



重建洄家之路—田寮洋一、二、三圳取水設施更新改善工程

中興工程顧問股份有限公司水利工程部組長 / 楊佳寧
前人禾環境倫理發展基金會資深經理 / 方韻如
農業部農田水利署北基管理處工務組組長 / 戴聖宏

關鍵字：灌溉用水、河相學、近自然工法、縱向生態廊道、洄游生物

一、前言

遠望坑溪是雙溪河入海前最後一條匯流的主要支流，也是許多洄游魚、蝦、蟹、螺類上溯利用的潛在生物廊道。溫暖的黑潮帶來極豐富的洄游物種，使得遠望坑溪的生物多樣性在台灣溪流中名列前茅。原本遠望坑溪設有三座取水堰（從上游至下游簡稱一堰、二堰、三堰），其堰體高度均超過 1 m，其中以 2.1 m 高的三堰最為嚴重，魚兒躍起後撞牆的畫面屢見不鮮。此外，二堰至三堰河段淤積，在枯季常斷流，使三圳每年幾乎都有一個月以上時間乾涸無法取水。109 年，當時的林務局指認田寮洋濕地與遠望坑溪為串連森、川、里、海的示範區，110 年在行政院「國土生態保育綠色網絡建置計畫」之經費補助的經費補助下，農田水利署北基管理處遂啟動三座堰體的更新改善，確立計畫願景

為「灌溉設施與生態共融」，主要目標為：「在滿足灌溉需求、不增加防洪風險、不增加維管負擔之前提下，恢復溪流縱向生態廊道」。

二、計畫基本資訊

本計畫各階段之詳細內容，可參考計畫成果報告書（農水署北基管理處，113 年）。

- **地點：**新北市貢寮區，雙溪河支流遠望坑溪（圖1）。
- **範圍：**固床工1至一圳取水堰，約1.1公里（圖2）。
- **經費：**規劃設計及生態調查案509萬元，工程費695萬元，皆由國土綠網補助。
- **規劃設計：**中興工程顧問股份有限公司
- **生態調查：**前人禾環境倫理發展基金會
- **施工廠商：**十大營造有限公司



- 監造單位：農水署北基管理處基隆工作站
- 計畫內容：規劃設計與生態調查案如

圖3，工程內容如圖4、圖5。

- 施工期間：112年1月3日至112年5月27日。

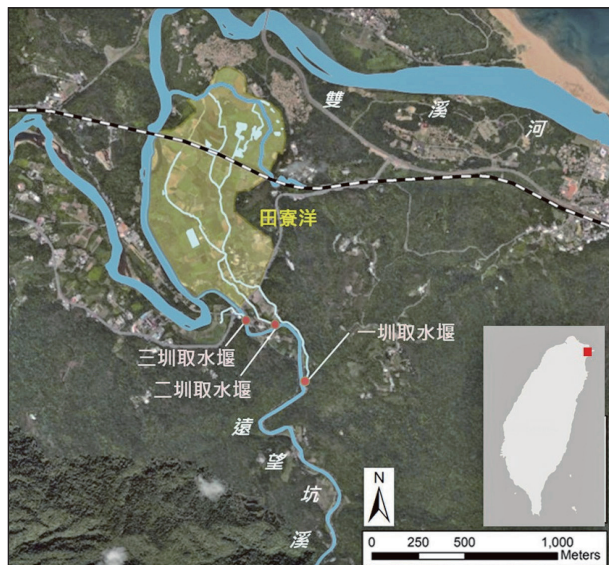


圖 1 計畫地點

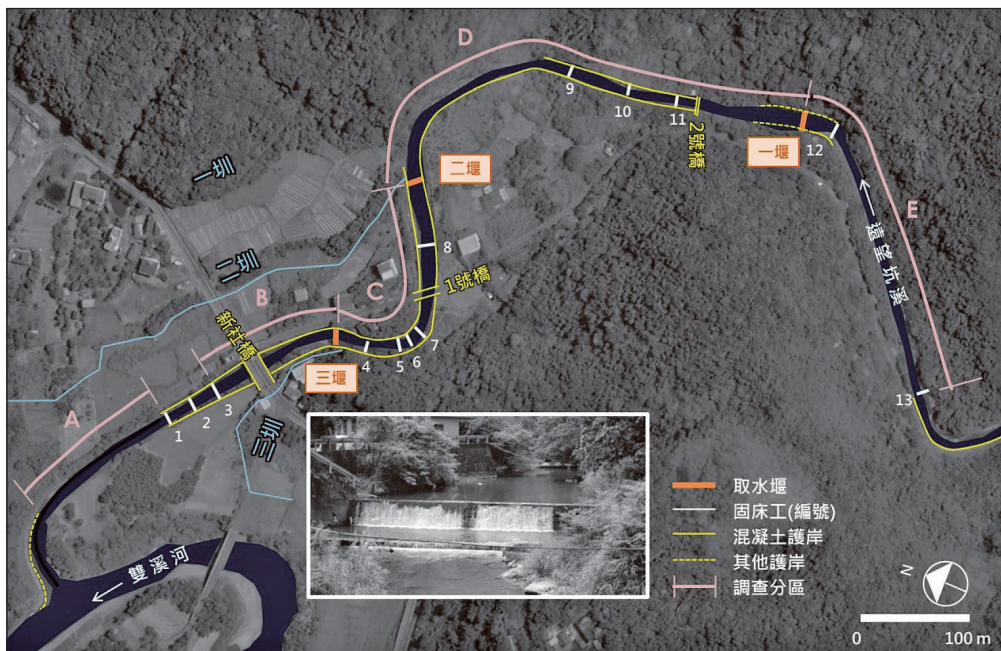


圖 2 計畫範圍及改善前構造物分布

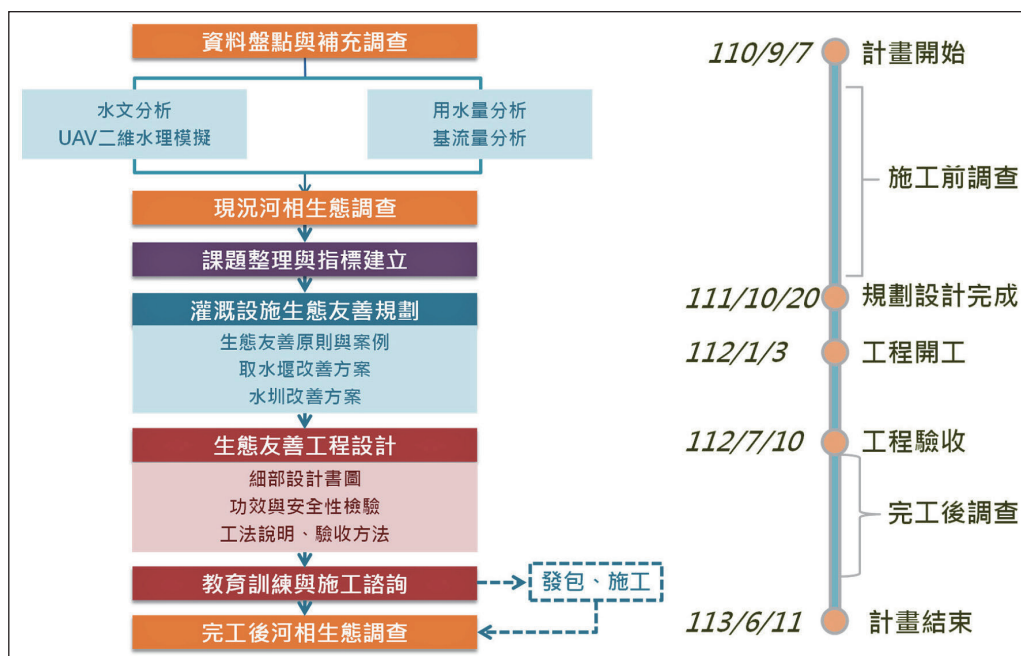


圖3 規劃設計與生態調查案工作項目與期程

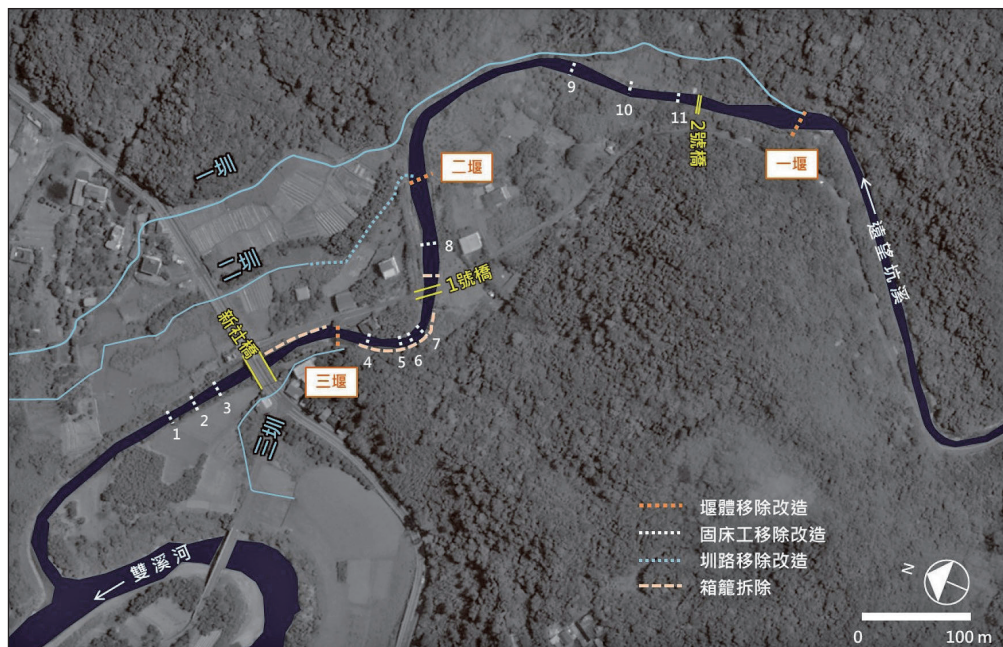


圖4 減法工程移除之構造物

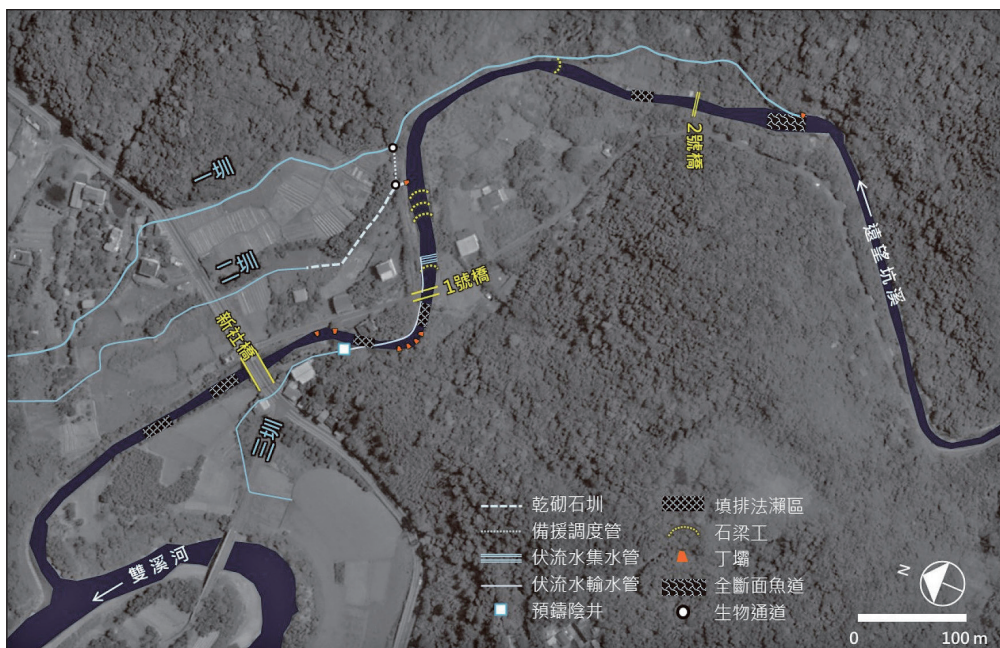


圖 5 近自然工法及新設之取輸水設施

三、計畫課題與潛力

課題

首要課題為生態阻隔：2.1 m 高的三堰

阻斷生物洄游路徑，回家成了一條撞牆之路（圖 6）。一堰（1.3 m）、二堰（1 m）及多座固床工也都可能阻礙生物通行。此外，堰體及固床工也阻斷輸砂，讓洪水難以形塑潭、瀨棲地。



圖 6 三堰影片「回家是一條撞牆之路」(2018 年 3 月)

來源：<https://www.youtube.com/watch?v=3EqVUniM4VI>



此外，二堰至三堰河段淤積，且三堰下方已有裂隙，在旱季易伏流，因此三圳每年幾乎都有一個月以上乾涸無法取水。就穩定供水的職責而言，舊有構造物亦有改善必要。

潛力

遠望坑溪上游為水質保護區，林相完整，岩層強度不弱，土砂災害潛勢低。下游雙溪河仍保有天然河相，在北台灣絕無僅

有。黑潮每年帶來豐富的洄游物種，在被構造物阻隔前的短短 2 km 溪段內，過往曾紀錄 61 種台灣原生魚蝦蟹螺，其中河海間移動需求種佔總數之七成。下游僅 100 公頃大的田寮洋濕地，曾紀錄全台灣一半以上 310 種的鳥類。109 年林務局指定田寮洋濕地與遠望坑溪為串連森、川、里、海的示範區（林務局，109 年），正是因為其復育潛力無窮，只要改善物理棲地（河相），即可能顯著提升生物多樣性。



圖 7 改善前三堰旱季乾涸情形



圖 8 田寮洋的鑲嵌式地景（左）及近年推出的友善農作品牌米（右）



此外，遠望坑溪是難得的環境教育場域，從溪旁道路可前往熱門的草嶺古道，假日遊人眾多。在地 NGO 長期輔導田寮洋農友朝生態友善轉型，近年已推出品牌米。復育後的遠望坑溪可望展現生態連結，支持社區的環境教育，也吸引外地人前來親水賞魚，成為貢寮生態旅遊產業的一環。

四、規劃設計概要

基本策略

本案採用兩大基本策略，以達成灌溉設施與生態共融之目標。一為應用河相學（fluvial geomorphology）的原則指導規劃設計，使完工後的溪流樣貌可由自然洪水及來砂維持。二為採用近自然工法（naturnaher wasser-bau）重建溪流骨架，師法溪流中塊石

卡合而成的天然固床工（福留脩文，2012），取代混凝土固床工（圖 9）。

水文分析與水理模擬

為同時滿足灌溉取水與生態復育的需求，除洪水模擬外，常流量乃至於早期的流量均需要掌握。水文分析部分，以 HEC-HMS 軟體推估遠望坑溪常流量，並以雙溪流量站實測紀錄作參數檢定，得知集水區在極端枯旱情境（95% 超越機率流量）下，取用水權量容易導致遠望坑溪斷流，因此建議採現況「需取用水量」，使三圳取水後，河道內能保有 0.029 cms 之基流量。

水理模擬部分，建立 HEC-RAS 二維水理模型，發現除了下游暴潮壅高的情境，遠望坑溪溢淹風險不大，主要風險來自混凝土構造物過於光滑，易使溪流能量集中而破損。

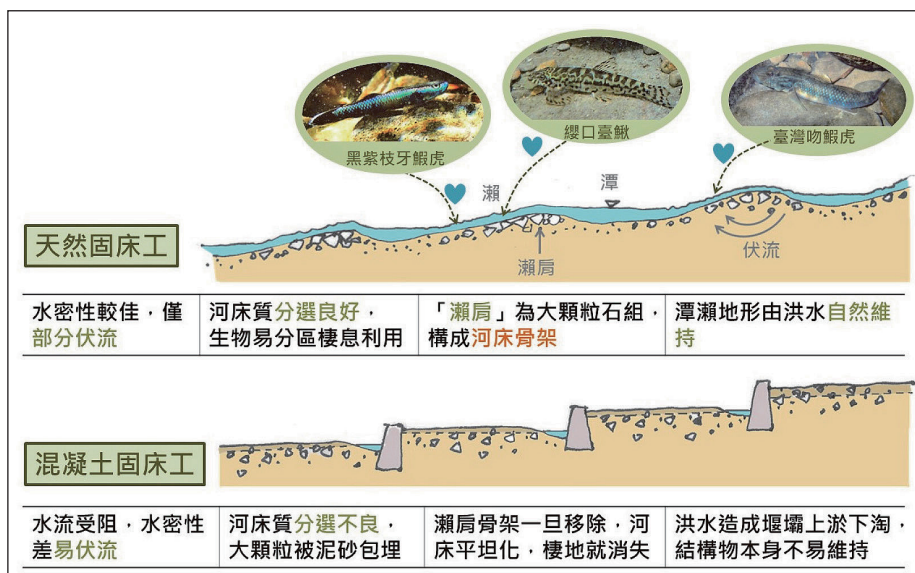


圖 9 天然固床工與混凝土固床工的差異



河相生態評估指標

本案在施工前、後均有河相生態調查，因此需先擬定可操作的績效評估指標，以具體量化棲地改善成效。河相評估指標如圖 10。在

施工前調查中，二堰至三堰間受制於河道內橫向構造物，河段包埋嚴重，缺乏生物能利用的表面及石縫，且河床質分選不良，難以形成健全的潭瀨結構。水理模擬顯示，在早期一般用水情境下，多處構造物會造成斷流（圖 11）。

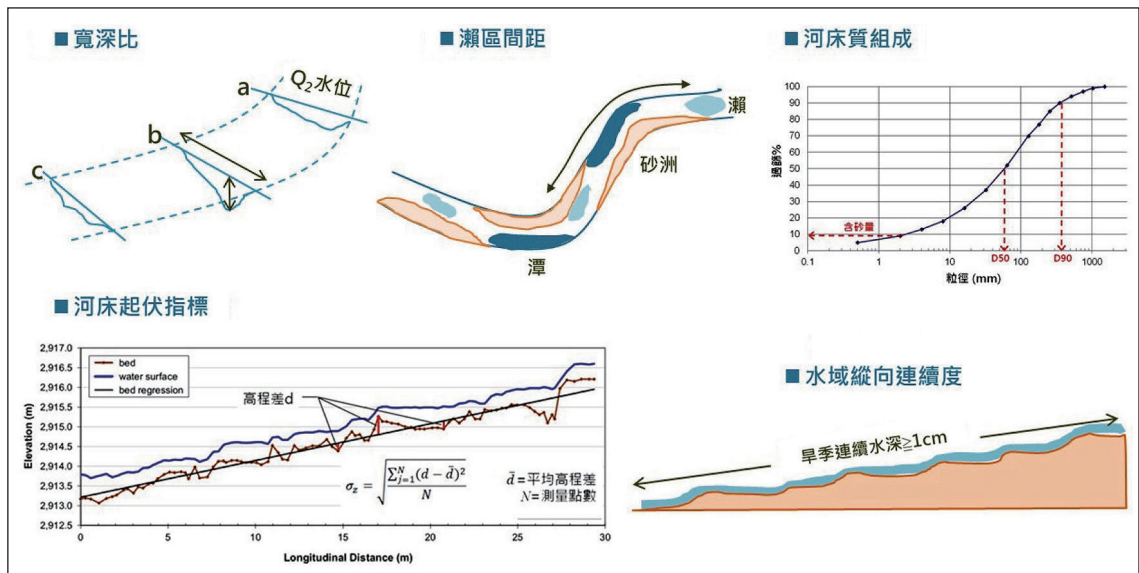


圖 10 反映復育前後棲地品質的河相指標

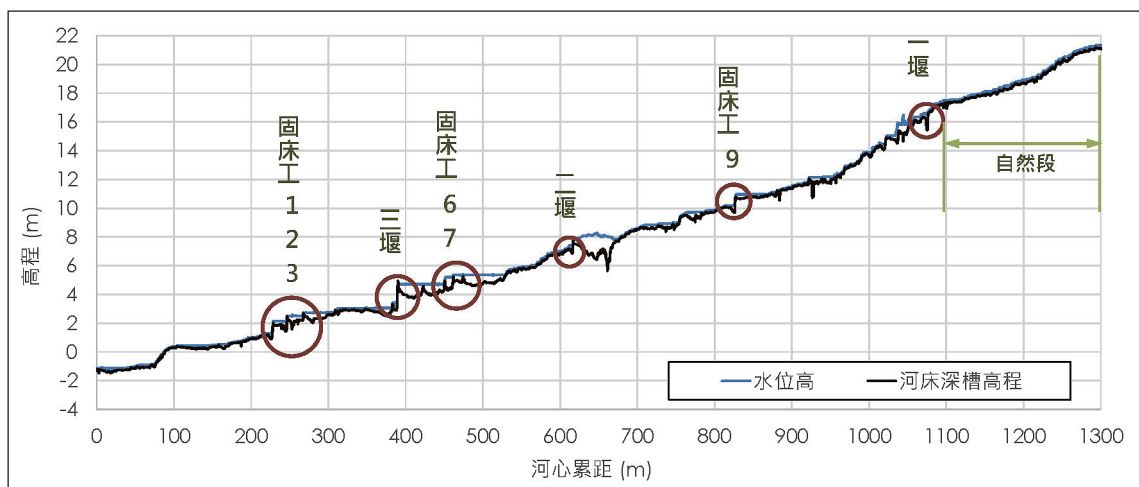


圖 11 施工前水理模擬縱向生態廊道斷流情形

生物調查分成 A ~ E 五區（圖 2），以浮潛及拍照調查為主，輔以踢擊網捕及籠具誘捕，不使用電魚法。調查結果確認了構造物上下游棲地退化、縱向廊道受阻的情形。

生物相之改善目標，包含 (1) 三堰上游的物種增加；(2) 生物受阻的現象減輕；(3) 各區改善前後的物種組成及數量變化；(4) 對山溪自然河相高度依賴的指標物種增加。

工法與設計重點

1. 取水工法

三座堰的替代方案分別採用因地制宜的三種不同工法，且盡可能就地取材，透過近自然工法重建溪床骨架，達成兼顧用水與生態的目標。

(1) 三堰：移除 → 取河床下伏流水

參考百年前二峰圳之設計理念，在原三壩上游河床，埋設 4 根繞線式不鏽鋼集水管取伏流水，接 HDPE 管從河床下輸送至三圳。集水管外圍包覆三層濾層，管端設反沖洗維修管，以因應各種可能的維護需求。另於三圳入水口設置一座豎井，井內有制水閘、排砂閘，以利水量調控與排砂操作。

(2) 二堰：大部分移除 → 潭區自然引水

「潭尾取水」是混凝土構造物問世前，水利工程師觀察溪流、順應河相的取水方法。二堰原本高程過高，造成其下游河床每年有大面積無水斷流。設計移除 80% 堰體，使河床及取水口一同下降 50 公分，即可利用取水口位於天然潭尾的優勢，實現無堰引水。也因此堤防需隨取水口一同局部調降 50 公分。

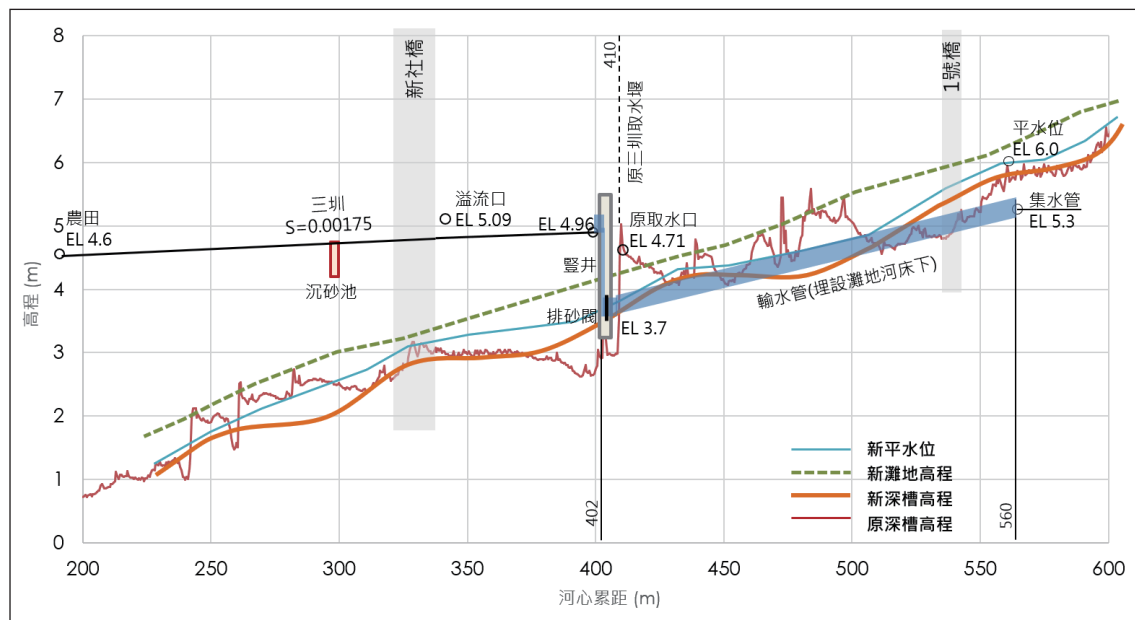


圖 12 三圳伏流水取輸水規劃



圖 13 繞線式不銹鋼集水管及濾層鋪設情形

(3) 一堰：大部分打除 → 全斷面魚道

堰體 80% 打除，保留的堰體與現地塊石組合成一連串拱形的「全斷面魚道」，其構造仿效自然溪流的階潭(step-pool)地形，每階落差控制在 20 cm 內，讓不同流量下，生物都可找到通行的路徑。

道打除，利用其殘塊及現地石材，改為多孔隙的生態水圳。砌石階梯供管理者使用，也為不慎落入的小動物提供逃生通道。此段一側鄰山壁，自然匯聚地下水，故圳底未經防滲處理，仍可保持水量，以自然流入的泥砂保水。

(4) 二圳改善段：打除 → 生態友善水圳

二圳起始的 132 公尺區間，因應取水口降低而一併調整，將原三面光混凝土渠

2. 近自然工法

近自然工法的主要功能，是形成河床、河岸初期的安定骨架，經洪水及土砂作用，

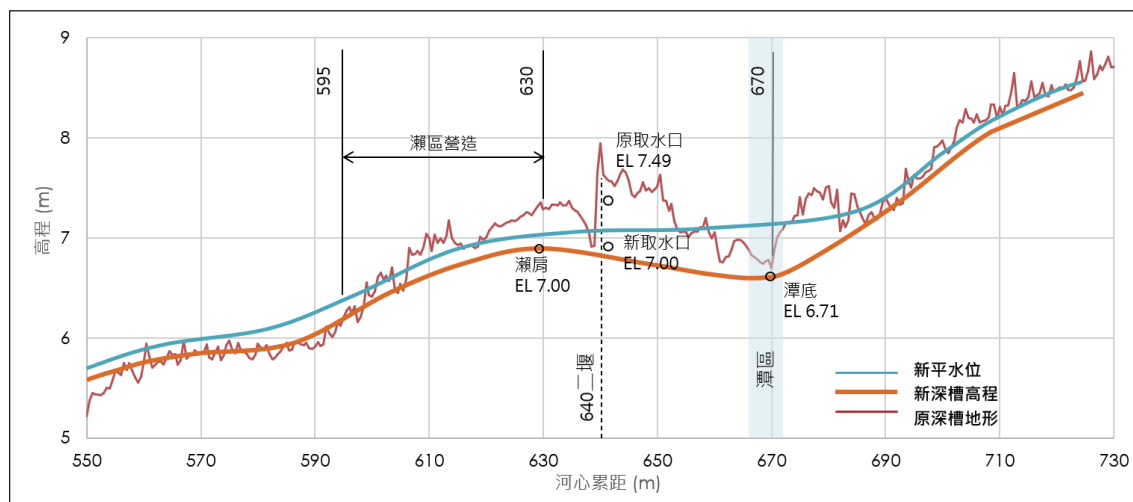


圖 14 二圳潭區自然引水規劃

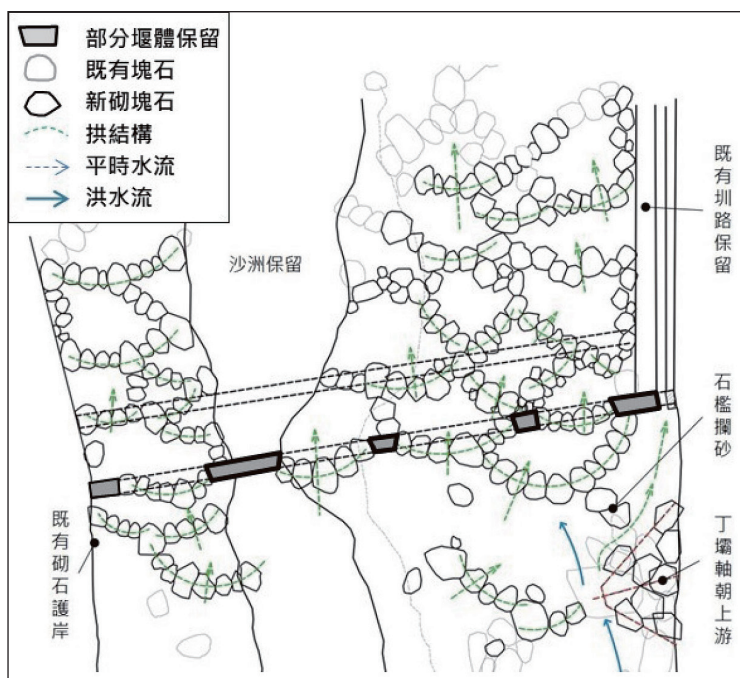


圖 15 一堰改造為全斷面魚道平面圖



圖 16 二圳改善段施工中（左）及完工後（右）

最終形成穩定的潭、瀨結構。材料皆就地取材，設計階段分析力石（Keystone）安定性，以決定所需塊石尺寸。設計階段使用水理模擬檢核方案河段水勢及水位，確認方案內容對防洪有正面效益，且具減緩水勢效果，可

提升安全性。主要施做單元如下。

- (1) 全斷面魚道：多拱交錯相連的階梯結構（圖15），用以取代一堰的落差。該處坡度達3%且塊石豐沛，可形成安定骨架。



(2) 石梁工：橫跨溪床的乾砌石連拱結構，設置於河床波高點的瀨肩位置，作為安定的河床骨架。本案於三圳集水管下游配置一座、二圳取水口下游側配置三座石梁工，以維持取水口水位。

(3) 填排法瀨區：師法自然瀨區的石組結構，在交錯配置的拱形溝內，填入塊石與卵礫石的混合材料，再經水流冲刷而成。本案設置5組，以取代原有的混凝土固床工，形成瀨區。

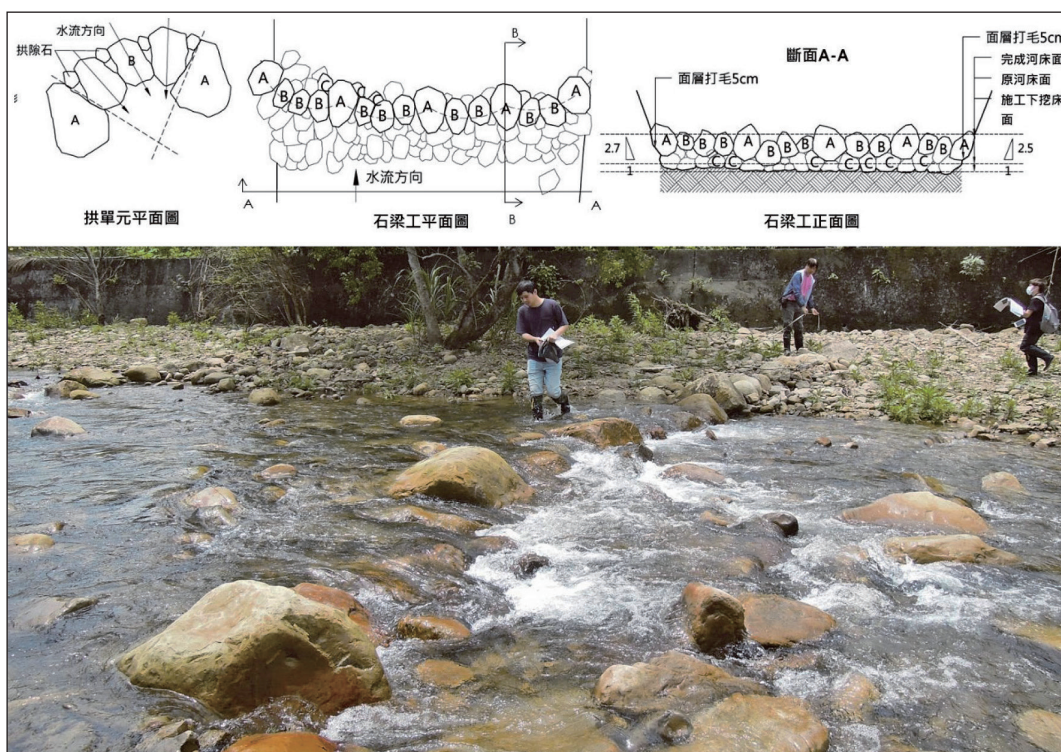


圖 17 石梁工設計圖（上）及驗收情形（下）



圖 18 填排法瀨區平面圖（左）及完工後（右）



(4) 丁壩：丁壩主要設於彎道攻擊岸，保留一小段堰體或固床工不打除，外部再以砌石包覆而成（圖19）。若水衝點原本無構造物，則新設砌石丁壩。丁壩前

端經洪水掏刷可形成潭區，創造魚類棲息空間。二圳及一圳取水口也設丁壩挑流，目的在於避免洪水直衝取水口，並維持安定水深。



圖 19 固床工局部改造成砌石丁壩施工中（左）及完工後（右）

五、工程特色

沒有「標準斷面」

由於設計以健康河相為依據，最終 50 道設計斷面沒有 2 道是一樣的，即便是固床工打除調整，也需因蜿蜒河形變化而需調整流心、兩側坡度，及構造物保留範圍。另一方面，就地取材需保留現場調整空間，使得施工、監造與設計端的溝通協調格外重要。

施工前教育訓練

由於本案採用的近自然工法在國內尚無先例，因此由設計單位培訓營造廠及監造人員，施工期間辦理室內教育訓練與室外實作，確保工班了解施作重點。設計團隊於施

工過程針對設計內容提供諮詢服務，協助排除現場障礙。

機能驗收

近自然工法強調與自然協作，經洪水泥砂作用後，達到更安定的形態，因此塊石局部變動為可預期，就算部分塊石流失，只要上游料源未被阻絕，可自然形成新的結構，發揮系統性功能。本案未將近自然工法部分認定為結構物，因此不設「保固期」，而採機能驗收概念，由設計單位提供施工停留點查驗表單，供監造單位使用。

河道內不使用混凝土

全工程採用現地自然材料施作，除了預鑄豎井外，未使用混凝土，因此得以避免水



圖 20 近自然工法室內砂箱推力測試（左）及室外一堰改造實作（右）

中灌漿的水質污染風險，以及混凝土構造物因缺乏孔隙與韌性，易在洪水後破損的風險。也由於混凝土製程的高造價、高耗能與高排碳，不用混凝土即意謂工程費及碳排量的大幅降低。

挖填平衡，不產出廢棄物

施工期間混凝土打除量體達 200 立方公尺以上，其殘塊全部就地利用，包括填塞護

岸基腳掏空處、回填至床面 0.5 m 以下（表層為自然卵礫石）、施作砌殘塊水圳、沉砂池及生物通道襯砌等。最終在挖填平衡之下，恢復遠望坑溪健康潭瀨，清運的廢棄物僅居民於圳旁堆置的垃圾。

六、完工成果

以下為施工前後對比照。依里程由下游至上游排列呈現，照片不另編號。



固床工 1 ~ 3 施工前（111.07）



完工後（112.06）



三壩施工前 (111.08)



完工後 (113.05)



三壩施工前 (111.04)



完工後 (113.01)



三壩上游施工前 (111.07)



完工後 (113.01)



固床工 4 施工前



完工後 (113.01)



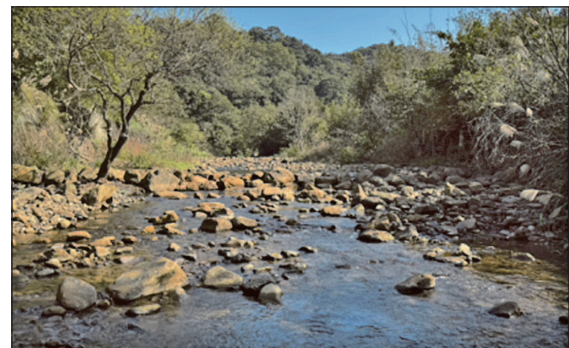
一號橋下游施工前 (111.07)



一號橋下游完工後 (113.04)



一號橋上游施工前 (110.10)



一號橋上游施工前 (110.10)



二堰施工前 (111.04)



完工後 (112.11)



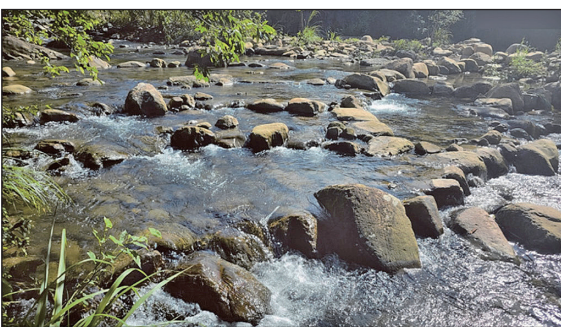
固床工 11 施工前 (110.07)



固床工 11 完工後 (113.05)



一堰施工前 (108.04)



一堰全斷面魚道完工後 (112.06)



二圳改善段施工前 (111.09)



二圳改善段完工後 (112.07)

七、生態檢核

本案於核定、設計、施工、維護管理階段均辦理生態檢核，其中設計階段之成果成為施工階段的執行依據；維護管理階段指出完工後仍有少數斷面可能阻礙生物通行，主辦機關亦依此於 113 年辦理局部調整，以達成全區水域廊道連續的目標。

設計階段

指認保全對象，包括流路中已發揮固床

功能的既有石組、灘地上樹齡較高的喬木、二堰上游深潭區、風水設施等，如圖 21。

主要生態保育措施包括機具由新社橋下游及一堰上游進場，施工便道完全避開深潭，也未擾動二堰至固 9 之間的自然溪段。需保全的樹木均原地保留。一號橋上游原預定埋設集水管處會擾動右岸的大水柳。設計調整後集水管往上游移動 20 m，同時以石梁工保護水柳。完工後水柳生長狀況良好，成為從一號橋往上游眺望遠望坑溪的風景。

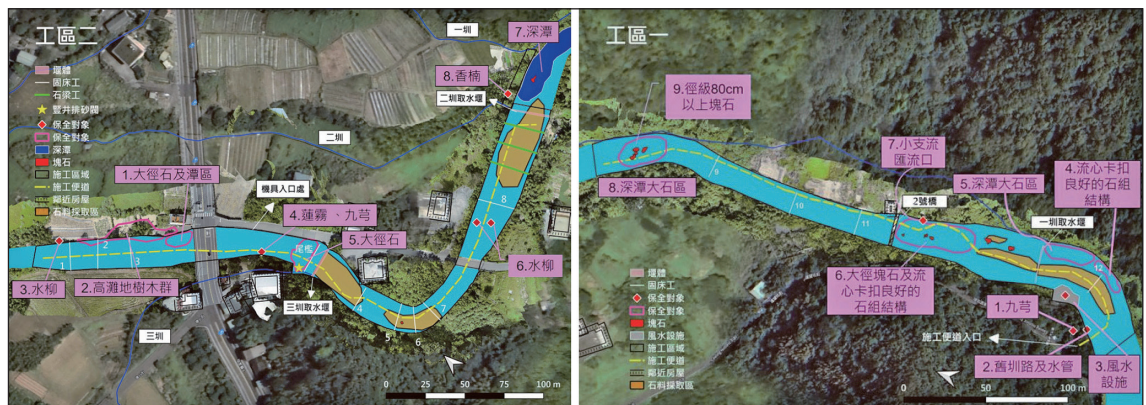


圖 21 生態關注區域圖



圖 22 設計階段指認保全的水柳（左）及完工後（右）

維護管理階段

由於近自然工法應用於灌溉取水與溪流復育尚屬實驗性質，故本計畫於完工後仍延續辦理河相生態調查監測，如此亦使得設計與施工有滾動檢討與微調的機會，符合自然解方（Nature-based Solutions）的準則（IUCN, 2020）。113 年 4 月的河相調查發現，有部分斷面在早期仍可能阻礙生物移動，維護管理階段的生態檢核建議處理。北基管理處隨即於以小額採購方式辦理局部改善工程，改善後，已達成計畫範圍 100% 連續縱向廊道。

例如伏流水集水管下游石梁工在數場洪水後呈現較大落差，經砌石工班手工作業調整，創造一道較平緩的水路（圖 23）。又如固床工 9 在設計時，刻意保留混凝土塊未完全打除，施工時使用的塊石尺寸較大且未深埋河床，經洪水冲刷，在早期形成數十公分的落差。這部分由工班以手持破碎機打除混凝土塊，調整成緩坡，消除上溯阻礙（圖 24）。

仍待調整的是原三堰上游輸水管橫跨溪床段。設計階段為滿足管底排砂需求，輸水管難以深埋。113 年 10 月山陀兒颱風後，局部河床冲刷使得 HDPE 輸水管兩端出露。目



圖 23 調整石梁工塊石，創造早期生物通道（113.07）



圖 24 固床工 9 落差打除，營造緩坡（113.07）

前尚不阻礙生物也不影響供水，後續擬延長輸水管，埋入溪床，減少因管材外露而增加的安全風險。

八、公民參與及跨機關協調

遠望坑溪為新北市管其他排水，由貢寮區公所管理。111 年 7 月 19 日於貢寮區公所召開「遠望坑溪固床工打除、護岸破堤說明會」，報告設計構想。最終與區公所達成協議，固床工拆除後，溪床之後續維護管理由本案主辦機關負責。

自設計階段的生態檢核工作起，團隊即訪談利害關係人及辦理現勘，說明工程緣由及設計構想，並了解在地居民、農友及生態專業者對本案的需求與期望，將意見蒐集後反饋至設計。由於設計內容與農友熟悉的混凝土工法差異甚大，112 年 2 月辦理施工說明會時，部分灌戶對於拆除堰體及近自然工法仍不認同，認為混凝土構造物較堅固可靠，經努力溝通，勉強同意試試看。會中居民討論到若觸怒一堰上游的「石棺」，將七孔流血的在地傳說，設計單位於是調整設計，避開「石棺」。



圖 25 施工說明會（左）及會後水利小組長指認的「石棺」（紅圈處）



施工期間適逢灌溉期，有農友擔心堰體移除後的取水效果，要求怪手加排塊石導流，並自行鋪上塑膠布。另一方面，亦有居民捐信至工作站表達對溪流復育的支持（圖26）。所幸113年稻作期結束，三條圳路皆能順利供灌，且三圳供水狀況明顯改善，農友態度也逐漸轉為認同。收成後，先後經歷凱米颱風與山陀兒颱風，其中山陀兒颱風在鄰近雨量站測得之時雨量達62 mm，近自然工法施作部分雖然有局部塊石改變位置，但整

體供灌與生態機能完好，達成預期的韌性需求，也讓居民鬆了一口氣。

由於改善後三圳伏流水取水潛能大增，甫完工的112年7月，曾發生誤開三圳取水閘，導致集水管下游河床在短時間完全乾涸，造成魚類死亡的憾事。之後工作站將豎井內的主要制水閘鎖住，另於出水口裝設小型開關，控制灌戶能直接操作的最大水量。農田水利署管理組亦於113年1月起在遠望坑溪及三條圳路，裝設水位計及智慧水錶監控用水量，同時觀察

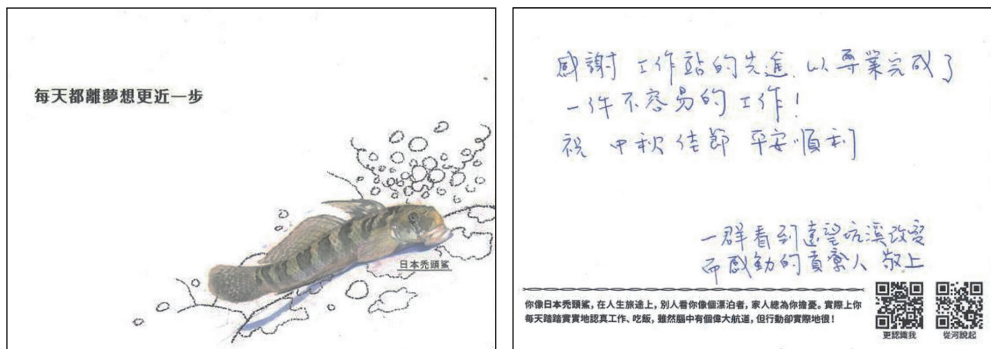


圖 26 貢寮居民來信



圖 27 田寮洋三條圳路開展智慧水管理



作物灌溉狀況，以便依循這些紀錄，訂定兼顧溪流生態的灌溉管理手冊。

九、工程效益

本案為國內首次應用河相學與近自然工法增進灌溉功能同時復育溪流生態，完工至今已一年半，從下列各項成果來看，確已達成「灌溉設施與生態共融」的願景，以及「在滿足灌溉需求、不增加防洪風險、不增加維管負擔之前提下，恢復溪流縱向生態廊道」的目標。

重建回家之路

1. 完工後辦理 2 次河相調查，確認各河相指標均提升。河道內已發展出完整的潭瀨結構（圖 28）。除瀨區間距縮減、水域縱向廊道阻隔降低之外，經洪水沖淤調整後，工程段的潭、瀨粒徑分布曲線逐漸拉開，顯示近自然工法天人協作的特徵。
2. 完工後 4 季次生物調查，共紀錄 67 種台灣原生魚蝦蟹螺類，也在遠望坑溪的歷年累



圖 28 丁壩在洪水後形成潭瀨棲地（113.01）

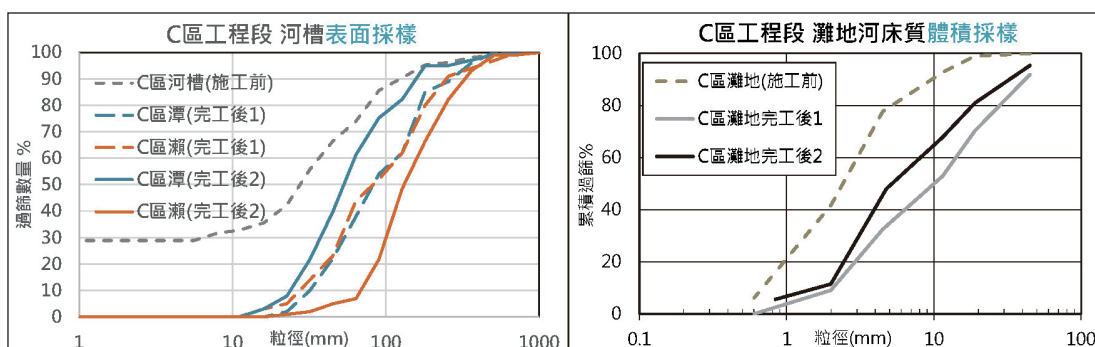


圖 29 河床質變化反映棲地多樣性提升



積物種名錄上新增了 11 種魚蝦蟹（3 種陸封淡水魚及 8 種河海需求種），包括保育類 III 級的棘鱗鰕虎，使原生魚蝦蟹螺的總數達到 72 種。

3. 原三堰上游新增 16 種原生種魚蝦，其中 13 種是洄游類，洄游魚類增加 12 種，蝦也增加了 1 種（表 1）。改善後洄游類的比例也更接近全溪的比例（圖 30）。事實上，在完工後僅一個月即執行的生態調查中，已確認原三堰上游新增 9 種洄游魚類，說明牠們對復育工程的反應極為敏捷。
4. 35 種台灣原生種突破障礙，擴大分佈區段範圍。各溪段在改善工程前後的物種數量都有顯著增加，且改善後，從下游到上游的物種數趨勢連續（圖 32），表明縱向廊道確實更加暢通。原形成障礙的斷面，未再見到混種混齡之群聚受阻與跳躍撞壁現象。

5. 對自然河相高度依賴的指標物種（壁蜆螺、石蜆螺及台灣吻鰕虎等）數量明顯增加，顯示因減輕縱向阻隔與恢復水流自然營力等複合因素，使棲地大幅改善。

6. 湯鯉科整體河相調整的結果，是最能代表「河海洄游縱向廊道暢通」的類群。改善後，黑邊湯鯉和大口湯鯉的成魚與小魚數量顯著增加，突破了原有的分佈上限，目前已知這兩種魚類的活動範圍擴展至原來的 4 倍以上（圖 33）。
7. 意外的是，原三堰下游也增加了 9 種魚蝦（表 1）。推測是因為整體河相調整後，流路連續並集中，促進下游棲地減淤。這些改變提升了枯水期的水體溶氧量，增加了小生物和其他碎屑的輸送力，使流路與溪畔草叢接觸時間更長（圖 34）。

表 1 改善前後魚蝦物種紀錄變化

魚蝦種數變化	原三堰下		原三堰上	
	河海需求	陸封淡水	河海需求	陸封淡水
魚 改善前→後	29→32	12→15	7→19	8→11
蝦 改善前→後	7→10	1→1	5→6	1→1
合計 改善前→後	36→42	13→16	12→25	9→12

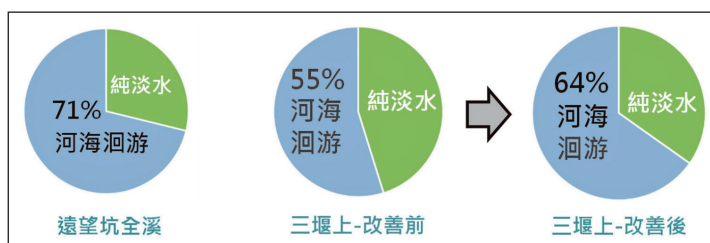


圖 30 改善前後三堰上游洄游類佔比變化

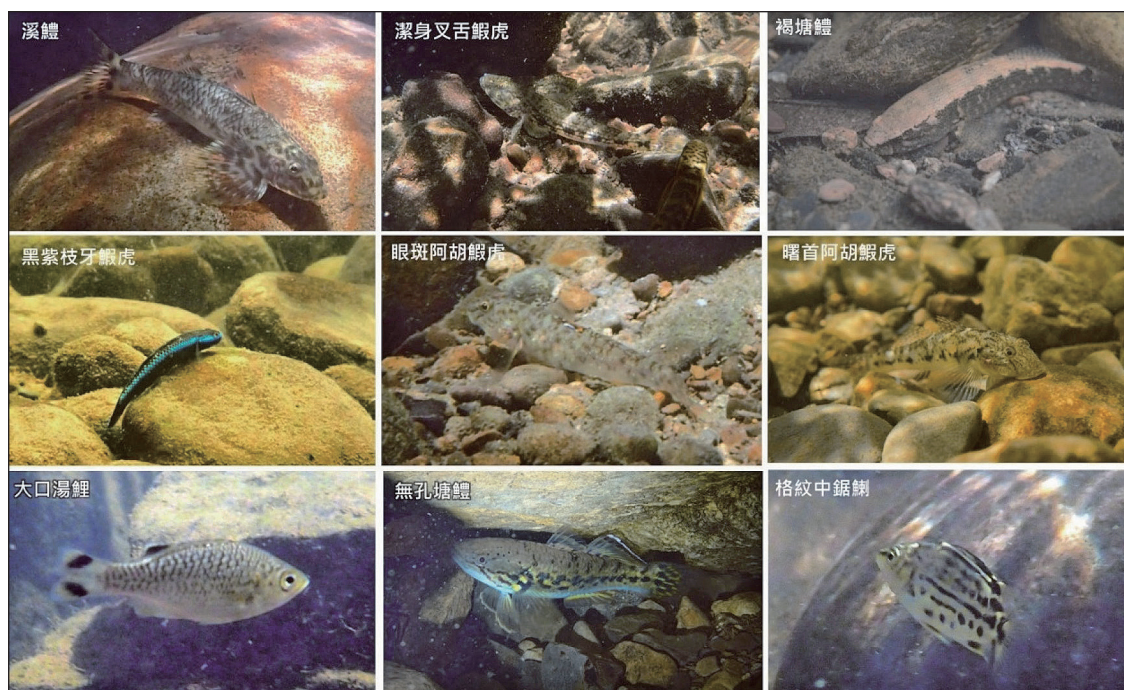


圖 31 原三壩上游新增之河海洄游性魚種（部分）

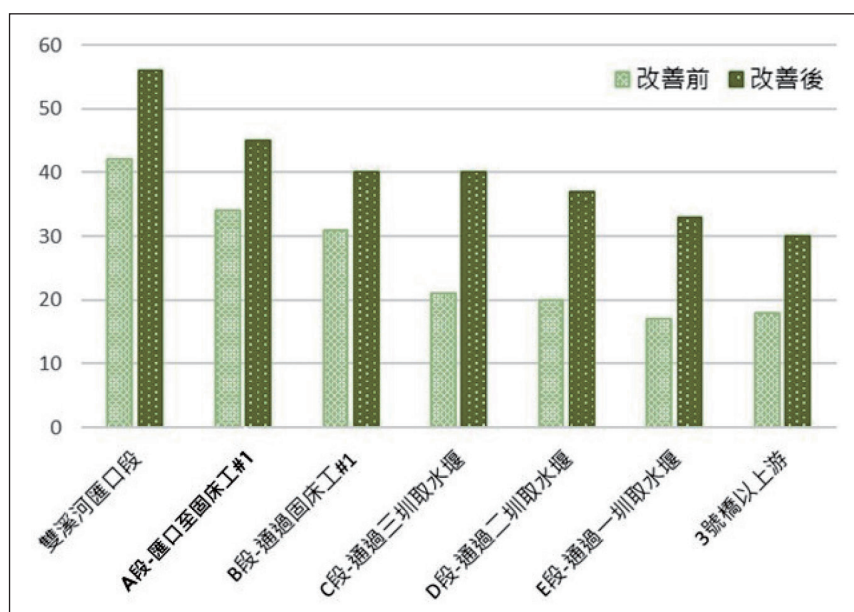


圖 32 改善前後各區利用之魚蝦蟹物種數變化

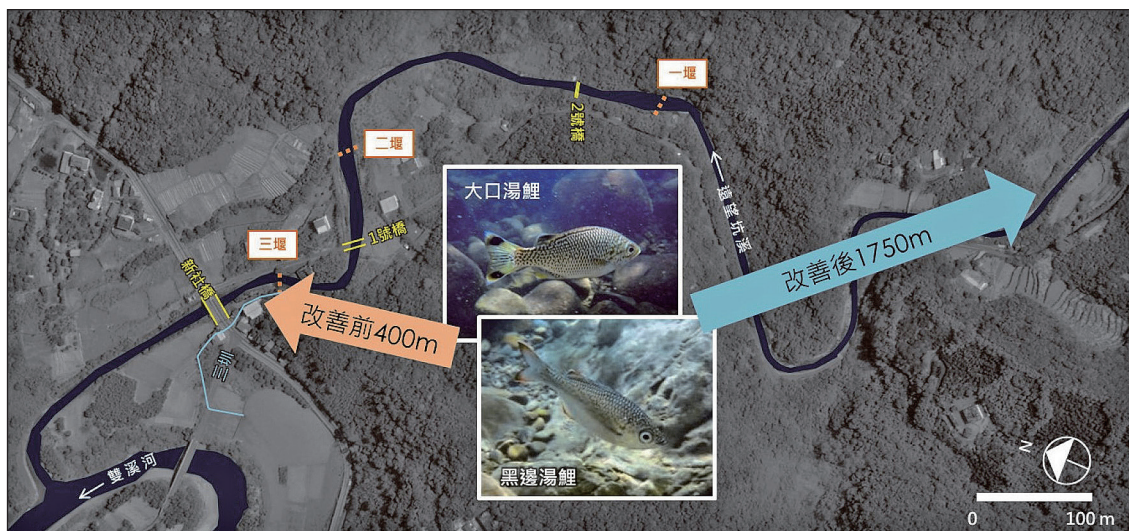


圖 33 指標物種改善前後分布範圍變化



圖 34 改善後雙溪河物種上溯增加情形

8. 石梁工、填排法瀨區、丁壩等結構，不但構成溪流骨架，也成了受歡迎的棲地。新設的丁壩前端，已如同預期形成潭區，為體型較大的苦花、香魚提供本溪段珍貴的棲所。填排法瀨區及石梁工亦吸引魚群聚集，以利用塊石間隙及高溶氧的環境。

9. 二圳改善段在完工 2 個月後，孔隙使植生自然恢復，圳壁綠意盎然（圖 16），柔軟的泥砂底質也易成為蝦蟹螺貝類及蜻蛉目昆蟲的棲地。雖未經正式調查，但目視即可發現此段水圳已有多種魚蝦蟹類利用，洪水時亦為溪中生物提供緩流避難空間。

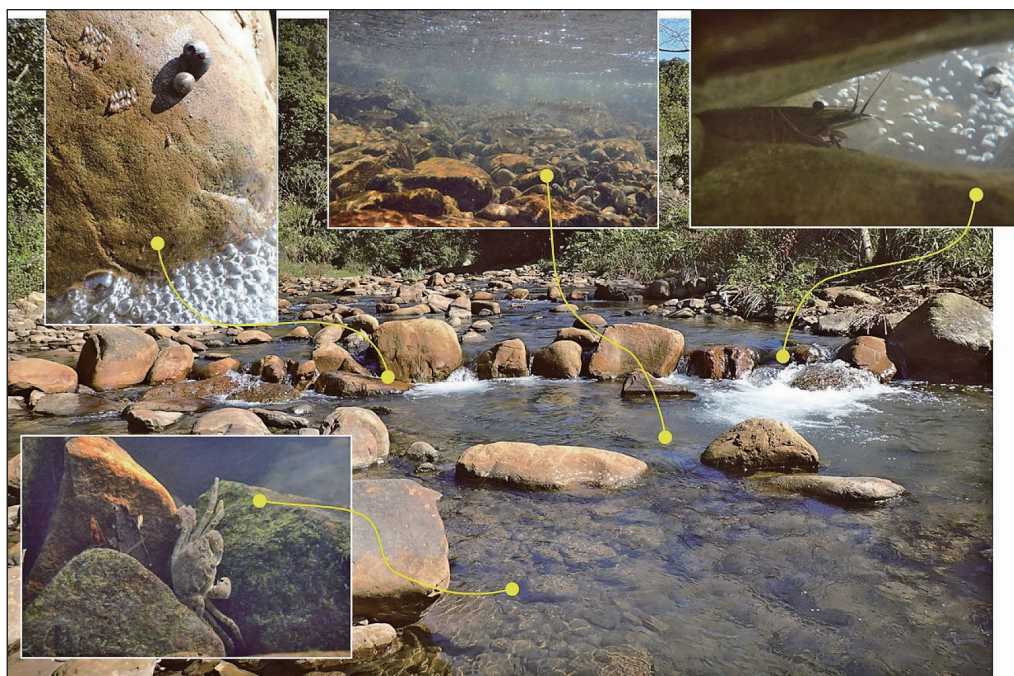


圖 35 二堰下游石梁工成為受歡迎的棲地

供水穩定度提升

原本每年旱季因溪床表面伏流而無法取水的三圳，完工後經過一次稻作週期，確認可穩定供水。灌區內傳統皆僅種植一期稻作，但由於三圳洪水變得穩定，僅管 113 年貢寮地區異常少雨，河床近乾涸但伏流水仍可取水，三圳農戶於稻作收成後，甚至於早期開始栽培再生稻。供水的穩定使需求又隨之增加，從制度面檢視水權與供水上限以兼顧灌溉與生態，或許是後續需正視的課題。

減輕災害風險

以完工後河道地形進行二維水理模擬，

檢核河段水勢及水位，得知工程改善對防洪功能具正面效果。25 年重現期洪水（保護標準）情境下，原三堰至二堰之間的河段，水位降低 0.4 ~ 0.55 公尺，原先二堰下游水流溢淹至兩岸堤內私有農地，完工後則不會溢淹（圖 36）。

減輕維管負擔

原本被 2.1 米高堰體阻隔的溪床，現已恢復自然樣貌。溪床下之伏流水水質良好清澈，亦免除工作站過往需經常清除三圳泥砂的困擾（圖 37）。此外，經歷凱米颱風與山陀兒颱風，全斷面魚道、石梁工、丁壩等乾砌石構造物仍可發揮機能，

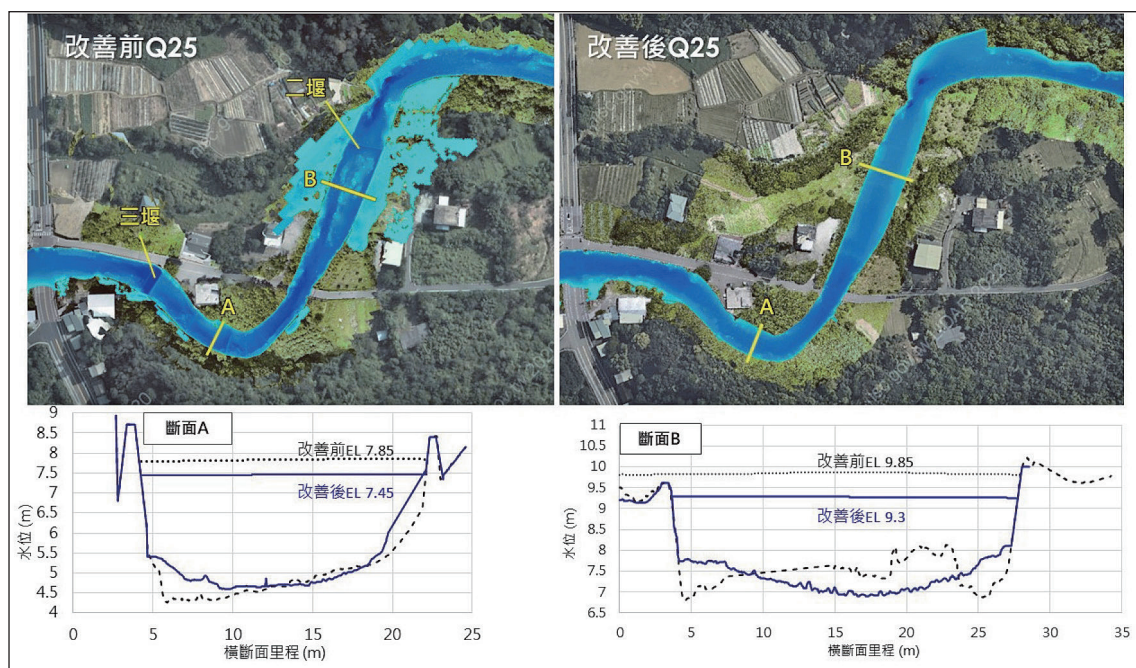


圖 36 改善前後 Q25 淹水模擬成果



圖 37 過往三圳清淤情形（左）及伏流水供水現況（右）

繼續扮演骨架的角色，維持溪床高程及取水機能，也說明本案近自然工法的施工品質經過考驗，不太需要頻繁的維護管理（圖 38）。

創造環境教育契機

考量社區親水需求，設計階段即將原三堰右岸保留一小段作為丁壩，銜接既有階梯，



圖 38 山陀兒颱風後的全斷面魚道（左）及階梯下方的丁壩（右）

成為下溪的親水平台（圖 39）。完工後溪段已成為多個機關、學校及企業團體的環境教育場域，溪中並有戲水遊客留下卵石排堰的痕跡，顯示本計畫有助於日常型親水。在地 NGO 爭取企業贊助，於改善溪段設置精美溪流生態解說板，與完工後溪流的新風貌互相印證。

節能減碳、經濟可行

全工程採用現地自然材料施作，除了預

鑄豎井外，未使用混凝土，打除之混凝土殘塊亦皆就地使用。河道內挖填平衡，共改善三處取水設施、132 公尺水圳及 1.1 公里溪段整體河相，工程總經費 695 萬元，除經濟可行，亦極具節能減碳效益。根據「水土保持工程減碳參考指引」，護岸、固床工等以現地材料取代混凝土的減碳比例達 -99.85%，因此本案以具體行動，呼應了行政院氣候變遷調適行動計畫「基於自然解方增強生態韌性」的上位政策。



圖 39 復育後的遠望坑溪作為環境教育的場域



十、結論

遠望坑溪的取水設施改善為灌溉工程試圖與生態共融的一次小型實驗，運用河相學原理及近自然工法，打通了 1.1 公里溪段的縱向生態廊道，達成自然解方準則所要求的「生物多樣性淨增長」（IUCN, 2020），也提升了灌溉供水的穩定度。

本案所採用的工法並非創新，而是試圖承襲數代前甚至數世紀前工程師對治理與灌溉取水的洞見。水利工程與環境永續之間，本質上並不存在必然的衝突與矛盾。在混凝土及大型機具問世之前，水利工程師習於觀察河相，並以現地能取得的材料、小規模的量體、試誤學習的精神，摸索出各種韌性且有效的自然解方。對照於今日公共工程的 SOP，傳統的工程取徑或許有許多值得師法之處。

本案得以實現，有賴於行政院國土生態綠網的經費支持、農田水利署與林業保育署的政策指導，及新北市貢寮區公所的行政配合，在此深表感謝。也一併感謝規劃設計、生態調查、施工與監造團隊所有參與者的辛勞付出，以及社區夥伴們給予的精神支持。

參考文獻

1. 農業委員會林務局，109 年，「國土生態綠網藍圖規劃及發展計畫」。
2. 福留脩文，2012，「治水と環境の両立を目指した川づくりの技術の考え方とその適用性に関する研究（Doctoral dissertation, 中央大学）」。「中文譯本：楊佳寧、張琬郁、陳思穎，2016，「兼顧防洪與生態的河川營造技術」，水利署水利規劃試驗所翻譯專書。
3. IUCN (2020) Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for verification, design and scaling up of NbS. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
4. 農業部農田水利署北基管理處，113 年，「田寮洋一、二、三圳取水設施更新改善規劃設計及生態調查成果報告書」。