

「玉井區第69林班亞美坑崩場地整治四期工程」治理成果紀實

文／圖 ■ 陳新發 ■ 林務局嘉義林區管理處治山課課長

楊濱毓 ■ 林務局嘉義林區管理處治山課技士

一、計畫緣起

亞美坑位於臺南市南化區關山里，為南化水庫上游支流，98年莫拉克颱風，亞美坑集水區崩積土方達148萬立方公尺，土砂嚴重淤積河道影響通洪斷面，為確保亞美坑橋、當地居民及南化水庫安全，林務局嘉義林區管理處（以下簡稱嘉義林管處）於災後旋即展開調查災害，自100年起分年分期辦理3期整治工程，投注經費近4千萬，本案為接續之第4期整治工程。



▲98年莫拉克颱風後上游大面積崩塌



▲104年本工程完工後上游復育情形

二、工程概述

自莫拉克颱風後，嘉義林管處即擬訂分年分期整治計畫，100年設置防砂壩抑制上游土砂運移下游，102年以系列式防砂設施調整中上游坡降，103年配置固床工導正中下游水流，104年賡續治理下游段，經前3期之整治，當地已漸恢復原豐富之生態系，爰規劃連續式低矮化固床工，並以淤積溪床內之塊石砌築護岸等構造物，除達到防災治洪之整治成效目標外，並營造多樣化棲地、融合周遭地景、展現野溪整體特色，總工程經費為987萬元。

本工程依據分年分期整治，上中下游整體考量，治理及生態兼顧及生物共存原則，透過完善調查與規劃及週全考量與構思，結合安全、防災、生態、景觀、節能減碳及森林復育永續發展，設計內容如下：

1. H 型鋼透過性防砂壩：2 座
2. RC 固床工：9 座
3. 護岸 652 公尺（漿砌石護岸 273 公尺、乾砌石護岸 379 公尺）
4. 排石造景清淤基石：2 處
5. 移植現有樹種及植栽
6. 河道整理

三、設計與施工技術

依據調查規劃成果，針對工程面、生態面、地景面等不同面向進行全方位考量及構思，作為治理方案評估及相關構造物線型與工法之設計依據，茲分別說明如下：

（一）工程面考量及構思

配合前 3 期之有效治理，本期工程以「暢通斷面」、「穩定邊坡」及「河砂留滯」為考量的主軸，避免土砂進入主水道淤積下游南化水庫，以構造物穩固安全為必然的要件，另為達成生態永續的目標，充分運用現地資材及以節能減碳做為努力的方向，其內容包括：

1. 在安全容許條件內，就地取材篩選堆積溪床中之塊石砌築護岸，取代鋼筋混凝土，以保護河岸及防治坡地崩塌，並與周遭自然地景融合、營造利於植物導入之多孔隙環境、解決土石清疏及堆置問題、減少地

球不可再生資源利用，減低土石清運費，降低工程施工中碳足跡產生，減緩地球溫室效應，符合節能減碳政策，減少對生態環境之負面影響。

2. 使用透過性 H 型鋼壩，排列溪床中 20 ~ 40 公分長徑塊石，溪水中細沙自然填補縫隙達到過濾淨化功效，減低下游溪水濁度，上游水流通過鋼軌壩後，能分散沖力減低流速，溪水由湍變緩，減輕下游衝擊，橫向鋼軌類似階梯構造，亦利於中小型動物攀爬。



▲以溪中塊石，砌築護岸。



▲透過性H型鋼壩，淨化水質。

3. 為有效控制土方清淤，於下游與水土保持局治理界點處，以砌石坡度變化使河岸曲線蜿蜒，採早期住民常用的葫蘆汲水器具飲水思源意象，設計葫蘆型土砂緩衝區，並以現地大型塊石為基石，排列愛心及臺灣圖像，淤滿基石即啟動土石清淤；左岸並採緩坡，可做為生物廊道，兼可提供未來沉砂清淤所需路線。



▲下游葫蘆型土砂緩衝區



▲愛心及臺灣圖像，作為清淤基石。

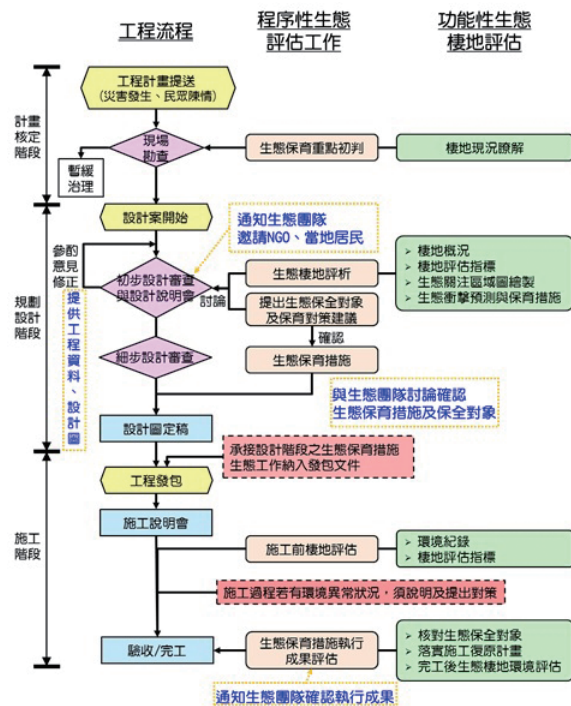
(二) 生態面考量及構思

經集水區自然資源調查，發現當地魚類、兩棲類、鳥類及哺乳類等物種豐富、既存林木種類繁多，於生態面以降低工程配置對原有生態環境棲地之影響，及工程施作過程如何減少

衝擊為主要的考量課題，亦即有效利用「迴避」、「縮小」、「減輕」、「補償」等手段，達成尊重物種及生態保育之目標，其內容包括：

分類	觀察到動、植物
甲殼類	黃綠澤蟹、粗糙沼蝦
兩棲類	日本樹蛙、梭德氏赤蛙（蝌蚪）、盤古蟾蜍（蝌蚪）
鳥類	五色鳥、繡眼畫眉、紅嘴黑鵯、綠鳩、朱鷗（II級）、大冠鷲（II級）、鳳頭蒼鷹（II級）、鉛色水鷀（III級）
哺乳類	臺灣獼猴（排遺）（III級）、臺灣野豬、麝香貓（II級）
植物	爪哇鳳尾蕨(EN)、澤瀉蕨(VU)、山黃麻、麻六甲合歡、血桐、山葛、羅氏鹽膚木、山芙蓉、姑婆芋、山棕、中國穿鞘花、鐵線蕨等

▲物種調查紀錄



▲生態檢核標準作業程序



1. 為確保橫向生態廊道暢通，於野溪左右兩岸各設置 2 條階梯式漿砌石溝，除作為橫向截排水外，亦供濱溪及兩棲生物往來溪流及陸域動物環境間覓食或飲水，另將下游砌石護岸緩坡化，提供動物便於橫跨兩岸，避免棲地破碎化。



▲階梯式親水護岸，維持生態廊道。



▲緩坡化護岸，供濱溪生物往來溪流。

2. 參考林務局「國有林生態工法之研究（95）」，為避免切割棲地及考量縱向生態廊道連結，設計連續性低矮化複式斷面固床工，除導正流心外，亦維持水域生物往上下游遷移、溯游，並利用溪床大小塊石，營造自然錯落之多孔隙環境，另保留部分河中大

石，以利水流激盪增加水中含氧量，並創造「深潭」、「淺瀨」、「急流」、「緩流」等多樣化生物棲息空間。



▲低矮固床工，確保縱向生態廊道。



▲溪床緩坡化，利於生物溯游。



▲多孔隙環境，增加生物棲息空間。



▲護岸孔隙，有利日後植物著生。



▲深潭



▲淺瀨



▲急流



▲緩流

3. 為保留原生樹木，作為當地森林自我回復更新的母樹種源，工程施作前即劃設生態關注點圖，並移植現有山芙蓉、保護原生樹種，以維持倚生昆蟲蜜源及其他動物之生育地。



▲標註生態關注圖



▲移植山芙蓉，維持倚生昆蟲蜜源。



▲保護林木，確保動物生育地。

(三) 地景面考量及構思

南化水庫主要由後堀溪注入水源，亞美坑為後堀溪支流之一，溪岸為當地林農實施撫育作業主要路徑，本期工程延續及串聯前 3 期工

程，融合當地地景環境、區域景色，以重塑生命河流為考量，提供居民及林農安全駐足空間，以大尺度之地景營造精緻小區域空間，將治理工程昇華至另一境界，其內容包括：

1. 為補償施工運輸路徑開設及清淤野溪回填兩岸原有草生地之綠地損失，於裸露邊坡鋪蓋稻草蓆及灑播草籽於短期內迅速綠化，再植栽臺灣櫟、相思樹等苗木 615 株適生裸地之陽性樹種，達成融入地景、涵養水源及碳吸存效益。



▲植栽陽性樹種—臺灣櫟、▲邊坡鋪蓋稻草蓆及撒播草籽相思樹。

2. 以現地溪床清淤塊石，於離岸樹蔭處，設置塊石停歇桌椅，使往來林農及當地居民有休憩駐足空間。再配合當地農產意象，規劃葫蘆型蓄砂緩衝區及愛臺灣意象清淤基石，使原本生硬之水保設施活潑化。



▲清淤塊石，設置停歇桌椅 ▲塊石桌椅，清淤塊石再利用。



▲愛心圖案，活化清淤基石 ▲臺灣意象，調整流心流石。

四、工程特色、創新、挑戰、周延性

亞美坑位處偏遠山區，地形條件艱鉅，施工路程、人員及機具調配相對困難，期間更

歷經多次颱風豪雨，為達成整治願景及目標，於設計時除了周延的考量外，施工的挑戰性更是整治成敗的關鍵，有關工程的創新性、挑戰性及周延性分別說明如下：

(一) 創新性

1. 為確保工程品質，於契約圖說中載明混凝土結構物於進行混凝土澆置過程全程錄影，並將影像檔以光碟錄製後提報監造單位審核，截錄圖像於監造半月報表中提送主辦單位備查，並配合實施厚度穿透，經實施後有效提升工程品質。
2. 使用透過性鋼軌壩，排列溪床中 20 ~ 40 公分長徑塊石，溪水中細沙自然填補縫隙達到過濾淨化功效，減低下游溪水濁度，且上游水流通過鋼軌壩後，亦能分散沖力減低流速，溪水由湍變緩，減輕下游衝擊。另橫向鋼軌類似階梯構造，亦利於中小型動物攀爬。
3. 透過區域整體規劃並運用衛星監控、無人載具及現地調查等，掌握上游河道變化及林地復育狀況，作為治理方向及工程設計參考。

(二) 挑戰性

1. 工區河道堆滿土石，加上施作期間交通與氣候等施工條件嚴峻，經充分協調施工作業流程與加強施工安全及臨時防災措施，達成零工安事件與如期如質完工之目標。
2. 施工期間需跨越颱風汛期，故訂立汛期前完成所有橫向構造物之目標以穩定溪床兩岸，期間歷經超大豪雨，昌鴻、蘇迪勒及

杜鵑颱風侵襲，因施工團隊調整工進與應對得宜，工區與周邊未曾發生災情，居民安全獲得保障。

3. 由於工區四周林相優美，嚴格要求施工中保留既有原生樹種，充分協調施工動線與工項以排除不必要之土方開挖，降低河道之懸浮微粒；基礎開挖土方盡快回填，並設置臨時沉砂池以減少土砂下移，使工程完工後迅速恢復原有自然生態，獲得當地居民對本工程之肯定與接受。

（三）周延性

1. 落實工程設計審查工作，於初步設計即邀請專家學者、NGO 團體、生態觀察家及當地里長與居民等現勘審查，俾使設計內容符合整治要求，並於細部設計再次邀請專家學者審核，確保修正內容完整一致。
2. 本工程下游段沉砂設施以砌石坡度變化使河岸曲線蜿蜒，整體造型優美，採早期住民常用的葫蘆汲水器具飲水思源意象設計葫蘆造型土砂緩衝區；左岸並採緩坡，可做為生物廊道，兼可提供未來土砂清淤所需路線。
3. 固床工及護岸低矮化並採複式斷面，滿足汛期與枯水期之排洪需求，控制流心與減緩流速，有效排放洪水保護兩岸土地免遭掏刷沖蝕，減少土壤流失，防砂壩與固床工採用造型模版型式，更能融入周邊自然景觀，左右兩岸設置階梯式漿砌石溝，除作為橫向截排水外亦為動物親水之生態廊道。

五、工程優良事蹟及顯著效益

本工程自 104 年 1 月委外辦理規劃設計業務，同月上網公告招標，並於 104 年 3 月 5 日開工，104 年 8 月 12 日竣工，執行過程皆依原先規劃整治願景及目標逐一達成，且提前於契約工期完工，相關的工程效益及優良事蹟分別說明如下：

（一）工程效益

1. 本期工程總經費僅 987 萬，溪床整治長度近 330 公尺，治理成效優良，除達到野溪整治效益外，亦營造當地意象環境及林農居民歇息空間，獲得當地居民認同，以最少的工程經費達到最大的經濟效益。
2. 第 1 至 4 期工程總經費 4,900 萬，土砂清淤量 9.6 萬立方公尺，節省水庫清淤經費最少達 9,600 萬。穩定不安定土砂 148 萬立方公尺，其控制土砂流入量約占南化水庫有效庫容量 1.5%（148 萬 / 9,943 萬），亦占南化水庫年清淤量的 58.4%（148 萬 / 253.6 萬），有效延長南化水庫壽命及節省公帑。
3. 運用「混凝土減量」、「土石方平衡」、「資源再利用」、「就地取材」、「植生綠帶」等手法，達成優異之節能減碳成效。其中混凝土減碳量 198.1 公噸，鋼筋減碳量 37.0 公噸，植生綠帶（植栽造林及撒播草籽）減碳量 216.3 公噸，土方平衡（減少運輸量）減碳量 59.5 公噸，總減碳量達 510.9 公噸，約 1.3 座大安森林公園年減碳量。而所維護植物覆蓋面積，對降低二氧化碳、維繫動

物群落、調節水文、氣候，和穩固土壤亦提供重要作用。

4. 98 年莫拉克颱風後上游集水區崩塌面積 26.92 公頃，104 年 8 月調查後顯示，崩塌面積降至 4.78 公頃，顯示分年分期整治後其復育情形顯著良好。

(二) 優良事蹟

1. 工程僱用當地社區民眾，除促進就業機會外，生態保育意識深植民心。
2. 整治溪流，避免土砂災害發生，保護橋梁及下游居民及南化水庫安全。
3. 以現地塊石砌設護岸及固床工，除融合現地景觀，並可營造多孔隙生態環境，增加生物棲息空間。
4. 工程周遭植生恢復良好，達成國土保安、恢復原有青山綠水之自然生態景觀。
5. 玉井區第 69 林班亞美坑崩場地整治 2 期及第 3 期工程，分獲 102 ~ 103 年度優良農建工程優等獎，而本期（第 4 期）工程不僅獲得 103 ~ 104 年度優良農建工程優等獎，更蒙行政院農業委員會推薦參加全國性第 15 屆公共工程金質獎選拔，榮獲水利類優等獎。



▲ 103~104 年度優良農建獎



▲ 第15屆公共工程金質獎

六、結語

亞美坑整治從願景的擘劃階段即融入水土保持及生態景觀等元素，設計階段更邀集國內這兩方面經驗豐富的執業人員相互腦力激盪，以「就地取材」、「穩固邊坡」、「植生綠化」、「棲地重建」及「景觀再造」為方針辦理治理復育工作，審查階段更感謝各領域專家、學者的傾囊相授，使內容產生更耀眼的亮點，主動邀請在地參與，結合監造廠商、施工承商同心協力克服困難並達成目標，除完成國土保安「治洪防災」之基本目的外，其師法自然，尊重各類物種，並以人本思考所營造的「複合型水域」、「多孔性環境」、「多元化景色」、「生態廊道」及「延長水庫壽命」，深受專家學者及當地居民讚賞，而節能減碳之優異成效，亦為整體「地球村」盡一份心力。♻️

參考文獻（請逕洽作者）