

# 阿里山溪集水區大型防砂設施調查 及維護處理評估

許振崑\* 陳俊愷\*\* 林伯勳\*\*\* 邱世宜\*\*\*\* 鐘啟榮\*\*\*\*\*

## 摘要

大型防砂設施其尺寸相對較大及防砂量體較多，實具有某一程度防砂效果，對於易致災或二次土砂災害發生潛勢之集水區，能有效安定及調節土砂。本文以濁水溪流域內工程結構物密度較高之阿里山溪集水區為例，以標準調查程序，全盤清查大型防砂設施構造物空間分布狀況與評估現況功能；同時，針對構造物外觀部分受損，可能影響功能性，提出維護處理建議，將可延長使用年限及確保持續發揮其防砂功能，減低土砂災害發生規模及可能性。

關鍵字：阿里山溪集水區、大型防砂設施、構造物巡查、構造物工程管理維護

## 一、前言

臺灣山坡地約占土地總面積 3/4，由於山多、地形陡峻、河短流急、地質年代輕，再加上受到颱風豪雨及地震頻仍影響，一旦遭逢大豪雨後，大量洪流挾帶泥砂奔洩而下，易造成洪水氾濫、田園流失、房舍埋沒，人員傷亡等重大災害，故行政院農業委員會水土保持局（以下簡稱水保局）為保護山坡地範圍內人民生命財產安全，投入大量經費，於各溪流及崩塌區域施設工程保護，建置一系列大型防砂設施，以有效攔阻砂石、緩和溪床坡降、防止縱向侵蝕及橫向淘刷。其中大型防砂設施係指竣工尺寸壩高 5m（含基礎），且壩長 15m 以上之構造物。由於大型防砂設施其尺寸相對較大及防砂量體較多，實具有某一程度防砂

效果，對於易致災或二次土砂災害發生潛勢之集水區，能有效安定及調節土砂，讓土砂非一次性遞移出集水區，確保下游河道穩定性。

以濁水溪流域為例，其治理規劃始於民國元年，且於民國 8 年著手進行治山防洪調查規劃，相關治理調查工作歷史悠久（經濟部水利署第四河川局，2006），根據歷年調查紀錄，流域境內阿里山溪集水區工程結構物密度及投注經費較高，然因工程設計有其使用年限，為確保山坡地大型防砂設施於完工後能持續發揮功能及抑制二次災害發生，鑑此，本文希冀透過大型防砂設施標準化調查程序，全盤清查阿里山溪集水區內民國 90 至 103 年間已完竣大型防砂設施構造物空間分布狀況與評估現況功能；同時，針對構造物外觀部分受損，可能影響功能性，提出維護處理建

\* 中興工程顧問社防災科技研究中心正工程師  
 \*\* 中興工程顧問社防災科技研究中心正研究員  
 \*\*\* 中興工程顧問社防災科技研究中心環境資源監測組組長  
 \*\*\*\* 行政院農業委員會水土保持局保育治理組工程員  
 \*\*\*\*\* 行政院農業委員會水土保持局監測管理組簡任技正

議，將可延長使用年限及確保持續發揮其防砂功能，減低土砂災害發生規模及可能性。

## 二、阿里山集水區環境概述

阿里山溪集水區位於濁水溪流域（位置分布如圖 1），其行政區主要跨及嘉義縣阿里山鄉來吉村、十字村及梅山鄉太和村等山地村落，區內主要聯外道路包括 169 縣道、162 甲縣道，以及 149 甲縣道；區域地層分別屬階地堆積層、卓蘭層、錦水頁岩、桂竹林層關刀山砂岩、桂竹林層十六份頁岩、桂竹林層大窩砂岩與南莊層，另有南北走向之社前湖斷層、內磅斷層及奮起湖背斜通過。阿里山溪集水區近年來歷經多次颱風豪雨肆虐，引發多次大規模土砂災害，如民國 85 年賀伯颱風，阿里山溪因爆發大量土砂災害，對兩岸民眾與公共設施造成嚴重之威脅，民國 88 年 921 集集大地震使集水區內地質條件更形脆弱，於民國 90 年桃芝颱風與納莉颱風、民國 93 年敏督利颱風、民國 97 年聖帕颱風與柯羅莎颱風，以及民國 98 年莫拉克颱風，皆發生規模不一之崩塌，並造成嚴重土砂災害。其中，民國 98 年莫拉克颱風於集水區內累積降雨約達 3,000mm，最大降雨強度超過 120mm，颱風期間於梅山鄉太和村（振興宮）發生大規模土砂災害，不幸造成多人死亡；另於各交通要道如 169 甲縣道、149 甲縣道、162 縣道

及 169 縣道等聯外道路亦因土石流、多處崩塌而導致聯外道路中斷、人員受困之情況。莫拉克颱風造成的災害規模實屬該集水區歷年較為嚴重之事件之一。茲將歷年重大災情彙整說明整理如表 1，並將歷史災害分布位置展示如圖 2 所示。

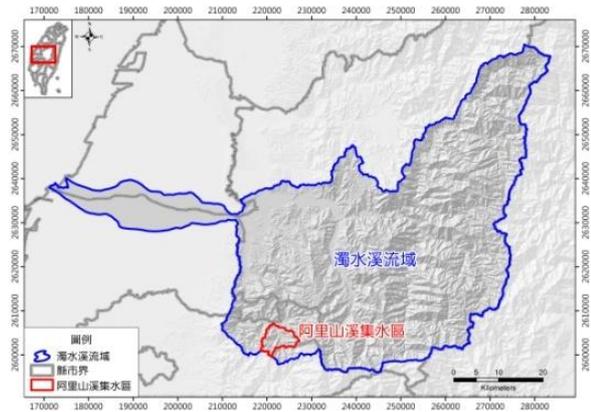


圖 1 阿里山溪集水區位置圖

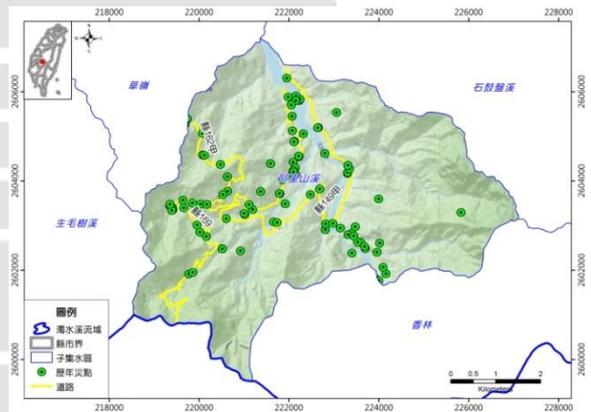


圖 2 阿里山溪集水區歷史災害點位分布圖

表 1 阿里山溪集水區內歷年重大災害彙整表

災害事件	事件時間 (民國)	災害情況
賀伯颱風	85/7/31	大量雨水導致阿里山溪暴漲、土石掩埋河道，道路損壞。
921 集集大地震	88/9/21	阿里山溪下游草嶺地區，因受地震影響發生大規模崩塌，造成多處堰塞湖。
桃芝颱風	90/7/30	來吉村內多處橋梁遭土石流沖毀，對外聯絡交通受阻。
納莉颱風	90/9/17	聯外交通中斷，約二百餘戶、四百餘人受困，未有人員傷亡。
敏督利颱風	93/7/2	對外聯絡便橋中斷，交通受阻。
聖帕颱風	96/8/18	嘉 155 沿線邊坡崩塌、落石。
柯羅莎颱風	96/10/6	來吉村 3、5 鄰道路因道路邊坡崩塌，導致道路中斷。
莫拉克颱風	98/8/8	多人死亡，169 甲縣道、149 甲縣道、162 縣道及 169 縣道等聯外道路中斷，多處橋梁及房舍損毀。

### 三、現地調查程序

水保局（2016）定義大型防砂設施構造物，係指壩高 5m（含基礎，係由構造物竣工圖所標示之構造物整體高度，亦即壩翼頂端至基礎底部之垂距）及壩長 15m（係由構造物竣工圖所標示之構造物整體長度，亦即壩翼兩端之距離）以上者。本文係針對阿里山溪集水區內大型防砂設施構造物作為主要調查對象，為使調查作業能夠標準化及效率化，本文係參考水保局（2016）所採調查表及大型防砂設施構造物調查標準作業程序，進行現況調查。此外，另再納入防砂設施構造物調查成果檢核作業機制，以強化調查品質與內容，整體調查作業流程，如圖 3 所示，各項作業流程條列說明如下：



（摘自：水保局，2016）

圖 3 大型防砂設施構造物調查作業流程圖

#### （一）行前作業

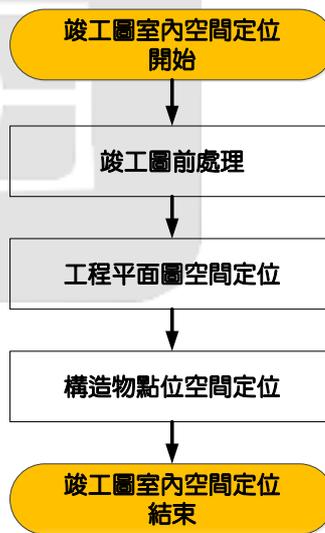
包含集水區內 GIS 基本圖層、工程平面圖、縱橫斷面圖等室內資料準備，並經由 Google Earth® 電子地圖標示工程調查點位，初步瞭解各工程點位地理位置及空間分布概況，並完成出發前調查工具及儀器準備。

#### （二）空間定位

透過蒐集竣工資料及圖資進行構造物空間點位標定，同時，配合竣工圖構造物竣工尺寸鍵入待調查之大型防砂設施構造物清單，供現地調查與資料建檔使用。構造物空間定位方式，分為室內空間定位及野外空間定位等兩種，經由相互搭配運用，以維護調查之工作品質及有效率完成現地調查工作。茲就室內空間定位及野外空間定位，分述如下：

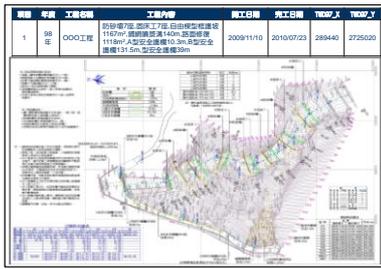
##### 1. 室內空間定位

於室內作業先套疊農航所既有航拍正射影像或衛星影像，以空間幾何校正進行定位，統一將調查成果轉換至 1997 臺灣大地基準（TWD97）坐標，以加速獲得大型防砂構造物正確坐標點位，提高工程點位正確性與精準度，其室內空間定位流程如圖 4，工程平面圖室內空間定位處理示意如圖 5。



（摘自：水保局，2016）

圖 4 竣工圖室內空間定位流程



(a) 工程平面圖



(b) 航照套疊定位



(c) 構造物點位空間定位示意圖  
 (摘自：水保局，2016)

圖 5 工程平面圖室內空間定位處理示意圖

2. 野外空間定位

若無可蒐集竣工圖，或因調查區域植生交替及環境地形地貌演變，致使河道構造物受植被及土砂堆積覆蓋影響，而難以透過遙測影像於室內直接判釋或利用竣工圖套疊直接定位，將於現場運用高精度且可即時定位之虛擬參考站即時動態定位技術 (VRS-RTK)，進行各大型防砂設施構造物定位工作，補足構造物之空間坐標資訊，野外空間定位示意如圖 6。



(a) 空間定位及資料解讀



(b) 基站架設

(摘自：水保局，2016)

圖 6 野外空間定位示意圖

(三) 現地調查作業

調查內容至少應含尺寸、堆積材料粒徑、結構外觀、溪床坡度及現場環境狀況等。基此，於執行中將依據水保局工程管考系統登錄內之壩體資料，以及相關工程竣工圖及地形圖、航照圖等資料，針對完成篩選之調查標的進行大型防砂設施構造物現況踏勘工作，並記錄與拍攝構造物環境現況、功能評估及針對需優先進行處理之部分提出工程維護建議，供以填寫至大型防砂設施構造物調查表中。

(四) 編訂工程構造物編號

依據大型防砂設施構造物編碼方法進行編碼 (水保局，2016)，大型防砂設施構造物編碼組成原則如圖 7，以提供後續資料建置與查詢之參考。



(摘自：水保局，2016)

圖 7 大型防砂設施構造物編號組成示意圖

(五) 填寫構造物調查表

將室內作業與現場調查成果填寫至「大型防砂設施構造物調查表」中，表中各欄位所參考之資料來源與取得方式，分別以不同色塊進行區分呈現，示意如表 2。此外，另並進行構造物點位 GPS 定位及現況照片拍攝，供記錄建檔及後續查詢點位之位置使用。

(六) 室內資料品管

根據現場調查及紀錄核對，將室內蒐集竣工圖、相關蒐集資料，以及工程管考系統之資料庫內容，搭配外業照片資料相互佐證，進行構造物空間坐標、蒐集圖說內容與內業填寫調查表等相關資訊覆核，如圖 8。

表 2 構造物調查填寫資料來源參考表

室內作業填寫	現地作業填寫	現地調查設備 量測填寫	現地評估 定性內容
構造物編碼： 治理區名稱： 調查編號：			
調查人員 (含編號)	調查人員編號 (含編號)	調查日期 (年/月/日)	調查人員職稱 (職、位)
構造物型式 (含編號)	參考工程圖說	附屬設施 (橋、涵、壩)	工程編號 構造物序號
構造物坐標 (TWD97)	參考工程圖說	構造物尺寸	於室內先參考工程圖填寫尺寸； 並於現地調查填寫現況尺寸。
定位說明	起點 中點 末點	構造物尺寸	
構造物周邊 堆積材料粒 徑概況	<input type="checkbox"/> 多砂質； <input type="checkbox"/> 多礫石； <input type="checkbox"/> 多卵石 粒徑約：_____mm	河岸邊坡	現地觀察，並輔以雷射測距儀估測堆積面積 <input type="checkbox"/> 穩定 <input type="checkbox"/> 河岸淘刷明顯(面積約：_____m <sup>2</sup> ) <input type="checkbox"/> 山崩崩塌(面積約：_____m <sup>2</sup> )
構造物周邊 溪床坡度	現地觀察，並輔以雷射測距儀量測 _____%	河岸邊坡	
外觀檢視劣 化型態 (可複選)	構造物本體 <input type="checkbox"/> 裂縫； <input type="checkbox"/> 剝蝕； <input type="checkbox"/> 傾倒； <input type="checkbox"/> 沉陷； <input type="checkbox"/> 剝離斷裂； <input type="checkbox"/> 剝離變形； <input type="checkbox"/> 位移； <input type="checkbox"/> 砌石鬆脫； <input type="checkbox"/> 外組崩落； <input type="checkbox"/> 其他( ) 構造物基礎 <input type="checkbox"/> 外組崩落； <input type="checkbox"/> 其他( ) 構造物護岸 <input type="checkbox"/> 沉陷； <input type="checkbox"/> 其他( ) 補充說明(劣化部位數量化資訊)：	初步處理建議	
劣化整力 (可複選)	<input type="checkbox"/> 無劣化型態者 <input type="checkbox"/> 淤塞沖蝕 <input type="checkbox"/> 凹岸淘刷 <input type="checkbox"/> 淤塞沖蝕沖刷 <input type="checkbox"/> 岸邊堆積崩塌土石體擊 <input type="checkbox"/> 土石(或洪流)撞擊 <input type="checkbox"/> 其他( )		
功能評估			
功能評估	<input type="checkbox"/> A級：構造物狀況良好，功能健全 <input type="checkbox"/> B級：劣化嚴重，仍可維持原有功能 <input type="checkbox"/> C級：部分受損，可能影響功能性 <input type="checkbox"/> D級：全部損壞或功能喪失	<input type="checkbox"/> A1級：無需修復，持續觀察 <input type="checkbox"/> B1級：無需修復，持續觀察 <input type="checkbox"/> C1級：經評估，已明顯影響安全者，建議儘先修復或重建。 <input type="checkbox"/> C2級：經評估，需修復但無急迫性。 <input type="checkbox"/> C3級：無明顯需要立即修復者(須針對最急迫工程已有替代者)，建議暫緩修復，持續觀察。 <input type="checkbox"/> D1級：具有保全對象或工程無替代者，建議儘先修復或重建。 <input type="checkbox"/> D2級：須針對最急迫工程之原有替代者，建議暫緩修復，持續觀察。	
建議修復 方式	建議修復方式 尺寸 初步概估經費 備註		
<input type="checkbox"/> 打除重建 <input type="checkbox"/> 結構補強 <input type="checkbox"/> 埋建補強 <input type="checkbox"/> 外觀修繕			

註：構造物尺寸指壩高、壩長、壩頂寬(溢洪口底部寬)、壩體厚度等尺寸

(摘自：水保局，2016)



(a) 構造物坐標配合航照圖及更新



(b) 治山防災工程設施圖層欄位設定  
(摘自：水保局，2016)

圖 8 治山防災工程資料管理作業示意圖

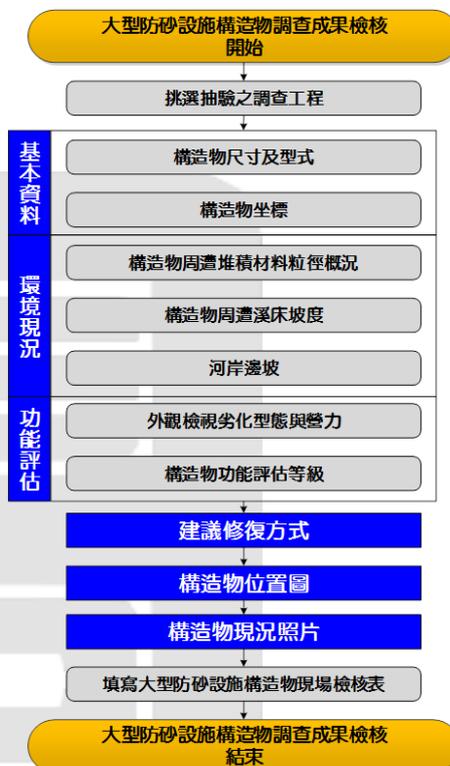
(七) 資料建置

彙整構造物之坐標與現場調查資訊，並補充構造物位置圖、構造物現況照片等圖片，進行調查表、GIS 圖資等資料建檔工作。

(八) 調查成果檢核

此外，為控管大型防砂設施構造物調查成果符合現場狀況，且正確填列調查表，另研提調查成果檢核機制(流程如圖 9)。檢核抽驗數量需達

整體總調查數量 5% 以上，以調查工程為單位，由調查人員自行交叉檢核，或由其他專業人員偕同，針對調查成果進行現場覆核。調查成果檢核應包含構造物型式及尺寸、坐標(TWD97)、構造物周遭堆積材料粒徑概況、溪床坡度、河岸邊坡等環境現況是否有明顯差異；另檢視外觀劣化型態與營力，以及構造物功能評估等級等功能評估是否合理；建議修復方式、構造物位置圖以及構造物照片等是否符合現地狀況；最後，於現場填寫大型防砂設施構造物現場檢核表，說明現勘意見與處理情形。



(摘自：水保局，2016)

圖 9 調查成果檢核流程圖

四、調查範圍及內容說明

本文係以調查濁水溪流域內阿里山溪集水區大型防砂設施構造物為主，故首先盤查阿里山溪集水區於民國 90 至 103 年間已完竣工程，並篩選竣工尺寸壩高 5m (含基礎)，且壩長 15m 以上之大型防砂設施以辦理現況調查。經盤查後，阿里

山溪集水區計有 20 件工程，共 71 座符合大型防砂設施構造物調查標的，其數量及分布如表 3 及圖 10 所示。阿里山溪集水區大型防砂構造物主要分布於巴巴斯野溪、行諄橋、太和活動中心、社興橋、匏仔園，以及樟林坪等重要治理區域，其中以樟林坪之構造物 35 座的數量最多。

表 3 現地調查成果檢核表

縣市/鄉鎮/村里	重要治理區域名稱	座數
嘉義縣阿里山鄉來吉村	巴巴斯野溪	3
	行諄橋	10
嘉義縣梅山鄉太和村	太和活動中心	5
	社興橋	4
	匏仔園	14
	樟林坪	35
總計		71

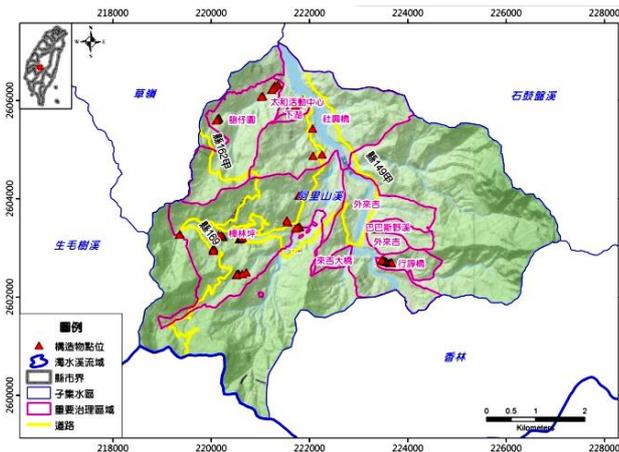


圖 10 阿里山溪集水區之大型防砂設施構造物空間分布圖

本文大型防砂設施構造物調查工作，其調查內容應含基本資料、環境狀況、功能評估及建議修復方式等，針對調查內容，逐項說明如下。

(一) 基本資料填寫

依據調查表內基本資料包括調查人員、調查日期、所屬分局、集水區(含編號)、縣(市)及鄉(鎮、區)、工程編號、構造物型式、附屬設施、構造物序號及構造物坐標等，詳細說明整理如表 4 所示。

表 4 基本資料填寫參考表

資料欄位	格式說明
調查人員	執行現地調查人員姓名。
調查日期	現地調查之日期。例如，民國 105 年 12 月 03 日調查，則以『1051203』記錄。
所屬分局	該構造物之轄管分局，如臺北分局。
集水區(含編號)	該構造物所在集水區名稱及其編號，其中，集水區名稱及對應編號以水保局公布之 741 個山坡地集水區圖資為原則。
縣(市)及鄉(鎮、區)	依構造物所在縣(市)及鄉(鎮、區)填寫，如宜蘭縣大同鄉。
工程編號	依構造物所屬之工程於工程管考系統之編號進行填寫。
構造物型式	依構造物型式填寫，如非透過式(混凝土壩)或透過式(梳子壩)。
附屬設施	部分構造物具附屬設施，如防砂壩下游處具有各種型式之基礎保護工、溢洪口斷面可能建置透過式設施(如梳子壩、鋼管壩、立體格子壩或魚道等均屬之)，故該欄位直接以描述文字說明之。
構造物序號	構造物序號則依據水保局(2016)研提構造物編碼原則，填寫其構造物序號。
構造物坐標	依據竣工資料、歷年航照於室內空間定位結果，填寫其坐標，若無室內空間定位結果，則填寫現地調查野外空間定位坐標，統一採 TWD97 二度分帶坐標系統填列。
定位說明	若為橫向構造物，則以構造物平面圖上形心位置為原則；若為縱向構造物，則以上游端起點進行定位。
構造物尺寸	構造物尺寸包括現況壩高、壩長、壩頂寬(溢洪口底部寬)、壩體厚度等尺寸，先以竣工圖尺寸填寫調查內容，並於現場辦理調查完成後，記錄現況尺寸及環境現況。

(二) 環境現況

依環境現況記錄包括周遭堆積材料粒徑概況、構造物周遭溪床坡度以及河岸邊坡等。

1. 構造物周遭堆積材料粒徑概況

堆積材料粒徑主要為配合構造物調查時，約略評估構造物周遭、其上游溪床堆積表面材料之概況。本文參考周毅和洪明瑞(1996)、Rosgen and Silvery(1996)、本次忠司(2010)及汪靜明(1990)等文獻河床質粒徑分類方式，並考量實際判斷操作可行性，依現場堆積材料狀況，於構造物上游溪床，以 1m x 1m 範圍、目視觀察其主要組成(約七成以上)，概略區分砂質(2mm 以下)、多礫

石(2~64mm)及多塊石(64mm以上,含卵石)等三種定性方式說明,堆積材料範例照片如圖 11 所示。



圖 11 溪床堆積材料粒徑範例照片

## 2. 構造物周遭溪床坡度

針對構造物周遭上、下游於現場利用皮尺、雷射測距儀或其他可攜式量測工具量測溪床坡度,考量構造物分布有連續壩與獨立壩之情形,針對連續壩者則調查壩與壩之間之溪床坡度;而獨立壩者,參考竣工圖之設計坡度(以原溪床坡度之 1/2~2/3 間),推算可能淤砂長度供現地量測參考,量測距離大於 50 公尺為原則(水保局,2016),實際仍以現地狀況進行調整。調查時以雷射測距儀進行現地坡度量測,先觀測構造物上方淤砂溪床其下游側(地勢較低處),再觀測其上游側(或地勢較高處);但若現場河床淤積呈現不規則型態,必要時以分段量測其調查坡度,以減少作業量測誤差,增加量測可信度,每處以

量測 3 次、取相近值之平均值填表為原則,以避免單次量測失誤引致資料失真,其示意圖及現地操作如圖 12 所示。

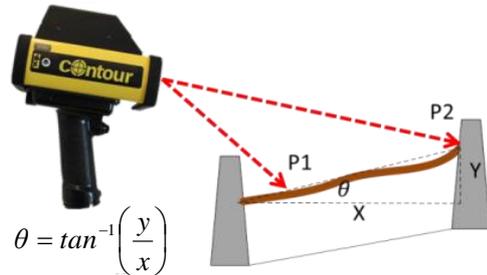


圖 12 以雷射測距儀量測溪床坡度案例示意圖

## 3. 河岸邊坡

針對調查之大型防砂設施構造物,參考水保局(2015)之定義,以其上游溪床坡度調查範圍及目視可通達範圍,以目測方式研判河岸邊坡是否呈現穩定,或具有緊鄰河道之河岸淘刷所引致崩塌與遠離河道之山腹崩塌(如圖 13)等情況,並以雷射測距儀概估其崩塌面積。



(摘自:水保局,2016)

圖 13 河岸邊坡崩塌類型示意圖

### (三) 功能評估

#### 1. 外觀檢視劣化型態

於現場檢視構造物外觀劣化程度,包含良好、裂縫、磨蝕、傾倒、沉陷、錯動斷裂、錯動

變形、位移、砌石鬆脫、外框損毀或其他，其相關說明，詳見表 5。此外，同步檢視構造物周遭環境，包含良好、床面淤升（影響通洪斷面）、床面沖降（基礎裸露）、回填土、流失或其他。詳見表 6 所示。

2. 劣化營力

依現況研判造成結構物外觀劣化營力，包含溪床沖蝕、凹岸淘刷、溪岸溢流沖刷、兩岸邊坡崩塌土石撞擊、土石（或洪流）撞擊及其他，詳見圖 14 所示。

表 5 構造物外觀檢視劣化型態照片示意及說明表

項次	類型	照片	說明
1	裂縫		裂縫的存在和發展通常會使構造物內部的鋼筋等材料產生腐蝕，降低鋼筋混凝土材料的承載能力、耐久性及抗滲能力，影響構造物的外觀及使用壽命。
2	傾倒		設施因地震、背填材流失、地盤承載力不足、河水沖擊等各種因素，造成設施呈現傾斜和傾倒等情況，導致設施結構體減少或失去設計之功能。
3	斷裂		設施因地震、背填材流失、側向土壤壓力推擠、河水沖擊等各種因素，造成設施呈現應力斷裂等情況，導致設施結構體減少或失去設計之功能。
4	基礎淘空		因設施底部土壤遭河水沖刷或土壤承載力不足等各種因素，造成設施往下沉陷、滑動等情況，導致設施結構體減少或失去設計之功能。
5	沖毀		設施因地震、背填材流失、側向土壤壓力推擠、河水沖擊等各種因素，造成設施呈現應力斷裂等情況，導致設施結構體減少或失去設計之功能。
6	磨損		河溪工程構造物長期遭受高速挾砂水流之沖刷磨損及穴蝕作用，導致構造物表面混凝土產生剝離流失，不僅可能影響構造物機能，嚴重時亦可能危及構造物安全。

（資料來源：水保局，2016）

表 6 構造物周遭檢視劣化型態照片示意及說明表

項次	類型	照片	說明
1	床面淤升（可能影響通洪斷面）		因上游來砂量或近岸崩落量高於下游輸砂量之影響，導致溪床床面抬升而可能影響通洪。
2	床面沖降（基礎裸露）		因下游土砂輸出量高於上游來砂量，導致溪床床面沖降而致使結構物基礎裸露。
3	回填土沖刷或流失		護岸背填土方因地表逕流集中沖刷或回填夯實不足而流失，導致護岸毀損。

（資料來源：水保局，2016）



圖 14 劣化營力類型示意圖

3. 功能評估

構造物功能評估等級分類，可區分為狀況說明及初步處理建議，說明如下。

- （1）狀況說明：綜合前述外觀檢視劣化型態及劣化營力，可將構造物功能評估定性分為 A、B、C、D 等四個等級（水保局，2012，臺東地區治山防災構造物調查評估；水保局，2014，103 年度重要治理區構造物調查建置及評估），彙整各分級狀況說明等相關資訊，如表 7 所示。
- （2）初步處理建議：根據表 7 中構造物功能評估定性屬於 C、D 級再評估後，具保全對象、影響安全者或工程無替代者，則建議需優先進行處理修復。

表 7 功能評估狀況說明與初步處理建議彙整表

狀況說明		初步處理建議	
A 級	構造物狀況良好，功能健全	A1	無需修復，持續觀察。
B 級	些微磨損，仍可維持原功能	B1	無需修復，持續觀察。
C 級	部分受損，可能影響功能性	C1	經評估，已明顯影響安全者，建議優先處理修復或重建。
		C2	經評估，需修復但無急迫性。
		C3	無明顯需要立即修復者(保全對象消除或工程已有替代者)，建議暫緩修復，持續觀察。
D 級	全部損毀或功能喪失	D1	具有保全對象或工程無替代者，建議優先修復或打除重建。
		D2	保全對象消除或工程之原有施作目的已有替代者，建議暫緩修復，持續觀察。

(資料來源：水保局，2016)

(四) 建議修復方式

若構造物需進行處理修復者(功能評估定性屬於 C1、C2、D1 級)，依據水保局(2012)既有相關修護原則及建議方式進行修復，說明如下：

1. 修護原則

依調查功能評估結果，針對壩體內部結構受損方面，可採構造物原址打除重建、內部裂縫修補、壩基及壩翼補強等結構補強方式處理。另針對壩體外觀保護面層磨損或鋼板脫落處，利用適度提高混凝土強度，並加大鋼筋保護層等抗磨損外觀修補方式，進行構造物本體工程維護。但若於原構造物遭受土砂大範圍淤埋，或上下游土砂量體較多，地形環境狀況改變，導致原構造物受損無法承受或達原設置目的時，則於鄰近地點挑選適當壩址，以增建補強方式進行工程改善。

2. 修護建議方式

依據水土保持技術規範，針對大型防砂設施構造物常見受損情形，研提建議修復方式，如表 8 所示。針對待改進大型防砂設施構造物，根據工程施作點位與溪流環境位置關係，並根據施工前、後之空間特徵(如防砂壩)等參考物，判斷工程構造物沖淤控制或周圍環境土石料源堆置情形，並參考既有修護原則，提供修復建議。

表 8 構造物修復建議表

項目	受損情形	修復建議
1	斷裂	因溪水沖擊或土石撞擊，超過結構體能承受的強度而斷裂，屬嚴重破壞型式，大部分情況需拆除重做，並應配合上下游河道進行整體規劃，重新辦理集水區保育治理規劃檢討，以改善類似情況。
2	淤埋	視工程目的及原始設計的淤砂坡度，判斷是否受損，一般而言屬較輕微的破壞型式，清疏之後大多可以恢復正常功能。
3	傾倒	受溪水沖刷或土石撞擊而破壞，溪水易由破口持續淘刷灘地土石，造成災害擴大，應配合上下游河道整體規劃，重新辦理集水區保育治理規劃檢討。
4	破裂	溪水持續沖刷或土石撞擊而破壞，溪水由破口滲入使基礎土砂流出，造成構造物損壞，基礎淘空及破口尚未造成嚴重損壞前，可以混凝土補強基礎及表層修復。
5	懸空	溪水流量過大造成河岸劇烈淘刷，使原本應埋入岩盤或河岸的翼牆懸空，失去端點的固定，構造物容易被沖毀，可於沖刷處設置保護工並回填塊石，以增建補強方式處理。
6	基礎淘空	1. 因溪水跌落淘刷基礎，若無適當保護措施，基礎易淘刷造成構造物懸空，構造物如未損壞，可進行基礎回填並增加護坦、消能塊等基礎保護設施。 2. 基礎深度不足，易受河床下切造成基礎裸露而懸空，構造物如未損壞，可進行基礎補強。
7	沖毀	洪水、土石流超過構造物設計強度，使構造物完全被沖毀，需重新檢討設計規劃，並應配合上下游河道整體規劃，重新辦理集水區保育治理規劃檢討，另依實際狀況評估打除重建、結構補強、增建補強以及外觀修補等處理方式之可行性。
8	磨損	含砂溪水沖刷造成構造物表層磨損，屬較輕微的破壞型式，可透過混凝土表層補強，進行構造物的修復。

(資料來源：水保局，2016)

五、調查成果

根據前述調查範圍與內容進行阿里山溪集水區大型防砂設施構造物調查，統計調查數量共完成 71 座大型防砂設施調查(民國 91 至 103 年間 20 件工程)，針對所完成之調查成果茲就基本資料、環境現況、功能評估，以及工程維護及建議修復方式等分別彙整說明。

(一) 基本資料

針對阿里山溪集水區大型防砂設施構造物調查行政區域分布，以及構造物種類、型式彙整說明如后：

1. 行政區域分布

調查完成之 71 座大型防砂設施構造物主要分布於嘉義縣梅山鄉(58 座)及阿里山鄉(13 座)境內，行政區域分布統計圖如圖 15 所示。

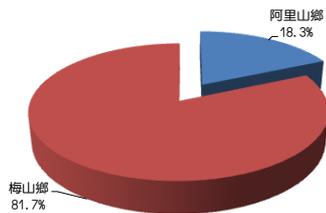


圖 15 調查構造物行政區域分布統計圖

2. 構造物種類及型式

根據防砂構造物調查資料，彙整並歸納防砂設施種類及型式數量如圖 16 所示。整體而言，完成調查之 71 座構造物種類主要有 63 座為非透過性混凝土壩，透過性梳子壩以及格柵式壩分別有 2 座與 6 座；整體集水區所調查之大型防砂設施種類以非透過性為主，約占整體比例 88.7%。

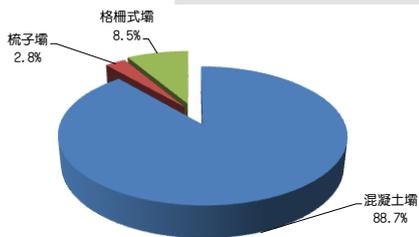


圖 16 構造物種類及型式調查統計圖

(二) 環境狀況

針對阿里山溪集水區大型防砂設施構造物調查環境狀況，分就構造物周遭堆積材料粒徑概況以及河岸邊坡等說明如后：

1. 構造物周遭堆積材料粒徑概況

針對完成調查之大型防砂設施其集水區構造物周遭堆積材料粒徑概況繪製如圖 17 所示。整體而言，完成調查構造物周遭、其上游溪床堆積表

面材料之概況無屬砂質(2mm 以下)者；礫石(2~64mm)者占全數比例 50.7%；塊石(64mm 以上，含卵石)者占全數比例 49.3%。

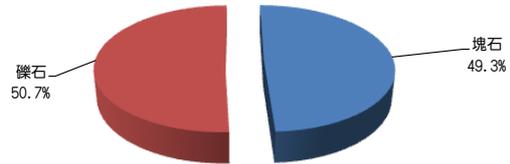


圖 17 調查構造物周遭堆積材料粒徑概況統計圖

2. 河岸邊坡

藉由構造物其上、下游溪床坡度調查範圍及目視可通達範圍，以目測方式研判河岸邊坡瞭解是否呈現穩定，或具有河岸淘刷崩塌、山腹崩塌等情況。針對完成調查之大型防砂設施其集水區構造物周遭河岸邊坡狀況繪製如圖 18 所示。整體而言，完成調查構造物周遭河岸邊坡，存在山腹崩塌者占全數比例 2.8%；無存在河岸淘刷崩塌者、穩定者占全數比例 97.2%。

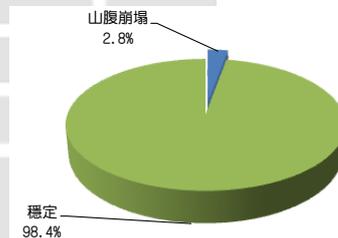


圖 18 調查構造物周遭河岸邊坡狀況統計圖

(三) 功能評估

針對阿里山溪集水區大型防砂設施構造物功能評估分就外觀劣化型態、劣化營力以及功能評估說明如后：

1. 外觀劣化型態

針對外觀劣化型態可分就構造物本體以及構造物周遭兩類統計，針對完成調查之大型防砂設施其集水區外觀劣化型態統計如圖 19 所示。整體而言，完成調查之構造物本體外觀良好者占全數比例 80.3%；磨蝕者占全數比例 7.0%；裂縫、錯動斷裂、外框損毀、沖毀以及淤埋五者合計占全數比例 12.7%，並無錯動斷裂及位移等狀況。另針

對構造物周遭良好者占全數比例 71.5%；床面淤升者占全數比例 14.1% 為最高；其次為床面沖降者占全數比例 2.8%；最後，基礎裸露狀況者占 1.4%。

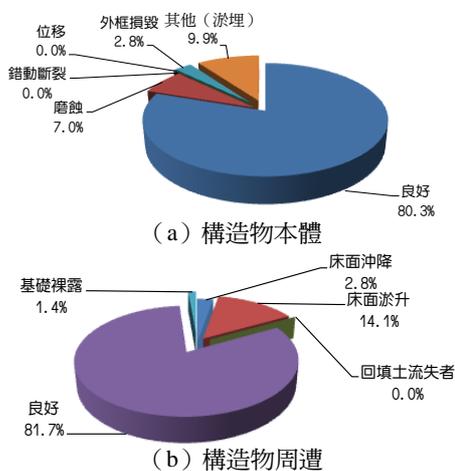


圖 19 調查構造物外觀劣化型態統計圖

## 2. 劣化營力

針對完成調查之大型防砂設施其阿里山溪集水區所受劣化營力統計如圖 20 所示。整體而言，完成調查之構造物無明顯劣化營力者，占全數比例 80.3%；而針對受損防砂設施其受劣化營力影響發現，其主要係以土石（或洪流）撞擊為主，比例約達 11.3%，其次為構造物遭淤埋無法判斷（7.0%）及溪床沖蝕（1.4%）。

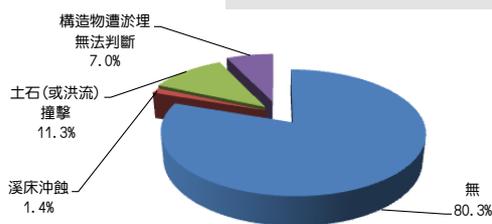


圖 20 調查構造物劣化營力統計圖

## 3. 功能評估

為檢討阿里山溪集水區中大型防砂設施是否仍可維持原設計功能，根據 71 座大型防砂設施調查資料，依功能評估結果統計如圖 21。整體而言，功能評估為 A 級（構造物狀況良好，功能健全）占全數比例 80.3%；評估為 B 級（些微磨損，仍可維持原功能）占全數比例 1.4%；功能評估為 C 級（部分受損，可能影響功能性）占全數比例

14.1%；評估為 D 級（全部損毀或功能喪失）占全數比例 4.2%；功能評估結果以 A 級者所占比例為各者之最，而屬 C 級及 D 級可能影響設施功能性者，所占比例約為 18.3%。

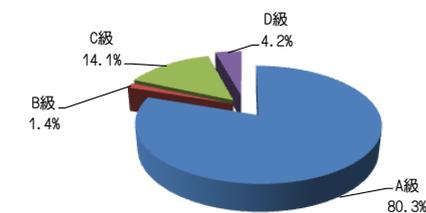


圖 21 調查構造物功能評估統計圖

## （四）工程維護及建議修復方式

綜合調查及分析結果，集水區內受損構造物之功能評估屬 C 級有 10 座及 D 級有 3 座，共計 13 座，約占總調查數量之 18.3%，分別位屬樟林坪（10 座）以及行諄橋（3 座）等兩處重要治理區，而所對應之初步處理建議等級，分布如圖 22 所示；其中初步處理建議等級分屬 C1 級有 2 座、C2 級有 1 座、C3 級有 7 座以及 D1 級有 3 座。此外，針對阿里山溪集水區中，初步處理建議判定為 C1、C2 及 D1 級（如圖 23），屬治理需求性較高構造物（建議優先處理修復或需重建修復者），提出相關建議修復方式，供後續工程投入與設計之參考。以下分別針對建議暫緩修復、建議優先修復以及需修復但無急迫性者分別說明如后。

1. 建議暫緩修復：經評估屬 C3 及 D2 等級共有 7 座構造物，外觀雖有明顯磨蝕或外框損毀之情況，但仍不影響結構功能性，且屬保全對象消除或工程已有替代者，建議暫緩修復，持續觀察後續狀況即可。
2. 建議優先修復：經評估屬 C1 及 D1 等級共有 5 座，構造物周遭主要受床面淤升及沖降導致本體受溪床沖蝕、土石（或洪流）撞擊等劣化營力而造成磨蝕與外框損毀之情況，導致無法持續發揮其構造物原有功能。短期內建議後續工程管理單位針對此部分進行現場構造物複查，並進行修復或評估重建之可能性，以保障鄰近保全對象以及維護既有構造物設施之安全。

3. 需修復但無急迫性：經評估屬 C2 等級共有 1 座，其構造物外觀雖有磨蝕情況，並影響部分結構功能，但目前仍無修復急迫性。長期為維持構造物之功能，仍需分年編列相關經費以辦理工程修復工作。

### 六、結論建議

本文根據大型防砂設施構造物調查作業程序，並透過實地調查操作，確認調查方法與流程之可行性，另配合調查成果檢核機制，以控管調查成果之品質。後續於辦理大型防砂構造物調查時，建議可參考相關作業方式，執行大型防砂設施構造物調查。針對阿里山溪集水區初步處理建議判定屬治理需求性較高構造物者（C1、C2 及 D1 級），同時研提維護修復建議，提供後續分年、分期及分區規劃辦理相關治山防災工程之參考。

### 謝 誌

感謝行政院農業委員會水土保持局，提供計畫（編號 SWCB 105-017）經費補助，作者深表謝忱。

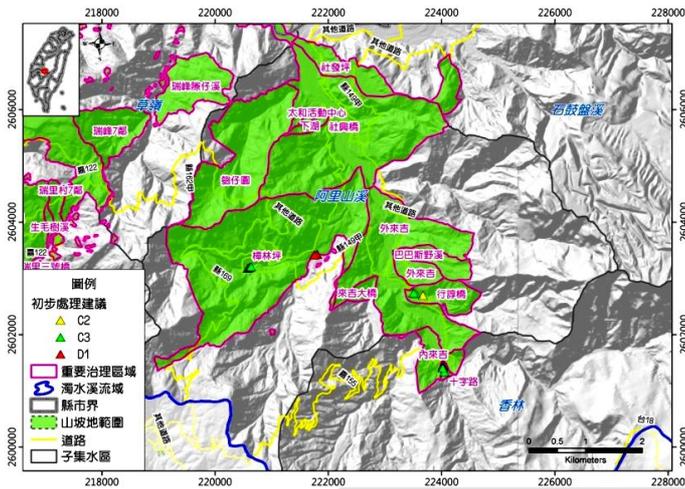


圖 22 阿里山溪集水區 C 及 D 級對應處理建議之構造物空間分布圖

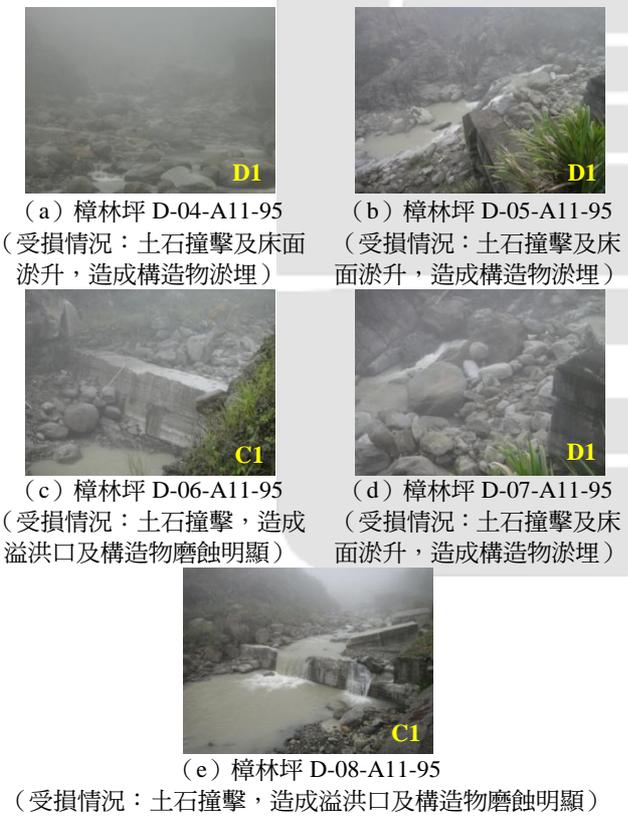


圖 23 阿里山溪集水區建議優先修復受損構造物現地照片說明

### 參考文獻

經濟部水利署第四河川局 (2006) 濁水溪河川情勢調查計畫  
行政院農業委員會水土保持局 (2012) 臺東地區治山防災構造物調查評估  
行政院農業委員會水土保持局 (2014) 103 年度重要治理區構造物調查建置及評估  
行政院農業委員會水土保持局 (2016) 濁水溪流域大型防砂設施調查建置  
末次忠司 (2010) 河川技術ハンドブック: 総合河川学から見た治水・環境  
汪靜明 (1990) 河川魚類棲地生態調查之基本原則與技術, 森林溪流淡水魚保育訓練班論文集, 第 119-137 頁  
周毅、洪明瑞 (1996) 大地工程原理, 高立圖書有限公司  
Rosgen, D. L. and H. L. Silvey (1996) Applied River Morphology, Wildland Hydrology Books, Fort Collins, Co.