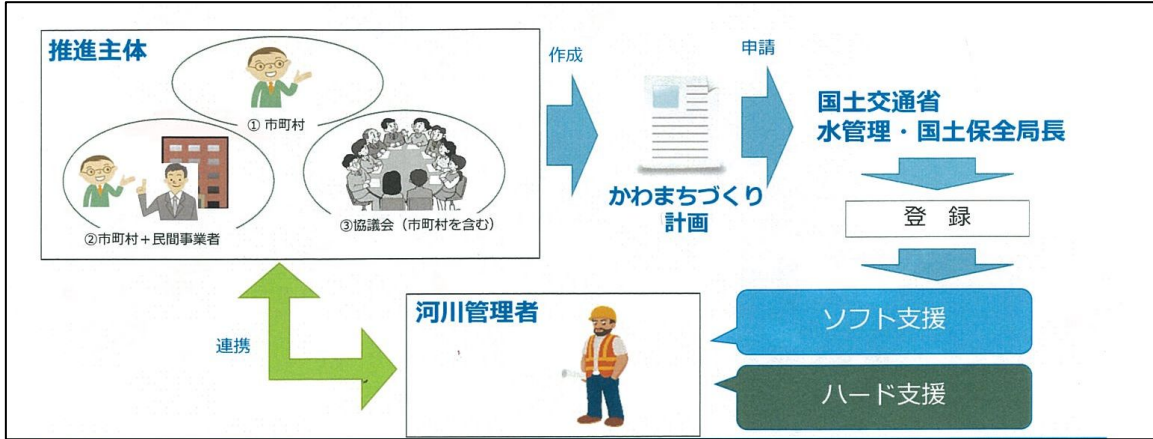
資料來源：河川整備研究所簡報

圖 29 廣島市京橋川，河邊使用前後比較

2. 建立河川管理者支援體系：

- (1) 建立「川城鎮建設」支援體系：由市町和民間業者、協議會組成團體組成。

(2) 河川管理者支持當地「川城鎮建設」發展團體所提計畫，並提供必要軟、硬措施支援；軟體支援如協助宣傳、提供案例供參，硬體支援如河川管理通道、樓梯、親水護岸…。



資料來源：河川整備研究所簡報

圖 30 公私協力組織



かわまちづくりウェブサイト: <https://www.mlit.go.jp/river/kankyo/main/kankyou/machizukuri/index.html>

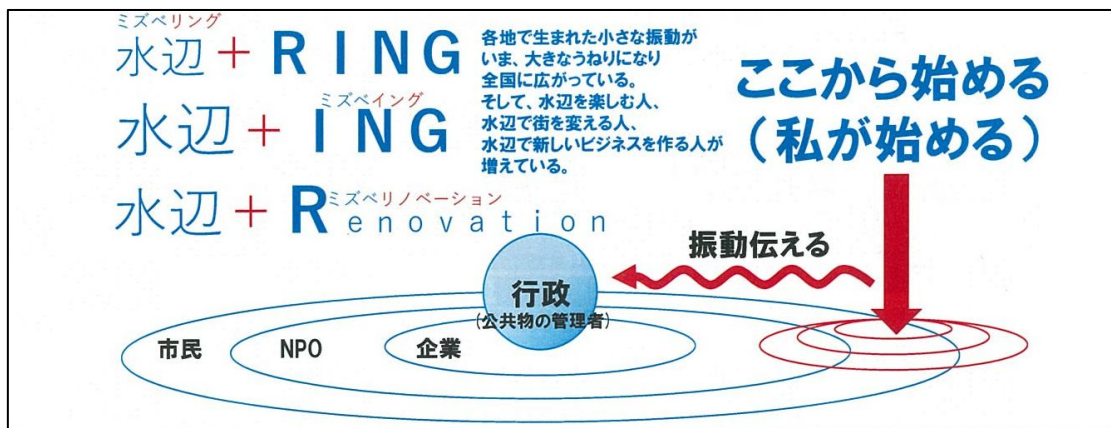
資料來源：河川整備研究所簡報

圖 31 公私協力分工

3. 促進利用：

推進水邊活動計畫，從不、不、到也許也能做到，河流擁有豐富自然資源與歷史，具有使在哪裡聚集的人們平靜和豐富心靈的魅力，是該地區的瑰寶。

從有些人在城鎮進行日常生活與經濟活動，但都不知附近有河流。水邊活動計畫是一項居民和企業提供從河流之外重新發現河流價值的機會，並將河流作為熟悉的新領域利用的措施。



資料來源：河川整備研究所簡報

圖 32 公私協力從這裡開始



資料來源：河川整備研究所簡報

圖 33 2015年東京會議水邊活動發想圖

水辺で乾杯 (7月7日7時7分に全国で一斉に乾杯)



資料來源：河川整備研究所簡報

圖 34 日本全國水邊乾杯活動

六、 拜訪β本町橋

β本町橋由來由伊藤智子總經理簡報說明，東橫堀川在1965年時阪神高速公路在河上建成，從此居民看不到河川，1968年至1976年，河道被圍墾，並建造了東橫堀綠色道路，2000年建造東橫堀川水閘後，在2001年水都大阪復興時期，市民、NPO開始認知到河川很多是大阪的特色，在本町橋旁河邊邀請居民、工作民眾、NPO及關心河流的人在船上一同討論，但在此處因是行政區域交界，關心的人不多。



資料來源：<https://hommachibashi.jp/>

圖 35 東橫堀川落墩建造高速公路

在2001年，「水城大阪振興計畫」被作為內閣府城市振興計畫獲得通過，縣、市、企業界開始共同努力；2006年，在大阪商工會議所的推動下，當地居民和商店老闆聚集在一起，成立了東橫堀河沿岸恢復委員會，「從自己可以做的事情開始作」，由當地店家民眾開始打掃、種花，讓河邊變乾淨，沿岸變得更有吸引力。



資料來源：<https://hommachibashi.jp/>

圖 36 清潔、打掃、種花

2007年主要由東橫堀川沿岸恢復委員會成員組成的東橫堀綠色道路保護協會成立。自2008年起，找當地耆老、老店家一同尋找魅力、特色，開始每年都會舉辦當地活動，也利用河面進行了第一次小船繫泊實驗。



資料來源：<https://hommachibashi.jp/>

圖 37 東橫堀川沿岸恢復委員會利用公園和河流進行的社會實驗

在水之都大阪的標誌性活動「水之都大阪2009」上，透過在水邊公園設置河邊舞台進行了社會實驗。2013年，主要由居住在本町大橋兩側的居民和企業組成的本町大橋100週年紀念協會成立。

2015年東橫堀公園保護協會成立，東橫堀川的第一個碼頭—本町橋碼頭將永久建成後開始有船上活動，在FB粉絲傳業宣傳，發行報紙並由居民當老師說明講解這邊的事，帶領民眾參觀下水道，怎麼運用河川，使民眾從看不到河川到看得到河川，並親近走進河川。

舞台地運用，募集想運用團體，由政府許可，團體、企業、NPO與民眾共同討論，河川情報蒐集，作為政府與民眾橋梁。

β 本町橋建築物設施，一開始討論有很多不信任聲音，目標是讓很多人可以使用，其主要使命如下：

使命一、成為水岸系統

我們與大阪市簽訂了為期20年的商業協議，將利用水面和公園創造新的水邊景點。

使命二、成為城鎮的力量

透過與當地社區合作，將利潤再投資並回饋給社區，為當地經濟和社區創造良性循環。

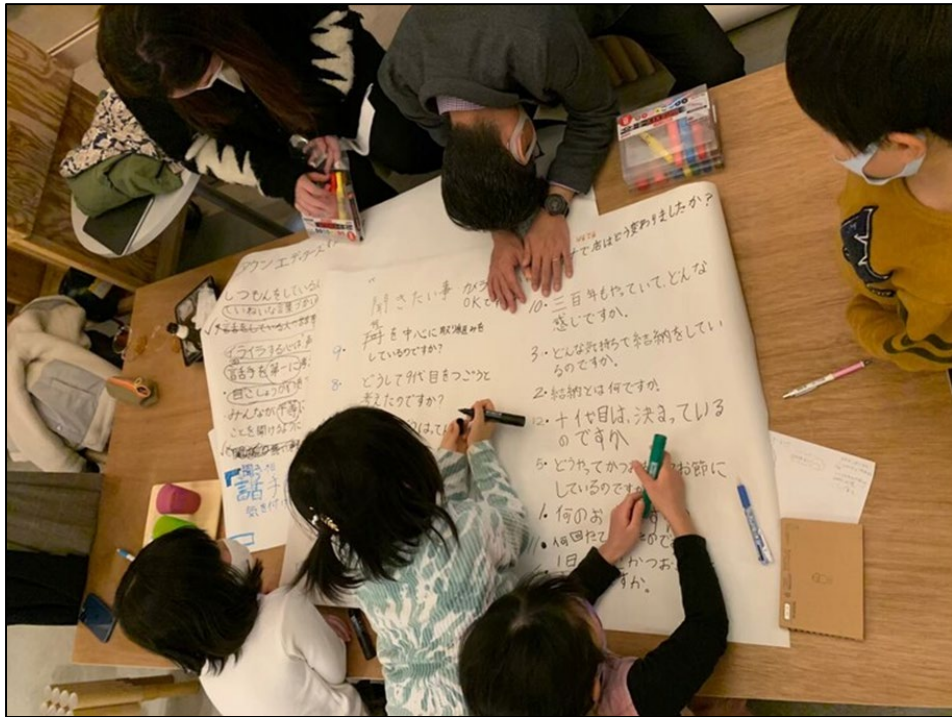
使命三、培養人的潛能

我們利用城鎮和公共空間作為場地，透過利用人們想做的事情，在周圍的環境中創造一個發現和學習的場所。

將河川環境改造城公園的感覺，水面活動有水上腳踏車，春秋時節辦活動，變成大家都可以辦活動的場所，多數人的活動可租借場地，活動發想如水上烤肉活動、花展台、共享辦公室、企業營造發想等。

培養三方可能性，與大學合作開課如小學見學，實驗性質活動如水上露營，培育性質活動。

未來，橋墩與護岸間死水域運用，在以前人與水交流互動性很高，現代因高樓、橋梁、護岸將人與河切開，如何恢復親水空間是民間與政府未來展望，如橋下燈廊、無用水門設施改造成水上飯店、河邊廣場走道， β 未完成、實驗中。



資料來源：<https://hommachibashi.jp/>

圖 38 城鎮與兒童照護提案

七、 拜訪北濱水邊協議會

北濱露天廣場、中之島公園由北濱水邊協議會末村巧理事介紹協會歷史與演進。河川日常給大家使用，不只觀光，亦是日常的感覺，以政府既有設施為主體，在不增加設施下，店家要申請許可就可搭建使用露臺。

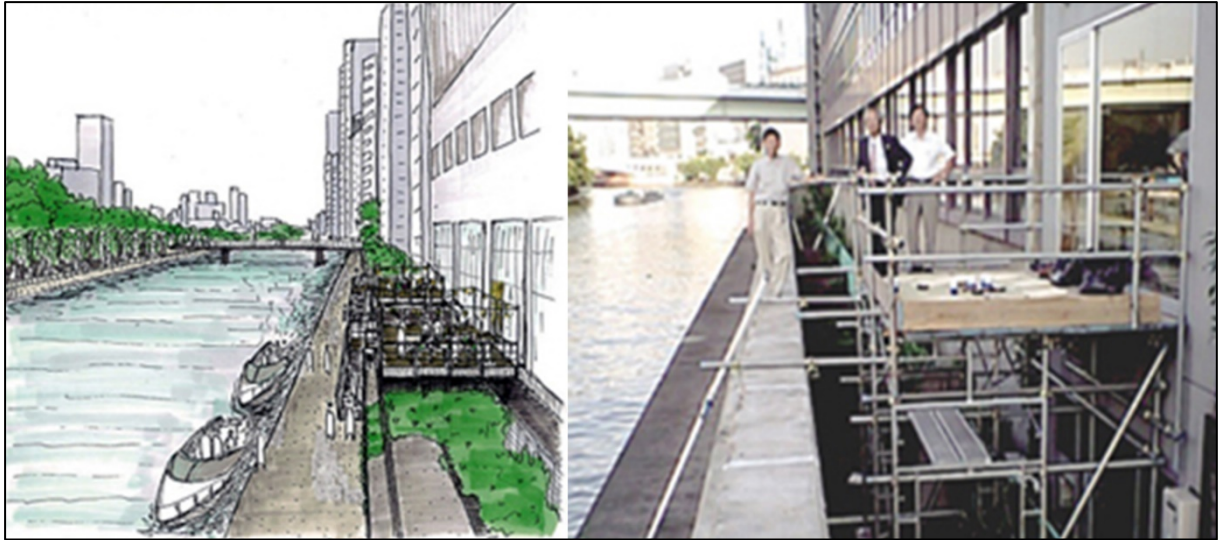
昭和時代人離河更接近，更親近河一點，但在防洪需求下，堤防護岸興建完成後，漸漸阻隔人與河的距離，工業興起廢水排放造成水質不佳有臭味，護岸旁空間有遊民帳篷，環境髒亂，河岸邊店家背對河側開業，入口處有座位，靠河處因景觀不佳，無人坐此處，樓上住戶或房客，面向市景比面向河景更受喜愛。



圖 39 土佐堀川護岸露臺考察照片

為改善水邊環境與風景，以水邊地圖參考，邀請來河邊吃午餐，夏天來河邊乘涼，水上計程車、碼頭，由NPO、店家、民眾參與，成員到各國參訪取經並辦分享會，每月在水邊開會，任何人都可參加，喜歡水邊人都可一起討論，有點子以視覺化保存紀錄。

露臺(川床)的推進，在2008年申請到1個月暫時性(試辦性質)許可使用，剛開始冷清沒有人，開始先請朋友來再加上宣傳，每天活動都有人來參加，很熱鬧。



資料來源：<https://www.osakakawayuka.com/history.html>

圖 40 露臺(川床)概念提案與搭設

2009年水與大阪情報，以露臺(川床)申請提出活動許可，土地是大阪府，土地細則設有NPO可使用，民間不可使用，且無民間使用之前例，許可是發給活動單位，活動結束後單位也用心經營，成果、信用累積後，直接發許可給民間單位使用。

在原先推動店家外，政府也想做，2011年放寬法令，由店家出錢興建，目前有18間店家，協會共約有40人，協會成員間仍有不同聲音，付費專用回饋等事項，「能做出來是最簡單的，持續才是最困難的」。



圖 41 露臺(川床)入夜河景考察照片

八、 考察三大水門

大阪市位於日本大阪府中部的都市，為大阪府府治、以及大阪府兩個政令指定都市之一，亦是大阪都市圈、京阪神大都市圈、乃至於近畿地方的中心城市。全市面積223平方公里，人口約有269.5萬人，是日本人口第三多的城市。

大阪自奈良時代起，就因其臨海的地理位置成為貿易港口，明治時代之後，大阪仍是日本最重要的產業都市，人口數曾一度超過東京，在當時有「大大阪」之譽稱，大阪然是西日本的最大都市和經濟中心。除了經濟之外，大阪也以其獨特的庶民文化而著稱，今日的大阪和東京並列為日本最具代表性的大都市，也是在世界具有知名度的國際性都市。



資料來源：維基百科

圖 42 大阪城位於上町台地北側，是大阪市內地勢較高的地區

大阪市位於大阪府中部的大阪灣沿岸地區，面積223平方公里，市區大部分位於大阪平原上。大阪平原是一座沖積平原，地勢平坦，大阪市東部的上町台地則是市內地勢較高的地區，北起大阪城一帶，南至住吉大社附近，寬度約2至3公里，長度超過10公里，是一座沖積台地。台地北端是上町台地最高的地區，東側地勢較為平緩，西側則高地變化較為明顯，坡道較多，這也是「大阪」（大坂）這一地名的由來。

在約8000至7000年前時，由於繩文海進導致水位高漲，現在的大阪平原曾位於海面之下，被稱為「河內灣」。在大阪平原還是河內灣的時期，上町台地曾是深入海中的一個半島，也正因其地勢較為安定，上町台地是大阪市內最早有人生息的地方，隨著上町台地北側的沙嘴逐漸向北延伸，至繩文時代中期，河內灣已演變為潟湖，被稱為「河內湖」，進入古墳時代後，由於河川運來的土砂不斷堆積，加上人工開發湖泊為耕地，河內湖已近乎消失，變為大阪平原。

為了擴大陸地面積，大阪曾多次進行填海，大阪的大規模填海開始於17世紀的新田開發，現在大阪市區面積的四分之一都來自於填海，大阪市沿海的夢洲、舞洲、咲洲等島嶼也是由填海造陸而成的人工島。

大阪市河流眾多，有「水都」之稱，這也使得大阪市橋梁眾多，江戶時代的大阪有「八百八橋」之稱。然而在近代，大阪的許多河道都已被填埋，用來修建公路或建築，低窪的地形導致大阪在歷史上水害頻發。江戶時代中期，幕府對原本匯入淀川的大和川進行人工改道，使其改自大阪南部入海，使得水患大幅減少，大阪市的水系當中，以發源自琵琶湖，流經大阪市北部的淀川水量最多，憑藉水運之便，淀川沿線曾經聚集眾多市場，是支撐大阪經濟的大動脈。然而淀川也曾是一條洪水頻發的河流，1885年的淀川大洪水使得明治政府決心在淀川北側開挖新淀川，使得淀川排水暢通，洪水次數也大幅減少。現在大阪市中心的主要河流還有東橫堀川、道頓堀川、木津川、安治川等河流。

(一) 西大阪地區之三大水門來由

7000年前都是海的區域大阪這段時間有兩條河川為主，現在看到的地方都是海，這些被砂填起來的地方就大阪，造成大阪這些地方比海平面還要低，西大阪地區由於地形條件容易發生高海潮，若颱風來的話大阪會很嚴重的災害，過去受到室戶颱風(1934年)、簡颱風(1950年)、第二室戶颱風(1961年) 三個很嚴重的颱風引發高海潮，該區域受到了很大的損失，至少都造成20,000個人的死傷，最少的也有3,000人，所以要有抵禦海潮的設施來面對颱風。

從1965年開始，伊勢灣颱風級颱風最壞的室戶颱風路線，開始了以滿潮時來襲為計劃目標的「大阪高海潮對策永久計劃」，推進了防潮堤、防潮水門、排水設施等的整備，關於舊淀川筋的防潮方式，採用大型的防潮水門的方式，高海潮時關閉防潮水門，謀求高海潮的逆流而上防禦。

(二) 風暴潮對策

西大阪地區為因應超強颱風引發的風暴潮，著手安裝各種防潮設施，在1950年的颱風「簡」和1963年的颱風「室戶」造成破壞後，建造了許多防洪設施。從1965年開始，該項目將按照以下規劃目標推進，以確保更高的安全水準。

1971年，作為該計畫核心設施的三大水閘建成，形成第一道防潮防線。1971年，排除內河水的毛馬排水泵站竣工。

(三) 規劃目標

防洪設施的建設是基於與伊勢灣颱風（1963年9月）同等規模的大型颱風在漲潮時在最惡劣的路線（室戶颱風的路徑）襲擊大阪灣的假設。最高海潮位因為颱風造成高海潮數據有限，所以設計最高海潮位並不是頻率回歸期去算，而是用過去最大颱風的一個高程來做計算。

OP: 大阪灣最低潮位，這是大阪灣海拔高度的參考高度。定義為 $OP=TP+1.30m$

TP（東京灣平均海平面）：這是作為全國海拔標準的海平面高度。又稱東京灣中潮位。

計劃高潮位 $OP+5.20m (=OP+2.20m+3.00m)$

$OP+2.20m$ ：7月至10月（颱風季節）平均高潮位

3.00m：潮位偏差（因風吹、大氣壓力下降等導致潮位異常上升）

(四) 舊淀川筋潮閘系統

舊淀川、阿吉川、尻無川、木津川等主要河流，擁有三座拱形大水閘，這在日本很少見，因為它們不妨礙船舶航行，有利於應對諸如強風和地震（1972年竣工）。當漲潮時，閘門關閉，河道水位會上升，因此修建了設施（毛馬排水泵站），以在閘門關閉時排出內部積水。

大阪地區有相當多的水門，這個都有聯合操作，指揮中心對每個水門的操作都有操作標準，有經過流域的流量計算，再各別透過預測資料，來評估水門有流量的預測及計算，再各別關閉，如果有緊急漲潮的時候，可以人為直接手動操作，如果遇到地震海嘯時無法有遠端操作，現場亦有無駐點人員時，發布時，負責人員會操作關閉，居民里長也可以自己去關。反觀在台灣只有管理人員才可以作啓閉的動作。



資料來源：
<https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/o130350/nishiosaka/emergency/high-tide.html>

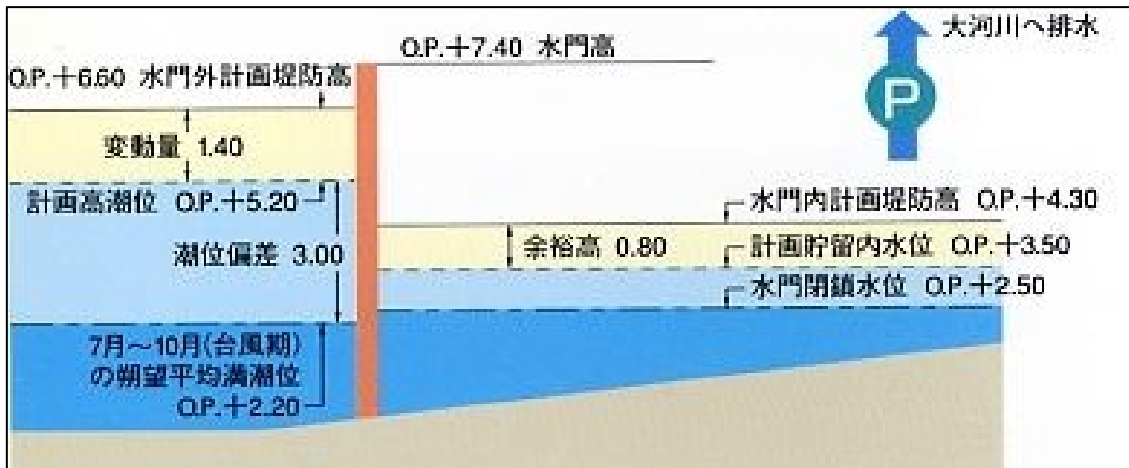
圖 43 防潮水門及毛馬排水泵站



資料來源：
<https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/o130350/nishiosaka/emergency/high-tide.html>

圖 44 毛馬排水泵站

毛馬排水泵站排水能力為每秒330立方米，如果是甲子園球場的話約30分鐘就可以滿座，該設施還具有寢屋川流域洪水對策的功能。



資料來源：

<https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/o130350/nishiosaka/emergency/high-tide.html>

圖 45 防潮水門

防潮水門外的計畫堤防高：

$O.P.+6.60m (=O.P.+5.20m+1.40m)$

計畫高潮位設為 $O.P.+5.20m$ ，考慮變動量(提高波高・堰上高) $1.40m$ 。

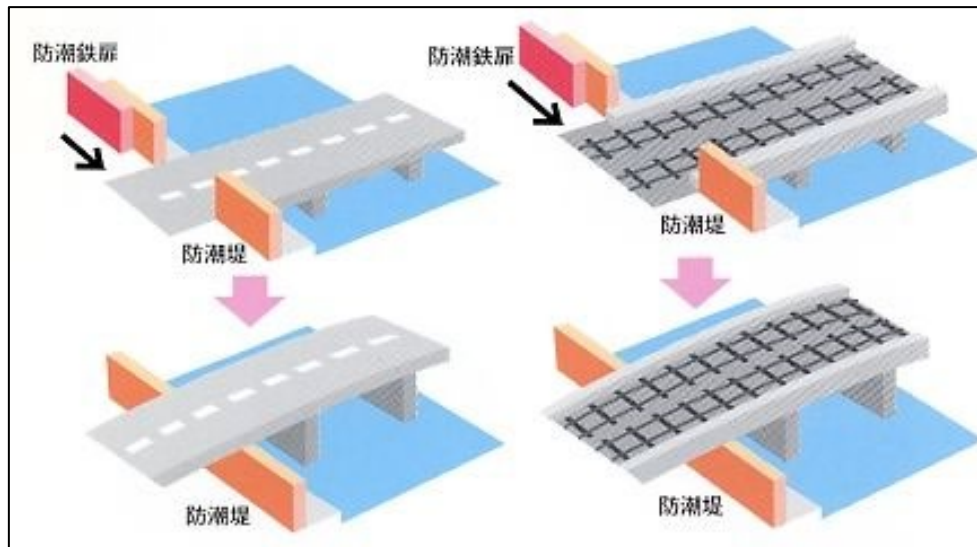
防潮水門內的計畫堤防高：

$O.P.+4.30m (=O.P.+3.50m+0.80m)$

關閉水門時的計畫儲存內水位設為 $O.P.+3.50m$ ，考慮富餘高 $0.80m$ 。

(五) 神崎川沿岸的防潮堤系統

神崎川橋樑相對較少，流域較大，洪水流量較大，因此採用海堤系統，神崎川筋道已經完成了潮汐線，但對於難以改建的橋樑，安裝了防潮閘門以防止風暴潮進入。此外，為了進一步提高防洪安全，逐步增加橋樑的加高高度和建造海堤。



資料來源：
<https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/o130350/nishiosaka/emergency/high-tide.html>

圖 46 神崎川沿岸的防潮堤系統



資料來源：
<https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/o130350/nishiosaka/emergency/high-tide.html>

圖 47 計畫防潮堤高

計畫防潮堤高：

河口部：O.P.+8.10m (=O.P.+5.20m+2.90m)

計畫高潮位設為O.P.+5.20m，考慮變動量(提高波高)2.90m。

三國橋至大吹橋：O.P.+6.00m (=O.P.+5.20m+0.80m)

計畫高潮位設為O.P.+5.20m，考慮變動量(溯上高・波高)0.80m。

(六) 西大阪地區三大水門

在流經西大阪地區的安治川、尻無川、木津川的河口部，為了保護市區免受海嘯災害的侵害，建設了日本罕見的拱形巨大防潮水門(安治川水門、尻無川水門、木津川水門)，這些總稱為「三大水門」。

三大水門的新建最主要是因為開發面積的區域地處地窪，若為了要抵禦海潮，而去增加所謂的提防的加高，還是橋樑的改建，這樣的經費相較於水門的新建的經費下來評估，所以從經濟效益評估，大阪地區建造三大水門的成本跟將橋樑及道路抬高相較之下成本相對的比較經濟，因此選擇建造三大水門。在台灣相關的位置，建造水門的條件，就必須要有一個都是排水那地勢低窪的地方，且高密度開發的區域，像高雄市、嘉義等有類似的情況，沿海都有當颱風來的時候外水是比較高內水比較低的情況，但就看看加高情況的經費及水門興建的經費而定，但是因為我們的橋樑，保護標準相對的比較高，所以我們尚無須以建造水門的方式來克服高海潮位問題。

三座水門關閉時，其拱型水門是由陸地方向傾倒而非倒向海側，用拱型結構受力來而，受力的方向跟力學的觀念是不同，最主要的原因是三座神水門所使用的材料都是以鋼材為主，那鋼材在受拉力及受力壓力的受力行為是一致的，但如果水門是朝海測傾倒，則水門構造會以受壓的方式來抵抗海潮，如果水門是以倒向陸地的方向來抵禦海潮，則水門結構是以受拉的形為，以拱型鋼結構在受壓行為與受拉行為的設計而言，受壓時拱型結構必須要另外再額外考量的挫屈載重破壞，相對的經費會比較高，如果以受拉的形式來設計的話，少了挫屈載重的考量因素，所以設計經費相對可以大幅的一個縮減。

另三座水門都用同樣的形式、尺寸來設計及建造，那河寬不足不同的部分，旁邊再施作小型的水門來靈活調整，如此不但可以縮減建造及設計成本，還有助於工程的加速施工。



資料來源：

<https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/ol30350/nishiosaka/suimon-renewal/index.html>

圖 48 三大水門位置圖

現在，大阪府作為西大阪地區的海嘯之高潮對策，正在推進三大水門的更新事業。三大水門自1970年完成以來已經過了約50年，通過適當的維護管理，到現在為止正常運轉著，但是通過精密檢查，壽命已經逼近了。

三大水門雖然可擋掉了海水，但是上面的河水會有堆高的情況，北邊有大的排水，毛馬機場抽水站就排水抽到淀川，大概兩邊水位差大約差2公尺。2008年一個大颱風來，有守護著那一年的潮水，但也守護住了泥沙，50年前覺得有必要所以建了這個水門，那在50年後見證了這個結果，這50年來大約有11次潮水的一個攻擊。同時，因為有船會進出，所以保持拱門的一個淨高讓船可以進出。

另外，以2011年3月11日發生的東日本大地震為契機，大阪府在聽取有學識者的意見的同時，研究了關閉三大水門作為海嘯溯上對策。討論的結果是，三大水門的關閉作為減輕海嘯災害的對策是有效的，另一方面，由於海嘯的外力水門損壞，開閉變得困難的可能性也變得明確了。

因此，進一步研究了對策，決定將三大水門更新為能承受海嘯災害的新水

門。基於以上內容，現在考慮到各個水門的餘壽命，在製定優先順序的同時，推進更新事業。

三大水門的完成年月及估計餘壽命(2019年時點)

安治川水門-1970年3月完成(約48年)估計餘壽命15年

尻無川水門-1970年11月完成(約48年)估計餘壽命22年

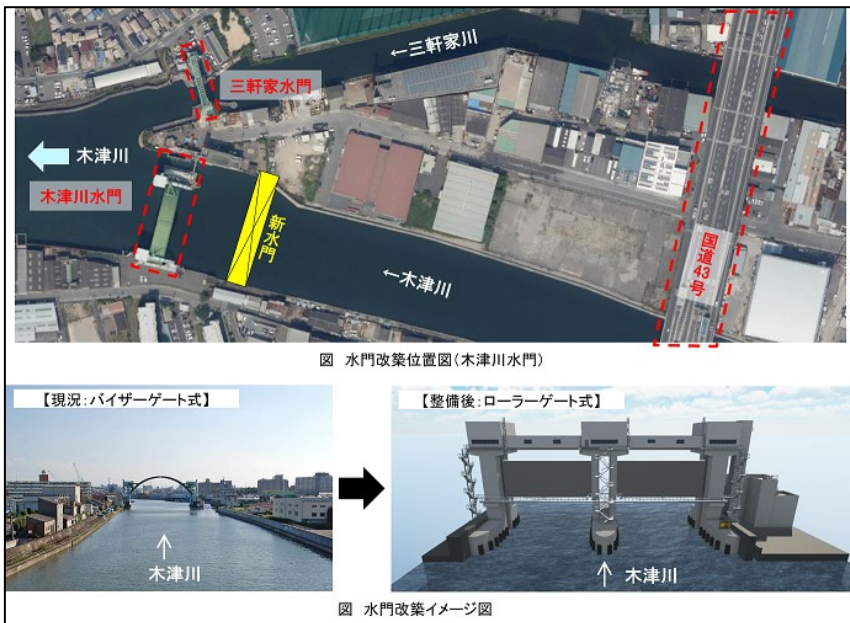
木津川水門-1970年11月完成(約48年)估計餘壽命12年

推定餘壽命是根據水門的現況調查(精密檢查)推定的。

關於海嘯對策的從2011年日本大地震發生起至2023年經過及水門的更新案經過多次的開會討論及檢討。

1. 木津川水門

木津川新水門位於現在的水門正上游建設新水門，2022年度開始著手新水門建設工程。



資料來源：<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130350/nishiosaka/suimon-renewal/index.html>

圖 49 木津川水門更新圖

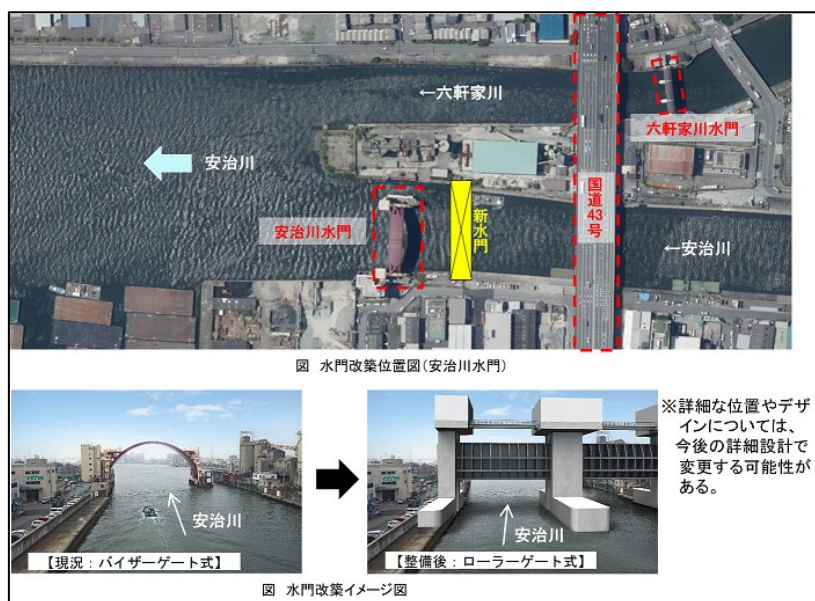


資料來源：<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130350/nishiosaka/suimon-renewal/index.html>

圖 50 木津川新水門建設中

2. 安治川水門

2022年實施詳細設計，並舉辦新安治川水門創意大賽。在討論安治川水門的景觀時，在2021年1月29日大阪府河流構造物等審議會「三大水門景觀研究部會」中，關於期待新水門期待的附加價值和水門週邊期待的姿態和景觀等，討論舉辦創意比賽等，廣泛募集創意競賽。

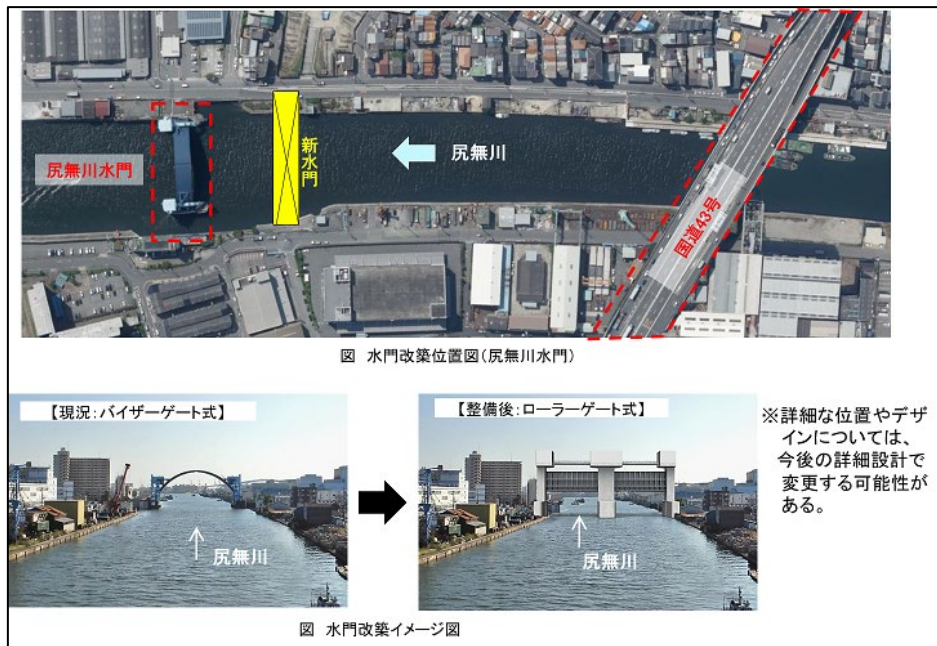


資料來源：<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130350/nishiosaka/suimon-renewal/index.html>

圖 51 安治川新水門位置圖

3. 尻無川水門

關於尻無川水門，計劃在現在的水門附近建造新水門。為了在現在水門的設施壽命預計的2041年之前完成新水門。



資料來源：<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130350/nishiosaka/suimon-renewal/index.html>

圖 52 尻無川新水門位置圖

九、 考察地下河川

日本是一個多雨的國家，也是一個多洪水的國家。日本約有一半的人口和約四分之三的資產集中在洪水易發地區，而這些地區僅佔日本國土面積的10%。由於全國土地結構容易遭受洪水侵襲，過去10年裡，幾乎所有城市都因「暴雨」或「局部暴雨」遭受洪水和山體滑坡的襲擊。為此，政府正在製定綜合防洪措施，包括三大支柱：河川措施、流域措施和減輕損失措施。

寢屋川盆地因地勢較低，水難以流動，因此污水系統收集雨水，並用水泵強制排入河中。寢屋川流域的防洪環境十分困難，即使在今天，當降雨量超過了水泵向河流排水的能力時，仍然會發生下水道和水道溢出的「內陸洪水」。因此，大阪府和流域相關11個城市正在共同建造地下河等排水蓄水設施，並致力於減少暴雨造成的洪澇災害等防洪措施，寢屋川盆地多次遭受洪水破壞，這是快速城市化帶來的挑戰。

(一) 寢屋川流域總合治水

寢屋川流域為盆地地形整體土地較低，自古以來就飽受水災的困擾。因此，大阪府決定對河川進行整修，拓寬河寬、增加堤壩、修建河床及地下河川、蓄水池等綜合治理，開展治水對策，保護大家免受暴雨侵襲。

為了解決這個問題，大阪府建造了日本第一條巨型地下隧道－寢屋川南部地下河和下水管道（下水道擴建幹線）。從前，這裡有許多稻田和田地，城市有能力截留雨水。然而，隨著城市化進程的推進，該地區已經失去了蓄水能力，河流和污水管道已滿，導致反覆發生洪水。因此，在地下建造了一條巨大的隧道（地下河），將暴雨輸送到一條大河中，它暫時儲存在大雨期間可能溢出到城市的雨水。

寝屋川流域総合治水



寝屋川流域 と 流域の主要な河川

大阪の東部に位置する
寝屋川流域。
約270km²の広さ

唯一の出口は
寝屋川が大川に
流れ込む京橋口だけ。

— 主な河川
— 感潮区間



資料來源：大阪府都市整備部大阪府寝屋川水系改修工箇所手冊資料

圖 53 寝屋川流域総合治水



資料來源：大阪府都市整備部大阪府寝屋川水系改修工営所手冊資料

圖 54 寢屋川流域地形圖

(二) 寢屋川南部地下河

寢屋川南部地下河將建在從東大阪市若江到大阪市西成區的道路下。所有設施完成後，地下河才能排出雨水，但需要很多年才能完成。因此，為了及早達到防洪效果，將暴雨雨水暫時儲存。

2011年6月1日：寢屋川南部地下河及寢屋川南部流域污水處理擴建幹線的綜合蓄水作業（96萬立方公尺）開始。

2012年9月，為了共同推進大阪市的大阪城市規劃道路木津川平野線改善

工程和大阪府的寢屋川南部地下河工程，大阪市與大阪府簽訂了關於取得營業用地的協議。根據協議，目前正在推進阪神高速15號堺線至南海電鐵潮見橋線約540m區間的區間地面權的設定。



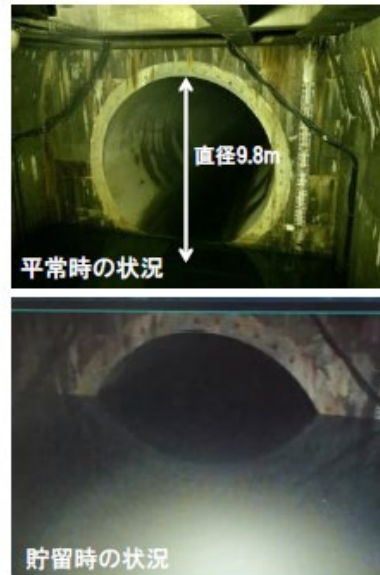
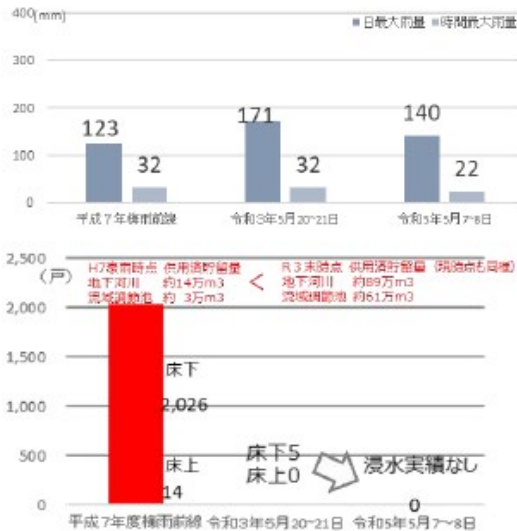
資料來源：大阪府都市整備部大阪府寢屋川水系改修工営所手冊資料

圖 55 寢屋川南部地下河

巨大地下トンネルが大雨から街を守りました!

令和5年6月1～3日の降雨において、
流域全体で約149.4万m³を貯留(うち南部地下河川53.2万m³) ※)

【流域内での降雨と被害】 ※過去最大の貯留 53.2/63万m³=84.4%



寝屋川流域では「河川事業」と「下水道事業」が一体となって治水対策を進めています。

「地下河川」と「下水道増補幹線」が...

ない場合

ある場合

もっと知りたい!

総合的な治水対策って?

地下河川以外に
どんな治水施設があるの?

資料來源：大阪府都市整備部大阪府寝屋川水系改修工営所手冊資料

圖 56 寝屋川南部地下河及南部流域污水處理擴建幹線的綜合蓄水作業

寝屋川南部地下河將建在從東大阪市若江到大阪市西成區的道路下，所有設施完成後，地下河才能排出雨水，但需要很多年才能完成，因此，為了及早達到防洪效果，將暴雨雨水暫時儲存在完工路段，以減少洪澇災害。

其中在寢屋川南部地下的河若江豎井是一座靜靜矗立在貫穿大阪府東大

阪市的主要高速公路大阪中央環狀線沿線的建築。這是一個直徑為22m，深度為25m被混凝土覆蓋的巨大豎井，可容納整個8層公寓大樓。隧道（地下河管徑）直徑9.8~6.9m，污水延長幹線直徑6~1m，足夠汽車通過。加上地下河和污水延伸幹線，可儲存相當於3200個25m水池96萬立方公尺的雨水。隧道兩側設計有圓形牆壁，以防止水擴散。此外，攝影機會不斷監控積水程度，以確保污水不會溢出。在陽光明媚的時候排水（因為河流不多）。將此類設施建在地下，起到了讓水逸出的作用。巨大的地下隧道建成後，洪水的次數和規模都比以前減少了一半以上。此外，即使每小時降雨量超過 40 毫米，也幾乎不會造成洪澇災害。這樣，淹沒城市的大雨就被儲存在地下，保護了城市免受洪水破壞。



資料來源：<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130360/ne/kouji/nanbu.html>

圖 57 美園豎井至若江豎井施工中使用的潛盾機（內徑約 6.9 公尺）



圖 58 若江立坑考察照片



資料來源：<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130360/ne/kouji/nanbu.html>

圖 59 2018 年 7 月因大雨若江立坑現況

(三) 寢屋川北部地下河

靠近城北川，自然地下水位高達OP+1.40m，粘稠性土層下的受壓地下水位也較高，20m以上深度由被稱為大阪層羣的N值超過50的硬質的土層構成。目前正在施工的城北豎井在挖掘深度超過100m的條件下，施工最經濟作為可能的施工方法，採用了沉箱施工法的豎井築造。

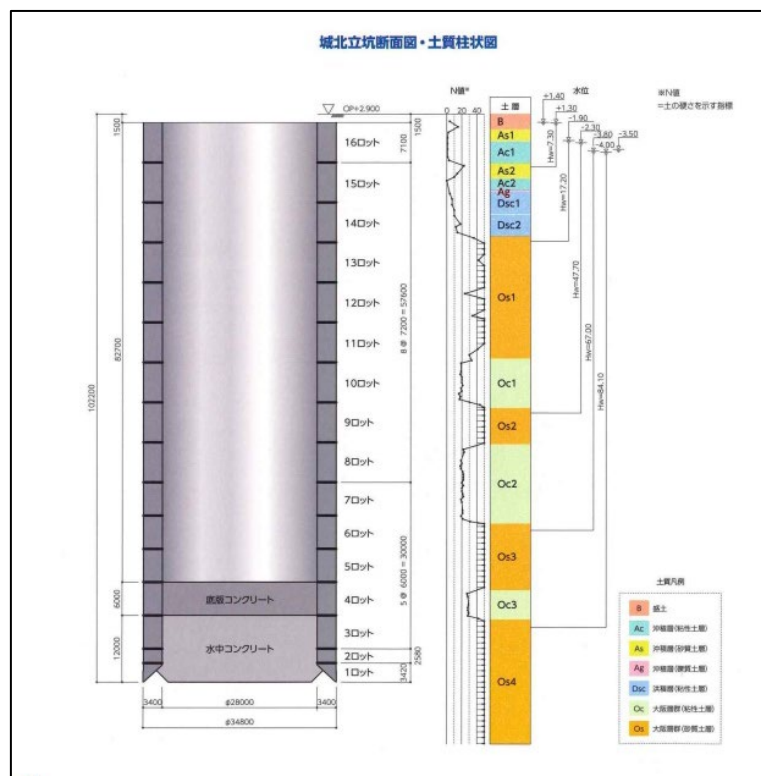
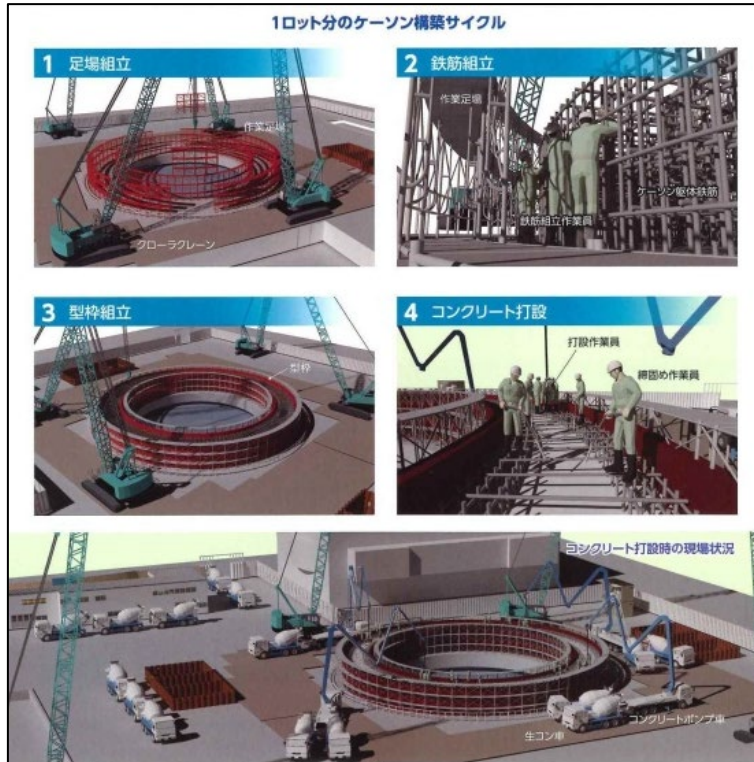


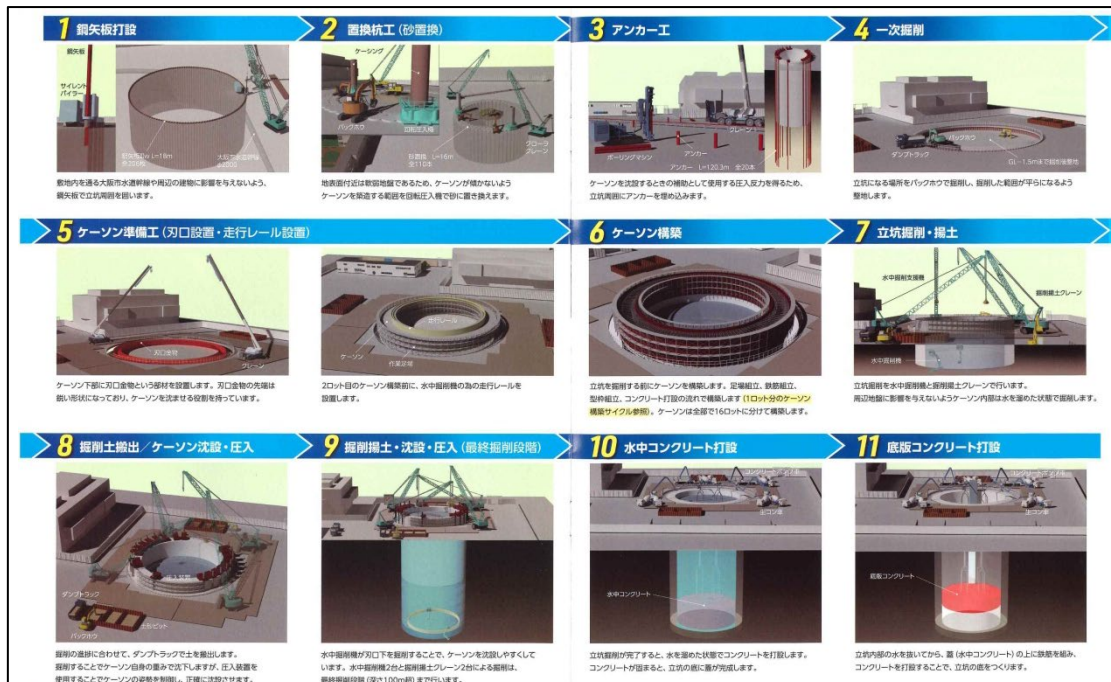
圖 60 城北立坑土質

沉箱施工法是在地面構築沉箱後挖掘內部，通過反覆利用沉箱自重使其沉沒，從而實現目標構造物。



資料來源：大阪府都市整備部大阪府寝屋川水系改修工営所手冊資料

圖 61 沉箱施工法



資料來源：大阪府都市整備部大阪府寝屋川水系改修工営所手冊資料

圖 62 沉箱施工法

工事諸元		
工事名	寝屋川北部地下河川 城北立坑築造工事	
発注者	大阪府寝屋川水系改修工営所	
施工者	戸田・ハンシン・大容特定建設工事共同企業体	
施工場所	大阪府大阪市城東区岡目2丁目地内	
工期	令和元年10月28日～令和8年2月27日	
主要工程内訳		
アンカー工	L=120.3m	20本
掘削工		104,500m ³
コンクリート本体	30-12-20L	36,971m ³
水中コンクリート	底板 30-50-20BB	7,444m ³
鉄筋工	φ16～φ51	7,287t



資料來源：大阪府都市整備部大阪府寝屋川水系改修工営所手冊資料

圖 63 城北立坑基本資料

(四) 大阪府ICT活用工程的措施

人口高齡化是現今世界各國面臨的重大議題。除了人口數下降之外，作為主要勞動力骨幹的青壯年齡人口也在逐年減少中。解決此問題的方法之一，便是提高生產力，如何以少量的資源，達到預期之生產量，使經濟能夠繼續成長不墜。

不可避免地，日本營建業也遇到同樣的問題。如何將危機變為轉機？日本國土交通省在平成28年（2016年）推出「i-Construction」（智慧營造），將其視為營建現場生產性革命，並設置「國土交通省生產性革命總部」，從調查、測量、設計、施工、檢查、維護管理、更新等營建過程，全面提升生產力。

依據日本i-Construction委員會提出推動i-Construction的三個觀點：(1)將營建工程轉化為尖端工廠：利用近年的衛星定位技術等ICT技術，在戶外的營建工地也可以使用機器人與數據進行生產管理；(2)於營建工地中導入最先進的供應鏈：透過預鑄與組合等技術，提高生產率；(3)打破營建工地的2個常規，並持續改善：例如改變書面文件繳交制度、將各工程工期分散以避免過度集中於年底完工。

為了應對建設現場提高生產率、確保品質、提高安全性、應對熟練勞動者不足等各種課題，國土交通省正在推進通過導入ICT的全面活用等措施，實現施

工流程優化的i-Construction的措施。大阪府都市整備部為了活用ICT，正在致力於推進在從開工量測到檢查的一系列施工流程中活用三維數據的「ICT活用工程」。

1. ICT活用工程概要

ICT活用工程是指在施工過程的各個階段，全面活用以下ICT施工技術的工程。另外，施工流程原則上是所有的流程，但也可以根據現場條件等選擇一部分過程來實施。

- (1) 三維開工量測
- (2) 製作三維設計數據
- (3) ICT建設機械的施工
- (4) 三維成形管理等的施工管理
- (5) 三維數據的交付

2. ICT活用工程的對象工程

大阪府都市整備部訂購的工程中，原則上以工程工種體系樹中包含下記工種在內的土木工程為對象。

- (1) 土木工程：道路土木工程、河川土工、海岸土工、砂防土工
- (2) 作業土工(地板掘)：地板掘工
- (3) 土木工程(不滿1000立方米)：道路土木工程、河川土工、海岸土工、砂防土工、側溝工、暗溝工(僅限於每處施工規模不足1000立方米的土木工程)
- (4) 小規模土木工程：道路土木工程、河川土工、海岸土工、作業土工(地板掘)(施工寬度不滿2米的情況)
- (5) 法面工：植被工、吹付工、吹付法框工、落石雪災防止工

- (6)附帶結構物工：混凝土塊工、綠化塊工、石積工、側溝工、管渠工、暗溝工、緣石工、基礎工(護岸)、海岸混凝土塊工、混凝土塗覆工、護岸附屬物工
- (7)結構物工(擁壁工)：擁壁工
- (8)地基改良工：路基穩定處理工、表層穩定處理工、固結工(中層混合處理、漿攪拌工)、巴奇卡爾德林工(紙漏液工)
- (9)結構物工(基礎工)：矢板工、成品樁工、場所打樁工
- (10)河川疏濬：疏濬工
- (11)鋪路工：鋪路工、附帶道路工
- (12)鋪路修繕工：切削覆蓋工、路面切削工
- (13)結構物工(橋梁上部)：鋼橋上部、混凝土橋上部
- (14)結構物工(橋墩、橋台)：橋台工、RC橋墩工
- (15)混凝土堤壩工：混凝土堤壩主體工、混凝土側壁工、水敲工

3. ICT活用工程的訂購方式

(1) 發包人指定型

根據發包人的指定實施ICT活用工程。根據特別記載式樣書等明確是ICT活用工程的對象，根據累計基準計入必要的經費進行訂購。發包人指定型有兩種，(1)~(5)全部由發包人指定的「完全型」和指定過程中一部分的「一部分型」。原則上，根據各要領選定發包人指定型，除此之外的工程也有選定適合ICT活用工程的工程，根據發包人指定型進行訂購的情況。

(2) 施工者希望型

在上述發包人指定型以外的對象工程中，根據以往的累計訂購，合同後根據接受訂貨人的協議實施ICT活用工程時，作為設計變更的對象，根據實際成績基準計算出必要的經費。

4. 城北立坑ICT之運用

本次參訪的城北立坑i-construction技術運用-施工機械無人化遠端操作，不但提高工作效能、減少勞動力，還可以提高施工安全性。



圖 64 立坑挖掘機考察照片



資料來源：大阪府都市整備部大阪府寝屋川水系改修工箇所手冊資料

圖 65 立坑挖掘機現場挖掘



圖 66 挖掘機控制面板即時監控考察照片

十、 拜訪兵庫縣宍粟市政府

黑土川小水力發電廠位於兵庫縣宍粟市，故考察安排拜訪宍粟市政府。宍粟市是位於日本兵庫縣中西部的城市，為兵庫縣內面積第二大的行政區。宍粟市大部分地區都是山地，平地很少，城鎮周圍綠意盎然，有豐富而美麗的自然資源和風景。

該地區森林面積廣闊，自古以來利用森林資源生產木材、木製品、家具等作為當地產業而蓬勃發展。公路交通網發達，商業、工業、農林業日趨完善，以大型批發商為中心的路店林立的商業設施，以及利用有利條件的旅遊、農林業發展區，小水力發電廠則是近年才開始發展起來的產業。



圖 67 兵庫縣宍粟市市役所

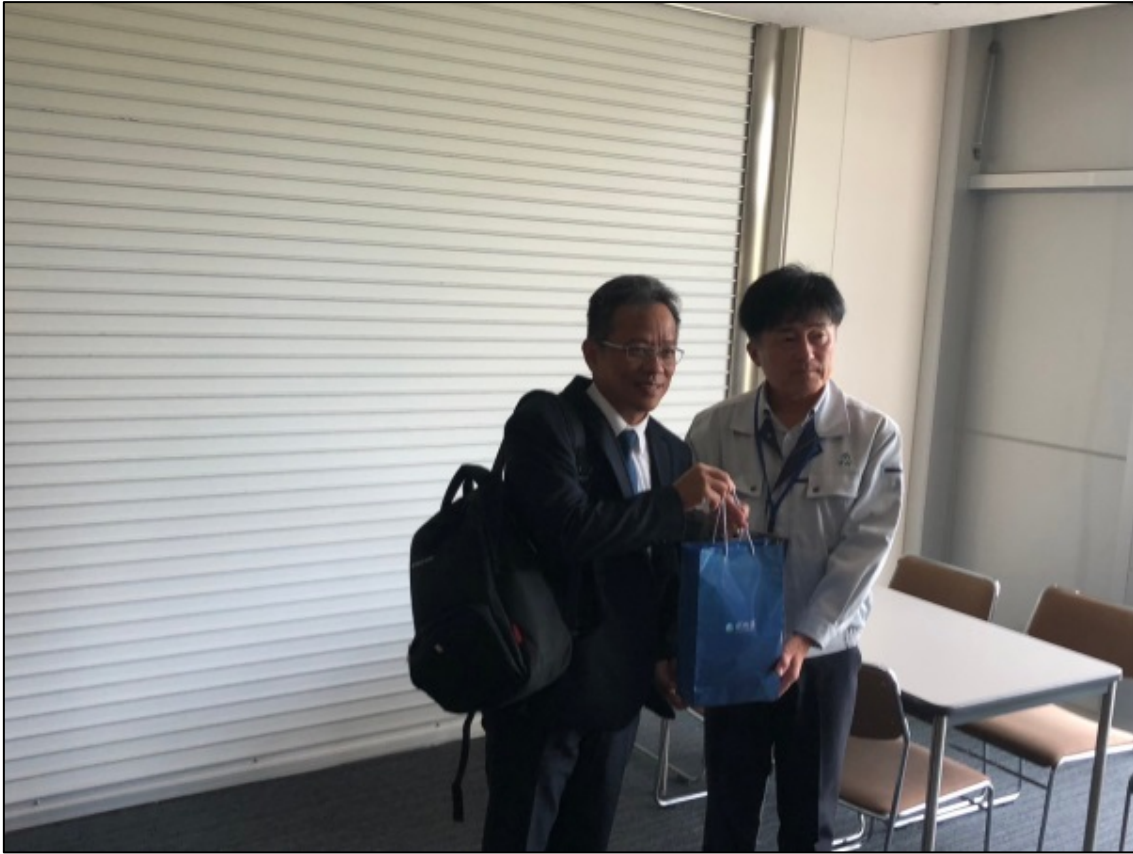


圖 68 吳明華分署長致贈宍粟市中村部長禮品

十一、 拜訪關西廣域小水力利用推進協議會

水力發電 (Hydropower) 乃運用水的勢能轉換成電能的發電方式，其原理主要是利用水位的高低落差 (勢能) 在重力作用下流動 (動能)，例如從河流或水庫等高水位處引水流動至低水位處，流動的水流即可推動水輪機使之旋轉 (機械能)，再帶動發電機發電 (電能)，提供可永續使用的綠色能源 (Green Energy)。依據「再生能源發展條例」(2023)，其定義小水力發電 (Small Hydropower，簡稱SHP) 係指「利用水道、圳路、管渠或其他水力用水以外用途之水利建造物之原有水量及落差，以直接設置或另設旁通水路設置之方式，轉換非抽蓄式水力為電能，且裝置容量未達二萬瓩 (20,000 kW = 20 MW) 之發電方式。」

小水力發電或微水力發電是一種分散式的小型水力發電，可普遍簡易裝置於灌渠、溪流、水利設施 (壩、堰、湖泊、蓄水池、尾水路)、旁通水路 (bypass)

等，適合做為農村、社區、山區、偏遠地區或者家庭、中小企業以及電力供給不穩定地區之供電來源。小水力發電只要案場條件適合、環境衝擊低，不論是民間企業，社區或團體，都可以成為小水力發電事業的興辦單位或參與者。

日本小型水力發電規模定義為1000KW以下，國內則以再生能源發展條例第3條之定義：裝置容量未達二萬瓩之發電方式為小水力發電，一般再區分100KW以下為微水力發電。本次參訪3處水力發電：黑土川、嵐山保勝會、日吉水壩小水力發電裝置，在國內前2者屬微水力發電，第3者屬小水力發電。依照河川水力發電類型，黑土川、嵐山保勝會小水力發電屬於川流式水力發電，日吉水壩小水力發電屬於水庫式水力發電。

小水力發電屬於自產的再生能源，具有工期短風險低，僅需規模較小的土木工程，對環境影響較小，轉換效率較其他再生能源高的容量因數大，需要較低的運轉維護成本，且有成熟可靠的技術，設備壽命長等優點，若有適合的廠址，應該值得進行開發，但小水力發電廠的實際發電量與投資成本，在短期內仍可能較無經濟效益，無法快速回收成本。但如果從維護成本低、對環境友善，發電效益穩定長久的特色去評估，則可以透過結合當地民眾或社團參與，進行社區再造、活化高齡化社區、營造綠色永續環境，電力直接為當地利用或營運收益回饋當地使用，降低對電力供應的需求，仍有值得開發利用的意義。

十二、 考察黑土川小水力發電廠

黑土川小水力發電廠由當地社區居民組成的黑土川小水力發電公司集資開發及營運管理，關西地區小水力利用推進協議會則提供專業技術輔導、販售發電廠相關設備及設計施工。本次考察由黑土川小水力發電公司及關西地區小水力利用推進協議會的代表人員接待說明，並於現場考察後進行意見交流。



圖 69 考察團與黑土川小水力發電公司代表人員進行交流



圖 70 吳明華分署長致贈黑土川小水力發電公司禮品

黑土川小水力發電廠位於兵庫縣宍粟市千種町，引用來自千種川水系黑土川的水源進行發電。水源上游的黑土瀑布及黑土川本身長期擁有比較穩定的水源，擁有良好的水資源條件，所以在早期就已經有水力發電的開發，在大正12年(1923)裝設有水力發電站，但後來被廢棄不用。



資料來源：黑土川小水力發電有限公司提供的書面資料

圖 71 黑土川小水力發電廠水源頭黑土瀑布及鳥居



資料來源：黑土川小水力發電有限公司提供的書面資料

圖 72 大正 12 年(1923)的水力發電站

因為社區內人口老化，年輕人力外流，急需進行社區再造及活化，所以在關西地區小水力利用推進協議會的評估建議下，由當地的居民自行籌資當股東，成立黑土川小水力發電有限公司，開發建設黑土川小水力發電廠。



資料來源：黒土川小水力発電有限公司提供的書面資料

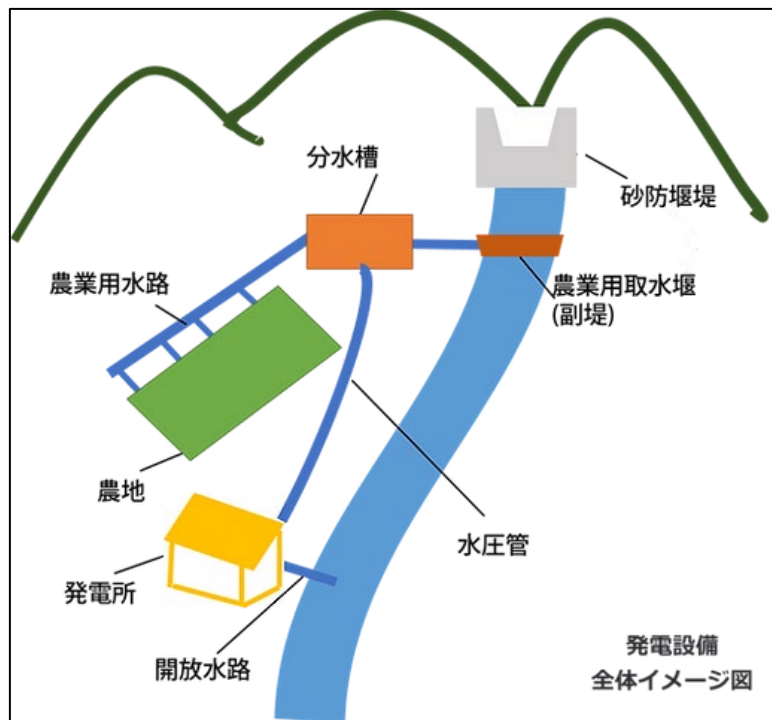
圖 73 黒土川小水力発電有限公司組織圖



資料來源：<https://www.kurotsuchi-hydro.com/hydroplant>

圖 74 黒土川小水力発電有限公司組織運作情形

黑土川小水力發電廠是一個川流式水力發電廠，從流經千種町黑土地區的山間溪流黑土川設置農業用取水設備進行取水，依據流入的最大使用水量0.1cms和有效水頭差50.1m，預計最大發電量為39.6kw。



資料來源：<https://www.kurotsuchi-hydro.com/hydroplant>

圖 75 黑土川小水力發電設施配置示意圖



資料來源：<https://www.kurotsuchi-hydro.com/hydroplant>

圖 76 黑土川小水力發電管線配置圖

因為希望能夠被當地民眾接受，減少居民抗拒抵制的问题，水資源的分配以農業用水優先使用，以維持原有居民生活方式生活機能，當農業用水足夠以後，剩餘的水才拿來發電。並使用較低噪音的水輪機和發電機，以免干擾居民生活。

為了能夠永續利用，將良好的環境留給後代子孫並且節省開發經費，盡量避免大規模工程施工，以維護環境。取水堰壩使用原有農業取水的位置，壓力管線沿著山腳附近布設，拋棄以往土木工程的大規模挖填及混凝土工法。



圖 77 黑土川小水力發電公司向考察團介紹取水設施



圖 78 取水堰考察照片



圖 79 取水堰上游防砂壩考察照片



圖 80 取水堰位置利用原有農業取水設施考察照片



圖 81 壓力管線沿山腳下地形鋪設考察照片



圖 82 分水槽考察照片

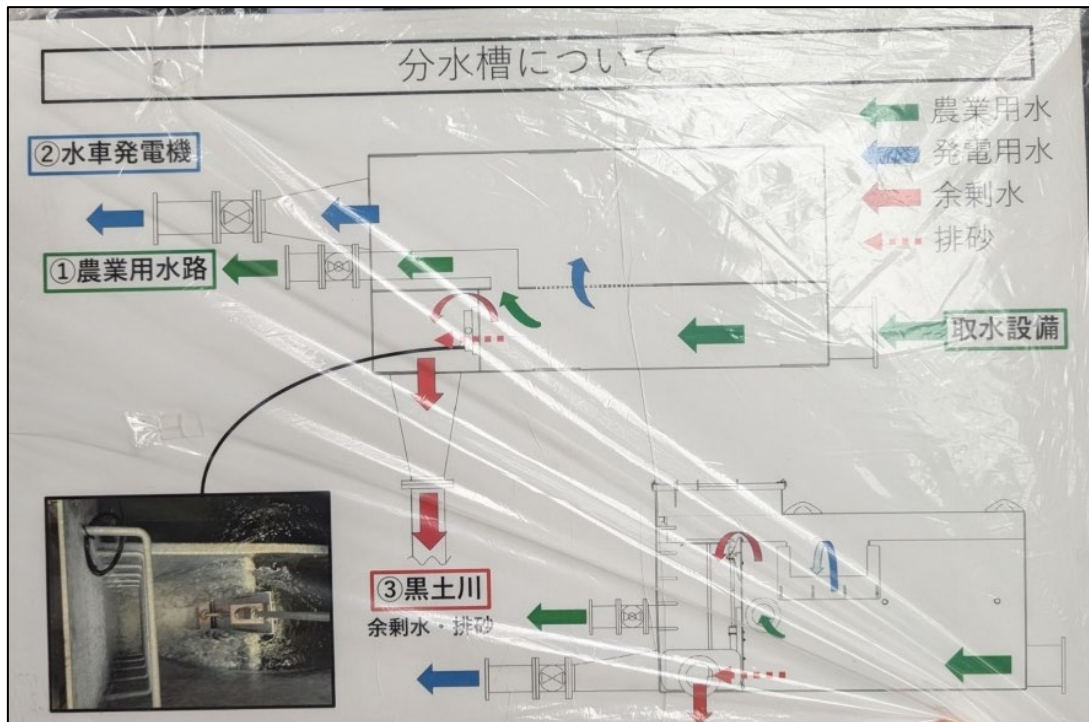


圖 83 分水槽以農業用水優先使用考察照片

因為社區居民老齡化，工作量能有限，在設計上考慮低維護管理的功能。取水堰採用具有附壁效應(Coanda Effect)的不鏽鋼濾網，除了分層攔污，具有較高的自潔效果以外，可以減少維護頻率並實現高效取水。從分水槽到發電機的設備，都有儀器監測，可以使用電腦遠端自動監控，除了必要的維護以外，需要人力去做維護的工作很少。



圖 84 取水堰考察照片

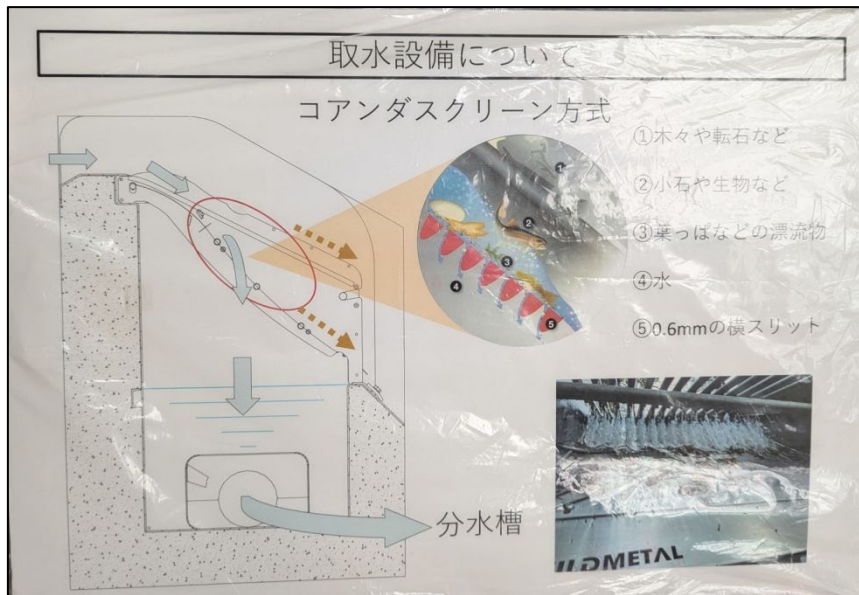


圖 85 低維護管理功能的不鏽鋼取水堰考察照片



圖 86 黑土川小水力發電廠發電機房考察照片



圖 87 黑土川小水力發電公司向考察團介紹發電廠發電設備考察照片

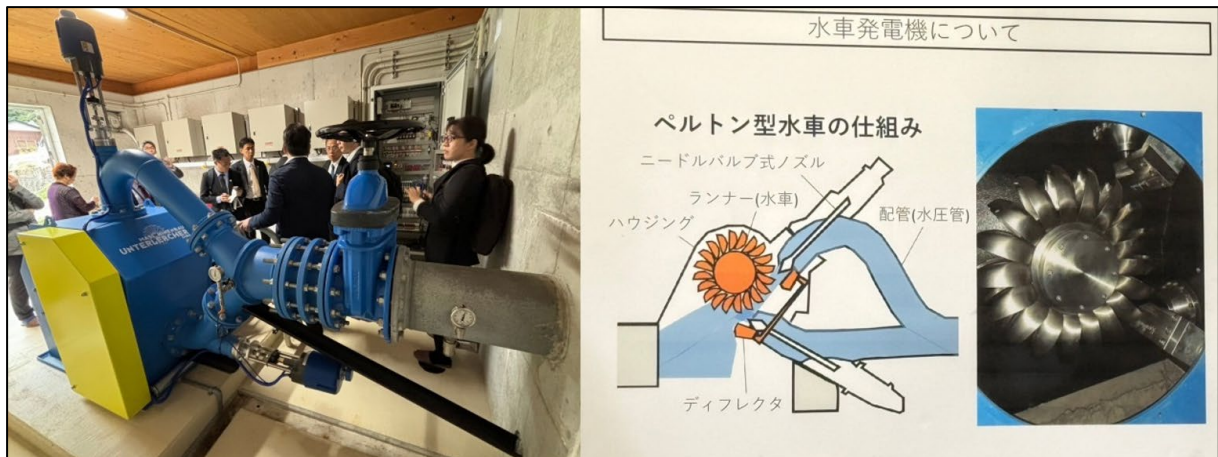


圖 88 水輪機具有緊急自動停機之自我保護機制設計考察照片

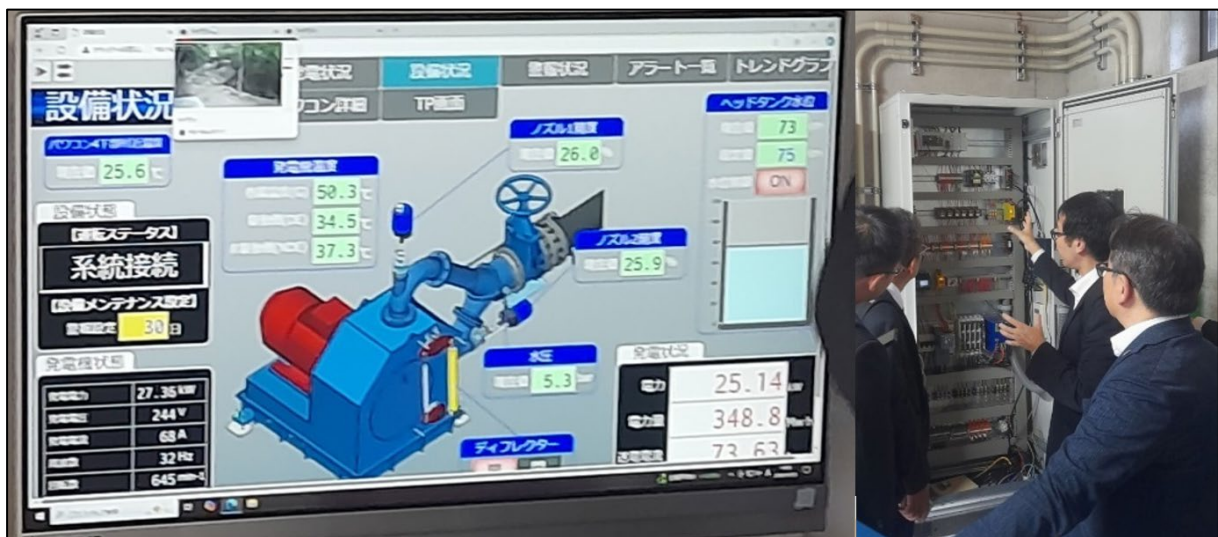


圖 89 電腦自動監控設施考察照片

黑土川小水力發電有限責任公司在2023年12月4日被選為令和第五屆環境部長氣候變遷行動獎得主。環境部長氣候變遷行動獎是環境部頒發給在減緩和適應氣候變遷方面取得傑出成就的個人和組織的獎項。

黑土川小水力發電有限責任公司因其透過居民主導的小水力發電，振興人口稀少地區所做的努力而獲得認可，榮獲推廣與促進類、減緩與適應類環境大臣獎。



資料來源：<https://www.kurotsuchi-hydro.com/news>

圖 90 2023 年氣候變遷行動環境部長獎頒獎典禮

黑土川小水力發電廠的發電量都賣給關西電力公司，因為只有營運一年，所有營收都應用在設備維護上，預估回收成本時間約需要20年。未來將利用售電的營收利潤來幫助振興該地區，並將發電廠作為環保學習的場所。

十三、 拜訪日吉水壩管理事務所

日吉大壩(日吉ダム)位於日本京都府南丹市日吉町的一座混凝土重力壩，壩高67.4公尺，壩頂長438公尺，總儲水量6,600萬立方公尺。它創造了人工湖天若湖，面積為2.74 km²。最初的建設規劃於 1961 年開始，1993年壩體開工，1997年壩體完成，1998年開始營運。作為保護下游地區免受淀川水系桂川頻繁洪水侵襲的措施。目前由獨立行政法人水資源機構營運管理。

日吉水壩(Hiyoshi Dam)主要用於三個目的：防洪、河川維護和供水。此水壩充分展現了日本在水利工程上的精細規劃，特別是在防洪安全、供水品質和環境保護等方面的縝密考量。其設施配置合理，操作靈活，是一座典型的現代化多目標水壩。



資料來源：<https://www.kyototourism.org/zh-hant/sightseeing/793/>

圖 91 日吉水壩

日吉水壩包括一台容量為 850 千瓦、有效水頭落差標準 35 公尺，最大取水量： $3 \text{ m}^3/\text{s}$ 的小型水力發電機，平均年發電量可達 5,600 MWh/年。這些能源用於為大壩設施供電，多餘的發電量則出售給電網(關西電力公司)。

規劃設計特色:1. 善用既有水庫落差，無需額外工程改造。2. 採用適合中水頭特性之水輪機，發電效率優異。3. 自動化監控系統降低人力需求、維護成本低。4. 無額外環境衝擊，環境友善。

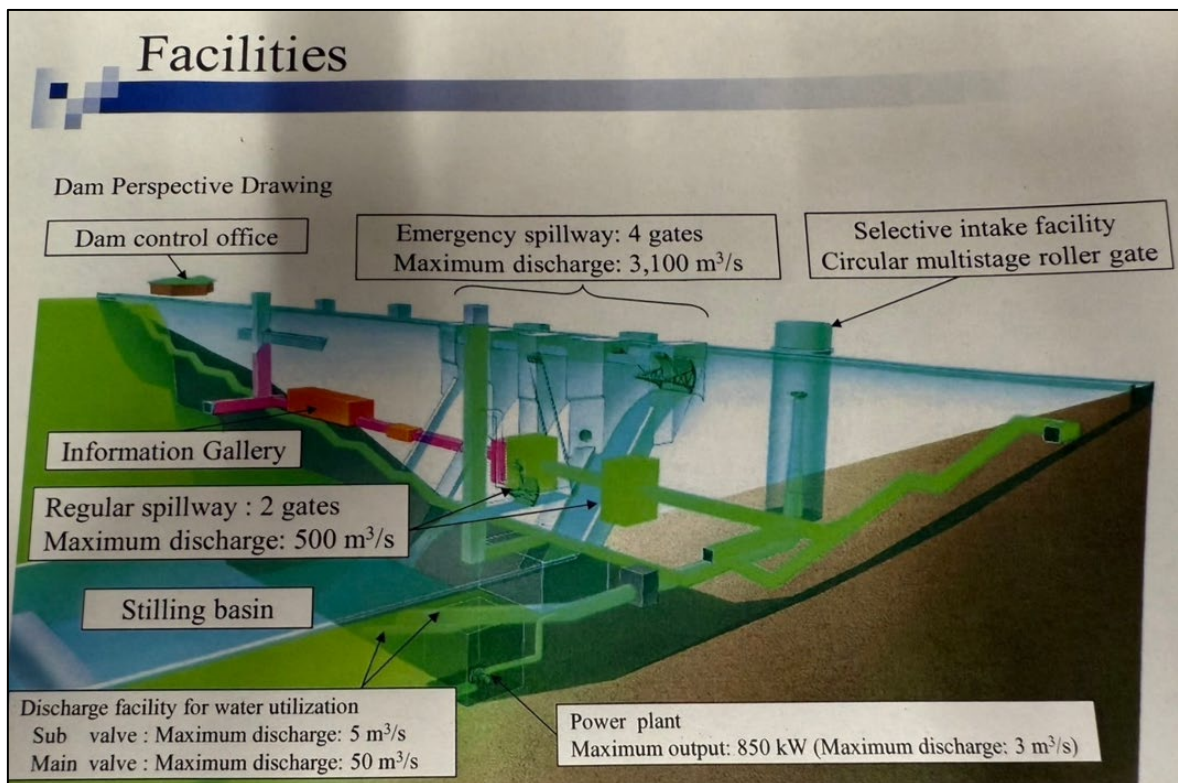
發電系統運作原理:1. 水庫式水力發電。2. 位置:發電廠位於大壩下游側。3. 取水方式:透過選擇性取水設施(Selective intake facility)進行取水。4. 水輪機水輪機型式:橫軸混流式(法蘭西斯式)5. 水流路徑:從取水口→壓力鋼管→水輪機→尾水渠

運轉特點:1. 屬於小容量但穩定的發電設施。2. 利用水資源重複利用的概念。3. 發電用水可與下游放流水結合使用。4. 相較大型水力發電廠，對河川生態影響較小。



資料來源：日吉水壩管理事務所簡報

圖 92 日吉水壩及周邊發電設備



資料來源：日吉水壩管理事務所簡報

圖 93 日吉水壩透視設備圖

緊急溢洪道：最上層，4座閘門，最大放流量3,100 m³/s、常用溢洪道：中層，2座閘門，最大放流量500 m³/s、水利放水設施(50 m³/s + 5 m³/s)：底層，常規供水

此水力發電設施最顯著的特色在於其採用水庫式發電的配置方式，不同於一般常見的川流式發電。透過水庫儲水後在低處發電的方式，不僅確保了發電的穩定性，也充分利用了水資源的位能差。



圖 94 日吉水壩管理所所長市原裕之上課講解

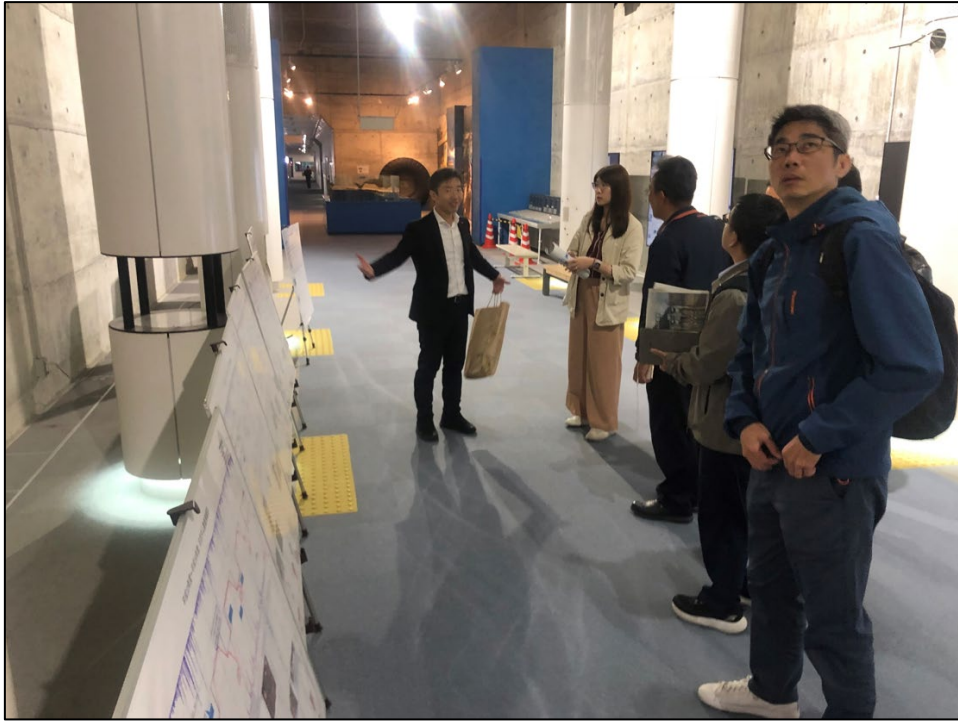


圖 95 日吉水壩資訊展示館考察照片

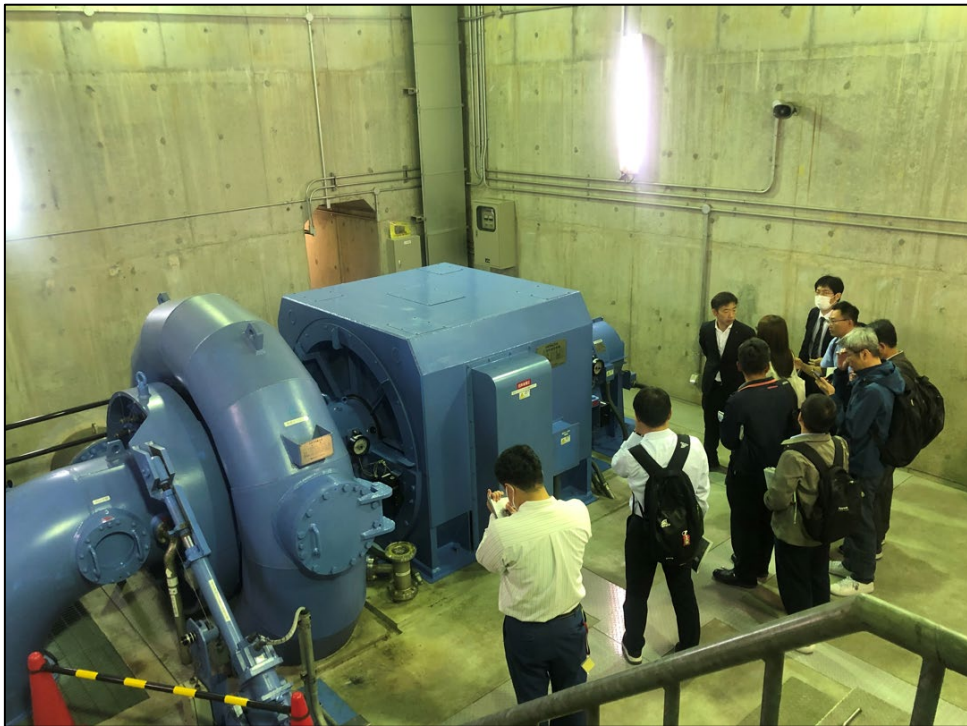


圖 96 日吉水壩水輪機與發電機考察照片

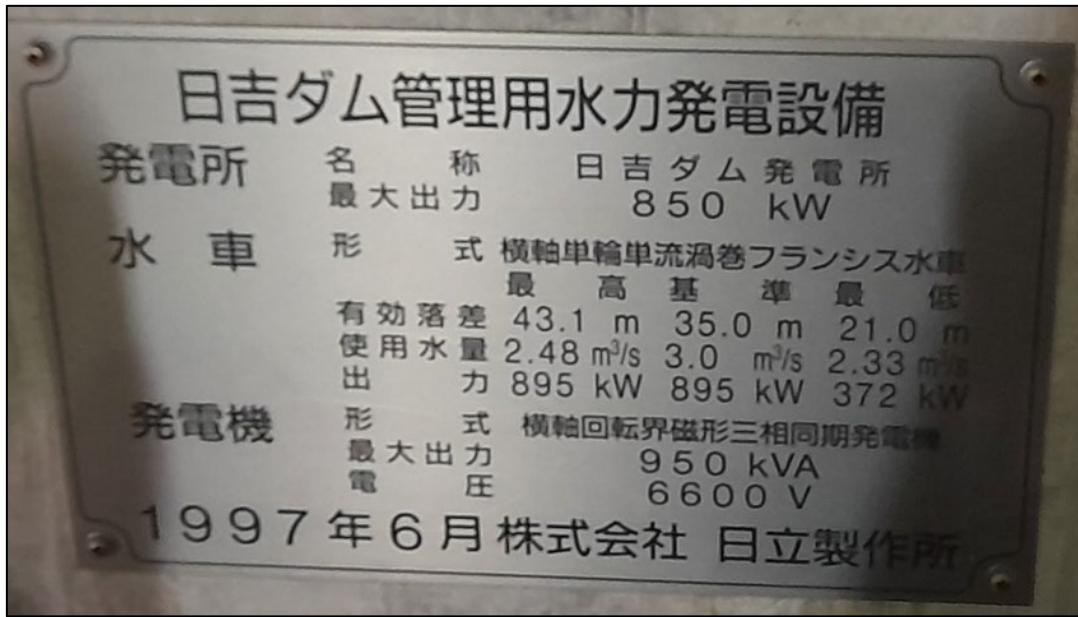


圖 97 日吉水壩水力發電設備名牌



圖 98 日吉水壩水車設備名牌

放流設備（選択取水設備）

独立行政法人
水資源機構
日吉ダム管理

貯水池の水温や濁度等の水質に応じた適切にダム下流に放流するため放流設備を使用して放流。

【選択取水設備の概念図】

シリンダー部分が伸縮する

表層付近から取水する場合

中層付近から取水する場合

底部から取水する場合

※ダム湖に流入する水温等や下流河川の状態に応じた適切な水深を選択

形式：円形多段式ローラーゲート
口径2.7m×26.8m（全伸時）

取水範囲：EL.191.4m～EL.173.0m（選択取水）
EL.162.6m（底部取水）

最大取水量：50m³/s（底部取水）

設置目的：冷水対策、濁水対策

運用：通常は表層取水

整流板

取水口

資料來源：日吉水壩管理事務所簡報

圖 99 日吉水壩選擇取水設施圖(採用環形多級滾輪閘門)



圖 100 致送禮品予所長市原裕之

十四、 嵐山保勝會小水力發電所

嵐山是日本京都府京都市的一個觀光地，以賞楓葉（秋季）和櫻花（春季）而知名。「嵐山」這地名原本是專指位於桂川右岸、屬於京都市西京區一部份的嵐山地區，而河對岸、屬於右京區的地區則名為嵯峨野，但近年來許多觀光導覽資料都概括性地，將以橫跨桂川的渡月橋為中心之河左右兩岸周邊地區，合稱為嵐山。

現在的渡月橋橋梁建於1934年，那時還沒有要求安裝照明設施的法律。橋梁在1994年到2000年間進行整修，但為了保護景觀，當時仍未安裝照明設施。隨後，附近居民們對因缺乏照明而引發的交通事故和預防犯罪表示擔憂、長橋完全黑暗對心理上也不好。基於當地居民的要求，嵐山保勝會以使用桂川（一級河川）堰上安裝小型水力發電申請安裝照明設施，因1997年京都議定書帶動減少CO2排放的風潮，考慮採用環境負荷較小的水力發電。最終獲得政府許可，在嵐山保勝會主導下，2003年開工，2005年12月開始運作常設照明。售電則由嵐山保勝會進行，並與京都市長簽訂備忘錄，為防止全球暖化盡一份心力。

嵐山保勝會是在1932年(昭和7年)嵐山地區全區被國家指定為史蹟名勝後，為了保護嵐山而成立的自願性組織民間團體，其會員包括阪急電鐵、京福電鐵等事業單位、寺社、當地商店以及當地居民等。其目的是維護嵐山優美的自然環境和觀光景點，並提升其作為觀光地的魅力。該會開展各種活動，包括發揮地方特色的活動和清潔維護工作。在以春季櫻花和秋季紅葉聞名的嵐山地區，嵐山保勝會作為核心組織，全年舉辦各種活動。

嵐山保勝會在桂川（一級河川）的既有堰上設置發電設施時，曾與主管機關國土交通省多次協商，採用不影響原有水流的結構設計。負責堰壩管理的京都市和洛西土地改良區也給予支持配合。此外，由於該地區為著名風景保護區，因此將照明器具設計成和風形式，並採用防止光線外洩的設計等細節。

電力由安裝在堰上的小型水力發電機提供。發電機是來自小水力發電先進國家捷克的產品，於2005年12月竣工，水位落差1.74公尺，流量每秒0.55立方

公尺，虹吸式螺旋槳水輪機與三相誘導發電機，最大發電量5.5千瓦。橋上常設照明所需電力約2千瓦，多餘的電力售予關西電力公司，所得到的利益用於支付週邊的清理維護與活動費用，可以說是平衡了景觀與地方安全的兩全做法。

照明設施採用花崗岩圓柱形LED燈具，高70公分，直徑20公分，在橋梁兩側人行道上等距離安裝共60座。LED照明會隨季節變換顏色，春季呈現櫻花色彩，秋季展現楓葉色調，呼應景區特色。

工程總經費約3,400萬日圓，其中發電機(捷克製)1,000萬日圓、海運運輸費1,000萬日圓、資金來源包括保勝會會員、市內企業的捐款，以及新能源產業技術綜合開發機構(NEDO)的補助720萬日圓。營運由「合資會社嵐山保勝會水力發電所」負責。渡月橋上游在昭和20年代前是丹波地區木材的貯木場，原本就有貯木用的堰，利用該處設置水中泵浦，因此總工程費得以節省。小水力發電設施所在地上游設有水壩用於發電、防洪，因此此處水位尚稱穩定，但每年約有數次因颱風豪雨仍有被河水淹沒機會，造成停機，故發電機組設備皆採防水設計，由人工配合防汛通報預先關機，每年1次檢修機電設備，僅有因漂流木雜枝阻塞2進水口之困擾，因無法設置電動撈污機，故需定期人工清理。

促成嵐山保勝會水力發電所成功的關鍵，主要歸功於以下支援與合作：

1. 當地嵐山保勝會對實踐京都議定書精神及促進地方發展的熱忱。
2. 國土交通省核准一級河川（桂川）的發電用水權。
3. 關西電力公司同意收購僅5.5千瓦的小型水力發電。
4. 土地改良區同意在其管理的堰壩上設置發電設備。
5. 獲得經濟產業省及NEDO（新能源產業技術綜合開發機構）平成17年度中小水力開發補助經費。
6. 京都市、設備製造商、企業界及全國小水力利用推進協助、議會的大力支持。

水力發電機即使沒有落差也能發電，但在地區設置需要龐大經費。太陽能

發電因電力公司收購制度的運用及對地球友善而普及，但也有健康和景觀上的問題。相較之下「小規模水力發電」善用地利且考量自然，令人深感其價值。

嵐山的案例是在京都議定書簽署後，順應當時風潮而成，但要取得管理單位土地改良區的同意就花了約一年時間。設置時需考量管理者意見來規劃較為理想。此外，財源的確保也是必要條件。

當年的京都議定書及地方振興的熱忱促成了這個民間主導的計畫值得肯定。小水力發電事業的先進案例可作為自然能源在地生產在地消費的售電收益效果和觀光資源的參考，期待能以不是做不到而是尋找可行方法的態度來推動。

在桂川設置小水力發電裝置，利用其發電來點亮符合景觀考量的渡月橋新設常夜燈，同時將剩餘電力轉售，透過運用自然能源的方式，為地球暖化防止、景觀保全以及地域的安心安全作出貢獻。

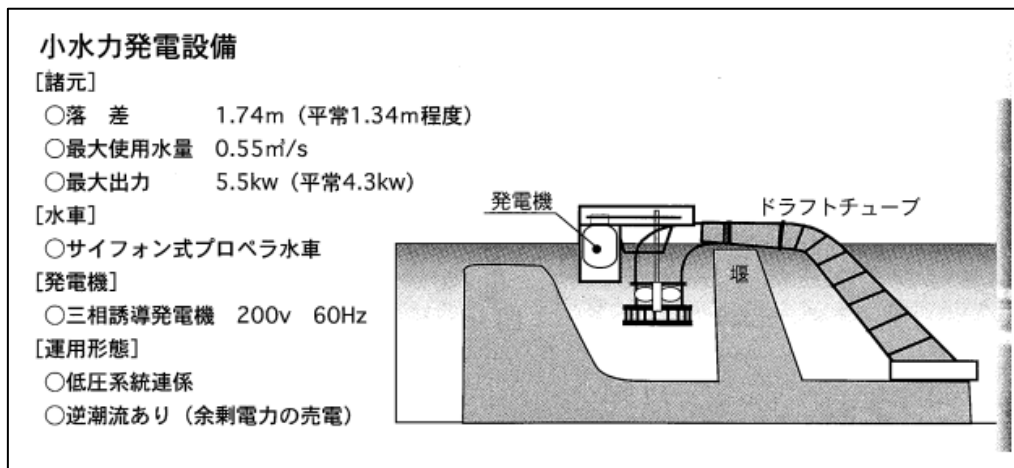


資料來源：https://www.kyoto-inf.com/2019/01/14/posted-nishitakasegawa_kiten/

圖 101 嵐山小水力發電



圖 102 嵐山小水力發電



資料來源：嵐山保勝會小水力發電所簡報

圖 103 嵐山小水力發電設備示意圖



圖 104 小水利發電資訊看板



資料來源：環境地水學研究室-小水力發電の全国的展開への展望 pdf 檔

圖 105 渡月橋夜間照明



資料來源：google.com.tw

圖 106 渡月橋黃昏照明



圖 107 嵐山保勝會擔當理事吉田憲司為團員講解



圖 108 團長致贈紀念品予理事吉田憲司

肆、心得與建議

一、心得

- (一) AI攝影機的應用不僅限於防止非法傾倒垃圾，還可以在其他領域發揮重要作用。例如，在交通管理方面，AI攝影機可以用來監控交通流量，識別違規行為，並提供即時的交通資訊，幫助減少交通擁堵和事故發生。在公共安全方面，AI攝影機可以用來監控公共場所，識別可疑行為，並及時通知相關部門，提升公共安全水平。日本在AI應用部分還未深入至實務面，僅於影像辨識(形狀、水位)實驗階段。而目前水利署則已有遠端監控系統及水情影像雲端平台都已經運用AI影像辨識功能，分別在河川人車出入監控及道路積淹水辨識已具初步應用成效。
- (二) 狹山池歷經多次歷史性改造，目的在於提升水庫的儲水能力和洪水調節功能，強化防洪韌性，不僅保護了當地的居民和財產，也成功保存了早期灌溉取水歷史及遺跡。日本在水資源人文及歷史上，不僅重視傳統文化保留，更運用現代技術進行防震和保護，這展示了高度的責任感和技術實力，更是對歷史的尊重和文化的傳承，是值得學習效法。
- (三) 日本河川區域管理相關法規鬆綁歷經46年取得共識修改放寬使用，水邊環境放寬使用從2011年開始試辦，迄今歷經約13年時間才發展成現在規模與使用模式。發展過程中，日本民眾對於地方需求高度參與，透過組織會整合各方意見與政府溝通，行政機關與時俱進法規修訂，在防洪安全無虞下支持發展，是值得效法借鏡。
- (四) 大阪沿海地區位處低窪，常面臨颱風及海水倒灌而造成淹水，但大阪地區的橋梁又多，若把橋梁全部拆除加高或將全部排水及河川堤防加高達至防洪標準，是難以執行的。因此透過興建三大水門的方式，水門關閉後，內水再透過大型的抽水站抽水至淀川，以避免大阪沿海地區的淹水。在台灣西部沿海低窪區防洪策略，或許可借鏡日本三大水門。

- (五) 在盆地地形區域，地表水無法快速順利排出的情況下，利用地下河川的方式來增加滯洪空間，將洪水集於地下管道中，降雨後透過抽水排出，可提升防災韌性。台灣都市河川堤防已無法加高，河道也無法拓寬，加上滯洪土地及空間難尋，或許可思考地下河川概念增加滯洪。
- (六) 本次考察ICT施工部分，利用機器手臂遠端控制的方式來施工，其優點為施工快速且安全，比起過去由人員現場操作施工已經有大幅的提升，然而若進一步要論及到所謂的AI的部分的話，雖目前還未到無人的程度，但這確實是要通往AI過程的必經之路。
- (七) 本次考察3處小水力發電設施(如表4)，日吉水壩小水力發電設施其專業分工完善，從規劃到營運皆由專業團隊執行，營運模式成熟，具有穩定的售電對象及收入來源，營運風險相對較低。黑土川、嵐山保勝會小水力發電由當地民眾擔任開發者的角色，親自參與開發設計、營運維護的工作，較容易形塑成功的案例，值得國內推動小水力發電參考學習。

表 5 本次考察小水力發電廠差異比較

	1.黑土川	2.嵐山保勝會	3.日吉水壩
地點	兵庫縣宍粟市千種町 千種川水系黑土川	京都府京都市右京區 淀川水系桂川	京都府南丹市日吉町 淀川水系桂川
案場類型	川流式水力發電	川流式水力發電	水庫式水力發電
發電條件	中水頭、低流量 (50.1m、0.1CMS)	低水頭、低流量 (1.74m、0.55CMS)	中水頭、中流量 (43.1m、3.0CMS)
水輪機	橫軸衝擊式(佩爾頓式 Pelton)	虹吸式螺旋槳	橫軸混流式(法蘭西斯 式 Francis)
裝置容量	39.6 kw	5.5 kw	850 kw
廠址規劃	上游攔水、下游發電	河道中發電	水庫儲水、低處發電
開發+ 營運管理	1.居民投資、營運(黑土 川小水力發電公司) 2.專業團隊輔導：販售 設備、設計施工、技 術指導(關西地區小 水力利用推進協議 會)	1.居民投資、營運(嵐山 保勝會) 2.專業團隊設計施工， 不參與投資、營運	1.專業團隊投資、營 運、設計施工(獨立行 政法人水資源機構)
發電量 利用	售電-賣給關西電力公 司	自用優先-渡月橋路燈 多餘電力-賣給關西電 力公司	售電-賣給關西電力公 司
營收利用	設備維護、還本(目前第 1年，大約20年還本)	渡月橋路燈用電、設備 維護	水庫額外收入，沒有特 定使用方式

二、 建議

- (一) AI攝影機的設置可大幅提高監控效果，減少人力成本，有別於台灣以隱藏式攝影機取締非法傾倒垃圾的方式，未來可評估於攝影機增加AI監控及聲音警示，遏止亂丟之可行性。日本對肖像權和隱私權的重視以及在公眾場合安裝攝影機的嚴格規範，值得台灣在推廣AI攝影機時參考，以平衡監控需求與隱私保護。
- (二) 水資源歷史文化具有高度教育性，如果能在博物館內進一步加強互動展示，利用虛擬現實（VR）等科技，讓參觀者能更身臨其境地體驗狹山池的歷史變遷與工程技術。並與學術單位合作研究，確保工程和保護措施的科學性和有效性，這點對於保護台灣的歷史遺跡也尤為重要。
- (三) 河川之使用可思考讓民眾發揮創意，利用堤岸或水上創造開放的水岸空間，借鏡日本成功案例，水上可採用容易拆除臨時性設施，堤後在無影響構造物安全下可設立永久性設施。建議可透過增加使用需求性為誘因，來產生參與維護認養的意願，形成好的循環。
- (四) 於河口或海口，施設大型水門及抽水站，將可減少河川或排水沿岸徵收土地、加寬加高堤防、改建橋樑所需耗費之大筆經費，亦可減少對河岸景觀衝擊及內水排放問題，另過往河岸之抽水設施亦可集中管理及操作，達到更大效益及減少人為可能之疏失，日本三大水門施設之理念，於台灣西部沿海地層下陷區，或可效法其策略。
- (五) 大台北地區為盆地地形，然而台北盆地基隆河沿岸已佈設相當多的抽水站，尚足以處理地表排水的問題，未來如真有地下河川的計畫，則可思考，地下河川除了作為在降雨期間的滯洪功能外，亦可作為儲水設施，在降雨期間所蒐集到的滯洪水量，將可成為旱季時的水源，如此水資源乾旱時期就多了備援的水源。

- (六) 在台灣目前中小型營造廠要引進或開發ICT技術尚需要一定的經費及技術門檻，建議可以朝先要求大型公共工程辦理的方向思考，由大型公共工程來推動後，再推廣至中小型營造廠，未來可以透過無人化遠端自動操作再加上AI的訓練，那就可達到AI自動施工的境界。
- (七) 本次日本考察時間在秋季末，可發現小水力發電雖有諸多優點，但其發電量受季節性影響變化大，若電廠的進水口水位太低、流量不足則無法發電。尤其川流式小水力電廠，其發電量通常依降雨量及河水流量而變化，可能每日、月或季的發電量變化很大，若無設置儲水設施或電廠位於較小河川，則發電量變化將更大。此特性建議應於廠址評估時列為重要考量，因此長期水文調查及流量分布資料之正確性相當重要。本次考察的日本小水力發電廠案例，因為在春季時有冬季融雪帶來的穩定流量，所以有比較長時間的穩定發電量，這個是國內所沒有的條件，在國內進行廠址評估時需要更慎重。

伍、參考文獻

一、 大阪市及大阪府部分：

1. 大阪市大阪港灣局官方網站
(https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/soshikikarasagasu/bu_kowan/index.html)
2. 大阪市大阪港灣局 計劃整備部 設施管理課提供
3. 大阪府狹山池博物館提供
4. 公益財團法人河川整備研究所提供
5. β本町橋官方網站
(<https://hommachibashi.jp/>)
6. 北濱水邊協議會官方網站
(<https://www.osakakawayuka.com/history.html>)
7. 大阪府都市整備部 西大阪治水事務所官方網站
(<https://www.pref.osaka.lg.jp.c.agb.hpcn.transer-cn.com/o130350/nishiosaka/emergency/high-tide.html>)
8. 大阪府都市整備部 寢屋川水系改修工營所提供
9. 大阪府都市整備部 寢屋川水系改修工營所官方網站
(<https://www.pref.osaka.lg.jp/o130360/ne/kouji/nanbu.html>)

二、 兵庫縣部分：

1. 黑土川小水力發電有限公司提供
2. 黑土川小水力發電有限公司官方網站
(<https://www.kurotsuchi-hydro.com/hydroplant>)

三、 京都府部分：

1. 日吉水壩管理事務所提供
2. ANOTHER KYOTO官方網站
(<https://www.kyototourism.org/zh-hant/sightseeing/793/>)
3. 嵐山保勝會小水力發電所提供
4. 京都府文章資料
(https://www.kyoto-inf.com/2019/01/14/posted-nishitakasegawa_kite_n/)

5. 環境地水學研究室-小水力発電の全国的展開への展望資料

四、 維基百科網站