

治山工程與森林保育—談南投林區管理處辦理木構造治理工程之經驗

文/圖 劉忠憲 ■ 林務局南投林管處治山課課長

一、前言

森林是一個高密度樹木生長的區域，這些植物覆蓋的面積，對降低二氧化碳、維繫動物群落、調節水文湍流和鞏固土壤有重要作用。台灣全島林地面積約210萬餘公頃，佔全島面積58.5%，其中國有林為161萬餘公頃，佔林地面積76.7%，這些國有林地多位於集水區上游，好山好水的山林景緻，是台灣最寶貴的自然資產。惟因颱風、豪雨及地震等不利因素，尤其近年來氣候異常，常有雨勢集中、降雨時程延長等現象，造成國有林地發生山崩、地滑及土石流等災害，並影響下游民眾生命財產與公共設施的安全。為確保森林功能，國有林地應視災害狀況及保全對象，辦理治山防災工程，並以恢復森林生態為目標。

國有林地之治山防災工作，其整治區位多在集水區上游，通常集水面積較小且用地為國有，土地開發利用少，因此在選擇治理模式

上，不同於林地外下游其他水土保持單位之整治方式，可在考量保全對象重要性下，致力推動生態工程、永續公共工程與節能減碳政策，並以森林植生復育為首要目標，儘量採用生態工法或自然復育，於造林不易及野溪、坑溝地點，實施植生基礎工程、崩場地處理及防砂工程，以兼顧防災及自然景觀保全。因此，林務局近幾年來積極辦理木構造調查研究計畫，推動疏伐木多元利用，已獲得具體成效，本文以林務局南投林區管理處(以下簡稱南投林管處)近幾年來辦理日月潭、二水鄉坑內坑及廟前坑木構造治理工程的經驗，介紹治山工程木構造工法及其對森林保育之生態效益。

二、木構造治山工程介紹

一般工程常用混凝土材料，雖然材料取得容易及施工方便，且可簡易達到安全目標，但卻無法與自然環境融合，其生產過程也無法節

能減碳，所以工程界長期以來一直努力尋找替代材料或其他工法，期能減少工程施作對生態環境之負面影響。林務局辦理國有林地治山工程，對於維護森林生態，比起其他機關更加責無旁貸。有鑑於此，林務局自94年陸續委託辦理木構造治理工法調查研究工作，希望利用森林自有資材，辦理治山防災工程。南投林管處自97年起參採前述調查研究成果，連續辦理多件治山工程，利用從林業經營疏伐作業中取得中小徑疏伐木，推動木構造治理工程，工程完工後並做為教育宣導之示範場所，透過實地解說，持續推廣木構造工法生態工程。茲將工程內容簡單介紹如下：

(一)日月潭巒大區29林班坡面處理及坑內坑溝處理工程

本工程位於南投縣日月潭環湖道路8.4K處上方坡面，屬南投林管處轄管巒大事業區第29林班，於97年9月辛樂克颱風帶來豪雨，造成坑溝及坡面嚴重之土砂災害，為確保下方保全對象安全所辦理之治山工程。工程經費約為1,082萬元，主要工程項目包括木製階段護岸、木製節制壩、木製消能工、木製固床工、木製擋土



圖1 日月潭巒大區29林班坡面處理及坑內坑溝處理工程(南投縣魚池鄉)

柵工、喬灌木栽植及草種撒播等，工程於100年9月26日完成後，可確保日月潭污水處理廠、伊達邵碼頭及松湖營地等公共設施免受災害之威脅，並維持伊達邵部落居民1,007人對外交通順暢及日月潭風景區每年630萬遊客逾130億元之觀光產值。在森林保育效益上，可保護上游林地約14公頃，增加森林覆蓋率達93%。本工程榮獲第11屆公共工程金質獎水利類優等獎。

(二)合和集水區上游野溪整治工程

本工程位於彰化縣二水鄉合和集水區上游，屬南投林管處轄管第1704號區外保安林，為土砂捍止保安林，該野溪因歷次颱風豪雨造成土砂災害，為確保民眾生命財產安全所辦理之整治工程。本工程經費約為1,677萬元，主要工程項目包括圓木鋪面護岸、排樁護岸、木樁填石護岸、橫木護岸、木製節制壩、木製消能工、木製擋土柵、砌石鋪面潛壩、砌石鋪面固床工、擋土木樁、環境綠化工程、河道整理及生態工程示範區戶外教室等。工程於99年11月15日完成後可保護合和社區及海豐寮聚落居民1,025人、果園2.8公頃、道路3公里及橋梁3座安全，在森林保育效益上，可保護上游林地約

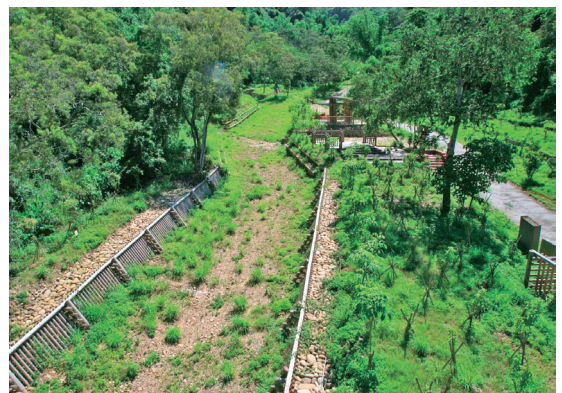


圖2 合和集水區上游野溪整治工程(彰化縣二水鄉)

27公頃，使集水區整治率達46%，高於農業委員會所訂立集水區整治率指標值33%。本工程榮獲第10屆公共工程金質獎水利類優等獎。

(三)八卦山保安林地水患治理第一期整治工程

本工程位於彰化縣二水鄉之坑內坑及廟前坑野溪，屬南投林管處轄管第1704號區外保安林，該兩條野溪及邊坡常因颱風豪雨造成土砂災害。本工程經費約為1,006萬元，主要工程項目包括木構造擋土牆、木製節制壩與排水改善工、木製集水框工、木製排水溝、坡面保護工、漿砌石固床工、木製節制壩、排柵堆積式植生護坡、木製擋土柵、防災兼解說眺望點及治山工程教育解說平台等。工程於98年5月20日完成後可保護海豐寮聚落居民100人、農田100公頃、道路3公里及橋梁2座等。在森林保育效益上，可保護上游林地約1.5公頃，使集水區整治率達44.5%，高於農業委員會所訂立集水區整治率指標值33%。



圖3 八卦山保安林地水患治理第一期整治工程(廟前坑工區)



圖4 八卦山保安林地水患治理第一期整治工程(坑內坑工區)

前述三件治山工程以疏伐木、卵塊石等自然資材為工程材料，並利用南投林管處自有苗圃之苗木，栽植喬灌木，以加速植生復育。每件工程均能融合防災、生態環境維護及節能減碳等理念，工區與林地景觀環境相和諧，此創新的工法能提供相關單位未來野溪整治新的思維，並具示範作用。又木構造型式眾多，施工時較一般混凝土構造物複雜及困難，且國內工程尚未實際大規模運用，各式木構造於施工前可藉由假安裝教育訓練，減少施做錯誤機率，並有效提高施工效率。

這幾件工程如質施做完成，已累積相關實務經驗，並據以建置標準作業程序，有助於後續推動及改進木構造工程之參考。其中南投林管處在100年度辦理「日月潭巒大區29林班坡面處理及坑內坑坑溝處理工程」時，考量工址所在之日月潭巒大區29林班，不論在地質、地形、降雨及氣候等條件，均比彰化縣二水鄉保安林地之工程立地條件困難，使用生態工法需審慎評估，為精進木構造治山工程之適用性與施工性，該工程參考林務局近幾年來對木構造工法之相關研究報告，以及南投林管處98、99年辦理木構造工程之經驗，加以改良組裝方式，積極克服設計與施工之困難，讓工程如期如質完成，並已發揮治理功效。

上述三件工程利用數十種型式之木構造工法，包括擋土設施、護岸、壩工、固床工等常用於治山工程項目，均已實際運用木構造施做於現場，有助於瞭解其治理功效，提供爾後工程於不同立地條件，因地制宜，選擇採用合適工法。

三、木構造治山工程之生態效益

- (一)治山工程木構造工法倘施設得宜，與傳統混凝土工法一樣，具有穩定野溪、坑溝及邊坡之水土保持功能，且其屬自然資材，符合公共工程委員會推動公共工程節能減碳之綠色內涵，並可減少使用混凝土等非再生材料，落實推動生態工程目標。
- (二)木構造設施通常具有較大孔隙，且木質材料表面溫度與周遭環境接近，有利於營造適合植物導入之環境，與周遭植群共存，同時也帶進四周之生物，所以木構造工程可與周遭之棲地景觀相調合，不致過於突兀。
- (三)木質材料之耐用年限較混凝土材料短，其隨著時間逐漸劣化的過程中，藉由天然植物導入，可逐漸取代其穩定野溪、坑溝及邊坡之效用，至其完全腐化後，現地可恢復自然植生環境，將災害整治復原成災害前狀況，由森林本身發揮調節水文湍流和鞏固土壤之作用。
- (四)使用木構造疏伐木辦理治山工程，除在碳替代上取代高耗能之混凝土材料外，同時具有固碳之碳保存效益，木構造以ACQ方式進行

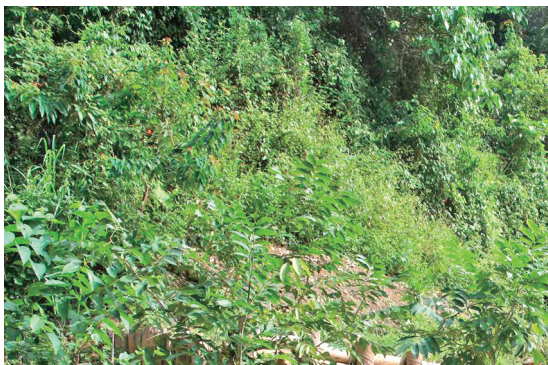


圖5 二水鄉廟前坑工區木構造物擋土設施完成初期現場情形

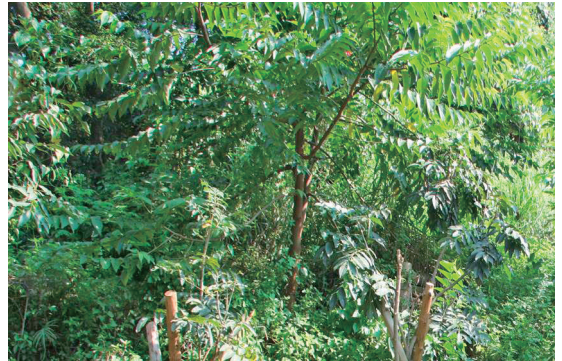


圖6 木構造物擋土設施完成一年後植生導入情況

防腐處理後，亦能降低木材分解率，減少二氧化碳的釋放，對節能減碳具有貢獻。

- (五)由於木構造設施有利於周邊環境野生物生長，並可逐漸恢復林相，增加植生覆蓋面積，同時野溪坑溝之糙度比混凝土構造物大，因此木構造對於淨化集水區水質具有功效。

四、木構造治山工程之監測成果

為瞭解木構造工程的效益，南投林管處自99年開始委託辦理木構造治理工程安全檢測及生態工程示範區水質環境監測等工作，藉以監測木構造物位移變形、木構材料劣化腐化的情形，並調查周邊環境水質變化及植生復育狀況，作為日後辦理木構造工程之參考。惟要完全掌握木構造施做後演變情況，需長期進行調查及資料蒐集，目前調查時間尚短，惟相關調查成果，仍可提供執行木構造之參考，茲說明如下：

- (一)自98年到100年間南投林管處完成之木構造治理工程，在歷次颱風豪雨期間，均能發揮整治成效，治理區段並無明顯災情發生，僅極少部分構造物受損，並能在短時間內完成簡易維護作業，達成防災標準的要求。

- (二)經由測量儀器檢測，已完成之各式木構造物並無明顯位移、變形情形，雖少部分位置測得較明顯位移量，研判可能來自施工填土基礎之沉陷，且均不影響構造物安全。
- (三)以ACQ方式K3標準防腐處理之木構造，少部分由目視判斷出現劣化跡象，惟係防腐處理未達標準或施工處理不良造成，亦或K3等級之防腐處理需提高，有待進一步調查及研判。
- (四)現地植生調查結果顯示，木構造工法有助於植生導入，有利於森林植生復育。惟木本植物

根系雖具有固土護坡的功效，但入侵後亦可能會影響木構造之結構安全，入侵之木本植物小苗可考量部分移除，以確保初期構造物不致遭受破壞，待若干年後再任其自然入侵。

- (五)調查周邊環境水質變化情形，木構造以ACQ方式進行防腐處理，能降低木材分解率，減少二氧化碳的釋放，並具有淨化集水區水質之功效。而在重金屬析出部分，以目前水質調查監測結果，則尚未發現有明顯的影響，惟仍需持續調查檢測。



圖7 木構造物位移、變形安全檢測



圖8 木構造物劣化、腐化檢測



圖9 紅色圓圈表示檢測位置

五、結論

「木製護岸」工法已列入公共工程委員會推動之公共工程「新材料、新技術、新工法」資料庫，南投林管處並已協助於推廣宣導會上進行簡報，相關簡報內容可進該會網站相關網頁參考及下載。林務局已要求所屬各林區管理處持續辦理木構造治山工程，並將依過去累積的經驗，精進改進作為，同時針對防災、生態效益等持續調查，完整紀錄演變情形，並進行量化評估，以徹底瞭解木構造利用過程。這些工作並將透過設置生態工程示範區，提供良好的生態環境教育管道，持續辦理教育宣導，讓民眾瞭解生態工程的理念及要領。

常有人對木構造的耐用年限提出質疑，不可諱言木質材料會隨時間劣化、腐化，但是木構造工法運用於治山工程，不只在其防災效益，更應放眼於其節能減碳及生態效益。林地災害發生後，初期為防止災害擴大，藉木構造穩定邊坡坑溝，以加速植生復育，俟植生導入後，植物逐步取代木構造穩定邊坡的功能，最後讓現地回復災前自然植生環境，在木材腐化後，森林也恢復本身功能，這正是以木構造辦理治山工程的最大特色。

森林本具有調節水文湍流和鞏固土壤的作用，治山工程可以協助林地恢復森林的功能，而木構造可以做到的就是在其功成身退後，不留下痕跡的境界。🌱