

崩塌地簡易排水工法之調查研究

鄭竣益⁽¹⁾ 林信輝⁽²⁾ 陳意昌⁽³⁾

摘 要

爲能有效整治崩塌地源頭，行政院農委會自 90 年起辦理「九二一重建區土石流及崩塌地源頭緊急水土保持處理」相關計畫，其中崩塌地源頭處理大多採用生態工法及就地取材的方式，快速重建災區、穩定邊坡及恢復植生。緊急水土保持處理中，排水工法爲每一個治理區必需採用的工法，其主要功能在於攔截區外水流並導引、分流至較安全處，避免大量水流流入坡面導致土壤中孔隙水壓上升，產生坡面表土沖蝕或二次崩塌。爰此，本研究實地調查各施工地點，蒐集各排水工法之施工方法、步驟、設計原則及注意事項。因各地施工方法因地制宜，各治理區所採用材料、步驟有所差異；故本研究彙整、分析、比較各崩塌地源頭相關排水工法，研擬較佳之簡易排水工法，輔以簡易示意圖說明之，以提供後續於崩塌地緊急處理有關簡易排水工法施工之參考。

（**關鍵詞**：崩塌地源頭、緊急處理、簡易排水工法）

The Study on the Simple Drainage Methods of Emergency Treatment on Landslide Areas

Chun-yi Cheng⁽¹⁾, Shin-Hwei Lin⁽²⁾

Graduated Student⁽¹⁾ and Professor⁽²⁾ Department of Soil and Water Conservation
National Chung-Hsing University, Taiwan, R.O.C.

Yi-Chang Chen⁽³⁾

Dr., Department of Soil and Water Conservation
National Chung-Hsing University, Taiwan, R.O.C. (Corresponding author)

ABSTRACT

The Agriculture Committee of The Executive Yuan had conducted 「The emergency soil and water conservation plan on the debris flow and landslide source areas on 921 rehabilitate areas」 in 2001, and followed up with several continuous plans in order to rebuild landslide source areas

(1) 國立中興大學水土保持學系研究生

(2) 國立中興大學水土保持學系教授

(3) 國立中興大學水土保持學系博士

effectively . The major parts of these plans deal with the treatments of landslide source areas, by using ecological engineering methods and introducing local materials, together with hiring local residents in construction works. The drainage works, with functions on intercepting and guiding run-off to eliminate pore water pressure and surface soil erosion, are imperative parts of the emergency treatments. Some field survey had been proceeded on construction locations in this study, and queried about construction details and the points for attentions, the measurements of the construction works were also been taken as database for analysis and category. Owing to the usage of local materials and the ideas of taking suitable measures that fit local circumstances, the materials and construction procedures which conducted in different rehabilitation areas may be slight different. This study aims to collect and categorize drainage methods used in landslide source areas, and illustrates by simple conceptual drawings or diagrams. To this study, it can be used as a reference on emergency treatment of drainage works.

(**Keywords**：landslide source areas, emergency treatment, drainage works)

前 言

台灣地區自民國 88 年發生 921 集集大地震後，造成新生崩場地，面積近達 1 萬 6 千公頃；根據行政院農委會（2004）的調查，在民國 93 年七二水患前全國崩場地面積 5 萬餘公頃，土石流潛勢溪流多達 1420 條，每逢水患即帶來相當程度的損失。故山坡地水土災害防治工作，為台灣當前水土保持重要工作之一，政府各相關部門無不戮力研究探索治理之道。

為能有效整治崩場地源頭，行政院農委會自民國 90 年起辦理「九二一重建區土石流及崩場地源頭緊急水土保持處理」相關計畫，並於 93 年度完成「土石流及崩場地源頭水土保持處理工作手冊」，訂定加強各項水土保持處理工程及預防治理措施，以穩定坡面及減少土壤沖蝕，降低對中下游地區自然環境及居民的威脅與危害，並提供工程人員應用於實際工程規劃、設計及施工參考採用。

崩場地源頭處理多採用生態工法及就地取材，並利用在地人施工方式，快速重建災區、恢復植生、穩定邊坡。經過相關施工單

位的長期努力及嘗試，近年來多數治理區在豪大雨沖刷後仍無發生二次崩塌，顯示在崩場地源頭緊急處理工法方面已有良好成效；而在眾多緊急處理工法中，排水工法為每一個治理區必要的工法，其主要功能在攔截區外水流並導引、分流至較安全處，避免造成土壤中孔隙水壓上升或坡面表土沖蝕，而導致二次崩塌。因此本文係針對該治理區之簡易排水工法為研究對象。

前人研究

水為坡面穩定的最主要因素，且排水法可分為表面排水及地下排水，表面排水可以採用明溝、邊坡處理、刮平坡面及封塞裂縫等方法（陳煌銘，1985）。明溝或截水溝對任何崩滑均很實用，特別在滑動範圍之外，圍繞滑動體四周的排水明溝，可截除高處流下的表面水。在滑動體上開設明溝需有較陡之縱坡，使易宣洩，或於溝底鋪設不透水材料，藉以阻止地面水滲入滑動體之內。

黃鎮臺等（1997）指出梨山地滑主要自然原因為降雨、地下水，因此主要的整治工法有地表排水、橫向集水管、集水井及排水

隧道等排水組合工程為主。詹連昌等（2002）指出梨山地滑區之排水工程包括地表排水、橫向集水管、集水井、排水廊道等設施，經過監測站監測地下水位平均下降約 10 公尺左右，確實提高了邊坡安全係數。然地滑地與崩塌地之排水工法有所差異。

早期僅把混凝土排水設施依功能分為截水、橫向排水溝、縱向排水溝、跌水、涵管、箱涵等。若依襯砌溝面分類排水溝，則有草溝、砌石溝、砌磚溝、混凝土溝、預鑄溝、土質溝等。由於傳統灌溉渠道（混凝土或內面工）施工方式均為現場澆築而成，施工緩慢並受天候影響趕工不易造成未能及時取得灌溉用水及施工過程中長期佔用道路阻礙交通，另一方面因工程品質不易控制而影響構造物之結構安全，預鑄混凝土製品於公共工程品質設施中，對於提高工程技術，施工品質有莫大貢獻。如用於灌溉排水路則又能提高耕地利用率，節省用地，縮短工期，開發土地資源等優點，因此在考量生態與輸水效率上均需加以考量。

陳意昌等（2001）指出目前台灣農地渠道工程設施，多以施設 U 型混凝土溝為主，而歐洲國家及日本，十多年前已不再或不全部施設混凝土溝，改採植草土溝或低水位行水部分保護工，高水位部分植草工法之複式草溝，節省經費並兼顧景觀生態。

傳統邊坡穩定工程-混凝土構造物，其表面平滑，生物很難附著存活，對環境保育衝擊甚大，故以自然生態工法創造優質環境，遂為當前重要課題。邊坡自然生態工法需因地制宜，依山坡地土砂災害發生類型及環境特性，採行最適當之對應治理機制。坡頂水以截導入天然坑溝為原則，若需導入樹林下出口端需有分流防刷蝕措施。在小型蝕溝及截水溝處理方面，包覆網材可隨溝型變化貼附溝底，並能藉包覆網材束制固定塊石於蝕

溝底部，達到防刷深與防側向侵蝕之水流消能目的（吳輝龍，2002）。

由於相關研究並未有源頭緊急處理排水工法相關文獻，僅有部分坡面排水之大原則方向。因此本研究期望能整合崩塌地源頭緊急排水工法以供各界參考，使崩塌地緊急處理排水整治工法更完備。

崩塌地源頭處理始於民國 89 年之『九二一災區土石災害緊急水土保持處理計畫』，其指出土石流防治應從源頭處理做起，並以生態工法及就地取材為主，雇用在地失業民眾，組成土石流整治雄師，同時延請學者及專業技師協助諮詢及技術指導，希望可使在地人安心、外地人旅遊放心、大地傷癒、美貌重現、產業振興。吳輝龍（2001）亦指出崩塌地源頭應配合施做截水、分水處理，將地表水引流至安全地點，防止流入裂縫或崩塌坡面；並在坡面上做適當橫向截導水工，將地表水引至植被良好地區，以防崩塌。

材料與方法

一、研究流程

本研究實地訪查各施工單位，因各地施工方法基於就地取材、因地制宜原則，各治理區所採用材料、方法亦有些微差異。經蒐集崩塌地源頭各排水工法之施工細節及注意事項，並以簡易示意圖輔助說明之，本研究流程圖如圖 1。

二、調查地點

本研究依據水土保持局提供的崩塌地源頭治理區地點資料，選取重建區及非重建區共 45 個地點，包括台北縣石碇、平溪、雙溪；苗栗縣泰安、三灣；台中縣和平、豐原、潭子、東勢、霧峰、新社；南投縣國姓、埔里；花蓮縣吉安、鳳林；台東縣成功、卑南等共計 17 個鄉鎮市、45 個崩塌地源頭治理區為調

查樣區，其中多數地點均包含多種施工方法，包括簡易擋土構造物、打樁編柵、播種工法、栽植工法及相關工法同時施工之個案，而排水工法幾乎為必要工法，故本研究遂探討排水工法在崩塌地源頭緊急處理工法內扮演的角色。

結果與討論

坡面排水工主要是利用排水路儘速地將地表水向區外之安全地點排除，或藉坡面外緣之排水設施防止逕流流入坡面內使坡面更為穩定，有關地表排水系統圖如圖 2。

崩塌地源頭處理工程範圍內常用之排水工法類型，各項排水分述如下，依其功能可分為坡頂截水、橫向排水、縱向排水、消能設施、集水設施等五類，並以使用材料細分如表 1。

各坡面排水設施經彙整分述如下：

一、坡頂截水

坡頂截水係沿崩塌坡面最上方等高坡面為了不使降至坡面上之雨水與湧水流入坡面而設置於坡緣上，其種類必須充分檢討坡面存在之地形、土砂流出量及土質等因素決定。坡頂截水一般在維持管理上較不容易，大多位於土砂堆積較難清掃之位置。但由於土砂若堆積則對坡面影響較大，故其斷面必須要預先設定較廣闊的範圍。另外，排水設施之出水口需要充分的考慮地形，應使其不會影響到坡面的安定。

土袋溝堆置（或加上不織布、透水織布等材料）橫跨於坡頂邊緣處，以攔截坡頂處蒐集之逕流水至兩旁縱向排水溝或其它安全地點者，其用意在於減少從坡頂流至坡面之逕流水及地下滲水水量及流速；崩塌地源頭大部分坡頂截水採用透水織布排水溝，故本文

表 1. 坡面排水工程類型一覽表

工法分類	依材料區分
坡頂截水	透水織布排水溝
橫向排水	1. 透水織布橫向排水溝
	2. 竹片（樁）橫向排水溝
	3. 橫向排水溝
縱向排水	透水織布縱向排水溝
消能設施 （跌水、階段等）	1. 砌塊石跌水
	2. 輪胎階段
集水設施 （集水井）	1. 竹片、樁集水井
	2. 砌石集水井

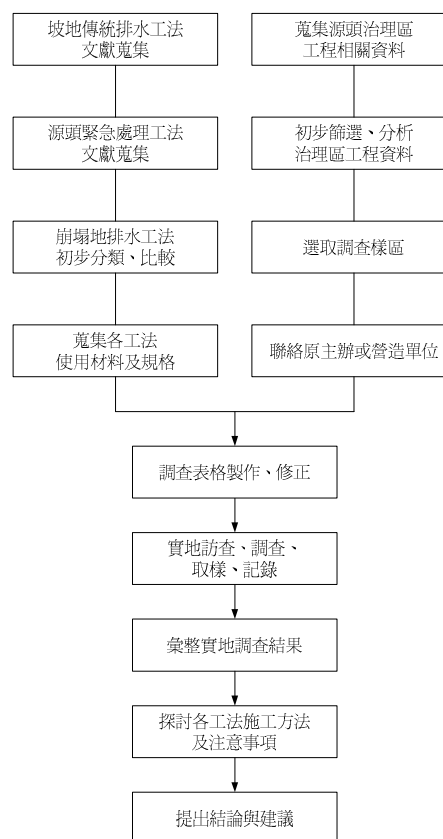


圖 1. 研究流程圖

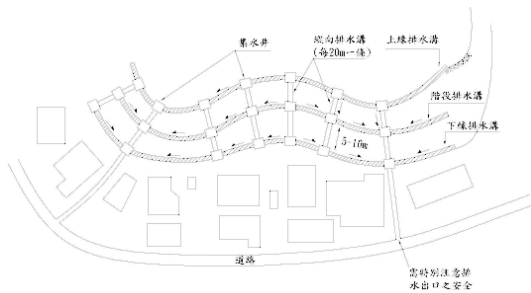


圖 2. 一般坡面地表排水系統示意圖
(仿日本全國治水防砂協會，2002)

以此為例詳細加以說明；其完工照片及簡易設計圖如下圖 3、4。

透水織布排水溝

1. 工法設計原則

- (1) 整坡時使坡頂階段坡度為 2%。
- (2) 坡頂整坡後，坡頂寬約 0.8~1 公尺即可，若坡度過陡可減少為 0.5~0.7 公尺。
- (3) 若當地逕流量甚大可先鋪上一層 PE 透水織布，減少滲流。
- (4) 坡緣堆砌客土袋(約 30 × 60 cm)，作為主要截水機制，採橫向(60cm 一邊)平行堆疊於坡緣，堆砌方法不定，可堆 2~3 層(依現地坡頂上方逕流量、坡度作調整)，原則上採用交互堆砌，其交互堆砌之重疊方向則以施工方便快速為原則。
- (5) 以 L 型鋼筋(總長約 60cm，前端彎曲處 7~10cm)或當地可取得之竹片樁固定客土袋，以打入後不突出土壤袋為原則；土壤袋靠坡緣處亦可加上一排打樁編柵以穩固土壤袋；土壤袋和木樁(竹樁、鋼筋樁)之間以鐵絲固定。

2. 工法注意事項

- (1) 挖溝整坡前應先整理截水溝基礎，剷除

樹木草皮及其他雜物等，填土方不得含有樹根、雜草及其他腐蝕物，且所剩原地土壤為後續其他排水工程之土袋內土壤來源，若遇當地土壤不夠，方採客土。

- (2) 填土方應充分壓實，填土面如有積水應設法排除，以保持適當乾燥，並不得在濕泥及積水土填土。
- (3) 填土部分應預留高度 10% 之沉陷率，以資安定。

橫向排水溝

在較為寬廣或較長崩場地坡面(坡長大於 20 公尺)或較陡坡面(角度)之坡面需每隔高度 5~10m 設置寬 1.0~2.0m 之一或數個橫向排水溝，用以加強截導坡面逕流之功能。此乃希望減緩於寬廣坡面之下部所增加流下坡面之表面水的流量，所以藉在平行等高線設置一或數排橫向排水溝，可以使表面水的流速降低，也可以防止表面水集中坡面下部。

橫向排水階段之橫斷坡度一般係以負坡度附著坡面，此時需確保水不會由溝面滲透至施工面，或即使水多少由溝面滲透亦不會對坡面的安定造成重大的影響。無法滿足如此條件時，需確認坡面不受流水侵蝕，實施坡面保護工。在崩場地源頭一般使用之橫向排水溝多為透水織布橫向排水溝，且在崩場地源頭坡趾處常用之排水溝則多了竹片(樁)橫向排水溝、砌塊石橫向排水溝兩種；其完工照片及簡易設計圖如下圖 5、6、7、8、9、10。

1. 透水織布橫向排水溝

(1) 工法設計原則

- a. 整地後之平台階段寬約 0.6~0.8 公尺。
- b. 於預先挖好之土溝面上先鋪上一層 PE 透水織布並突出坡緣約 30cm 用於固定在打樁編柵上，若現地逕流量過大可於

PE 透水織布下面鋪一層不織布，以減少滲漏。

- c. 坡緣以土壤袋堆砌，作為主要截水機制，採橫向(60cm 一側)平行堆疊於坡緣，以類似砌磚法堆疊 2~3 層(以現地逕流量、土壤袋數量決定)。
- d. 以 L 型鋼筋(總長約 60cm，前端彎曲處約 7~10cm)或當地可取得之竹片樁(長度約 60cm)固定客土袋，以打入後不突出土壤袋為原則。
- e. 於土壤袋外坡緣處加上一排打樁編柵，打樁編柵方法採一般打樁編柵工法，唯客土袋、PE 透水織布均需和木樁(或竹樁)以鐵絲固定。

(2)工法注意事項

- a. 挖溝整坡前應先整理截水溝基礎，剷除樹木草皮及其他雜物等，填土方不得含有樹根、雜草及其他腐蝕物。
- b. 周邊有天然溝或安定坡面可承受逕流者，可截水排除於該處。
- c. 周邊無天然溝或安定之坡面可承受者，截集之逕流可集中一處或數處，並由崩塌或裸露邊坡上所設置之縱向排水工程排除。
- d. 土壤袋內土壤以現地整地後所剩土壤為主，多出則作為土壤袋補強各點工程，少則以客土補充之。
- e. 為使橫向排水溝內之地表水、降雨及湧水引導至縱向排水溝儘速排除至坡面外，其接合處坡面坡度應能使水路容易流入縱向排水溝，在排水路之彎曲點等極緩坡或負坡度部分須注意不要使其滯留水。

2.竹片(樁)橫向排水溝(坡趾處)

(1)工法設計原則

- a. 一般由坡趾處向外整地寬約 1~2 公尺，視崩場地坡面大小而定；深約 20~40 公分，視坡面大小、坡面逕流量而定。整地時之坡度則以旁邊之保全對象(果園、農路、景觀步道等)之坡度為準。
- b. 底層可鋪上一層不織布或是一層 PE 透水織布，其兩端需留下 30~50 公分作為固定用。
- c. 在不織布或是 PE 透水織布上面鋪上竹(木)樁，竹(木)樁長度則約為 60~100 公分，視排水溝斷面寬度而定，原則上以能超過完工後斷面寬度與土壤袋重疊即可，方向則是與排水溝呈垂直方向。
- d. 靠近坡趾處用土壤袋以階梯狀成交丁堆疊 3~4 層，每一層向坡趾方向內堆疊約 5~10 公分成階梯狀，亦可依現場狀況增加一排土壤袋堆疊，再以竹樁或 L 型鋼筋(總長約 60cm，前端彎曲處 7~10cm)固定之，即作為基礎擋土機制外兼有截導排水功能。
- e. 在近保全對象一邊則以土壤袋垂直堆疊 2~3 層，再以竹樁或 L 型鋼筋固定之，作為排水溝溝體。

(2)工法注意事項

- a. 若於一崩場地源頭處理現地之坡趾處有果園、農路、景觀步道或相關非立即傷害之保全對象，或崩場地坡面本身穩定且植生情況良好時，可以此竹(木)樁橫向排水溝設置之，用來取代傳統工法之混凝土擋土牆及排水溝，或是目前普遍使用之箱型或蛇型石籠，達到施工簡便且又能兼顧一定程度的排水能力。
- b. 以截導由崩場地坡面上由縱向排水溝或是坡面上流下之逕流水且排放至周邊之天然溝渠或安全處，使不繼續向下沖蝕坡趾土壤致使土壤流失，造成更大

的土砂災害為原則。

3.砌塊石橫向排水溝(坡趾)

(1)工法設計原則及注意事項

- 一般由坡趾處向外整地寬約一公尺，深約 20~40 公分，視坡面大小、坡面逕流量而定。
- 底層可鋪上一層不織布或是一層 PE 透水織布，其兩端需留下 30~50 公分作為固定用。
- 靠近坡趾處用土壤袋以階梯狀成交叉堆疊 3~4 層，每一層向坡趾方向堆疊約 5~10 公分成階梯狀，亦可依現場狀況增加一排土壤袋堆疊，即作為基礎擋土機制外兼有截導排水功能。
- 在近保全對象一邊則以土壤袋垂直堆疊 2~3 層，再以竹樁或 L 型鋼筋固定之，作為排水溝溝體。
- 在兩邊土壤袋之間即不織布或是 PE 透

水織布上面鋪上石塊，石塊大小不一，但需鋪置平整，寬度則視排水溝斷面而定。

(2)工法注意事項

- 同上 2.竹(木)樁橫向排水溝，若於一崩塌地源頭處理現地之坡腳或坡趾有果園、農路、景觀步道或相關非立即傷害之保全對象，或崩塌地坡面本身穩定且植生情況良好時，可以此塊石橫向排水溝設置之，用來取代傳統工法之混凝土擋土牆及排水溝，或是目前普遍使用之箱型或蛇型石籠，達到施工簡便、就地取材且又能兼顧一定程度的排水能力。
- 以截導由崩塌地坡面上由縱向排水溝或是坡面上流下之逕流水且排放至周邊之天然溝渠或安全處，使不繼續向下沖蝕坡趾土壤致使土壤流失，造成更大的土砂災害為原則。



圖 3. 坡頂截水

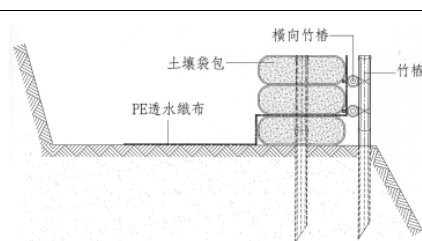


圖 4. 坡頂截水簡易設計圖

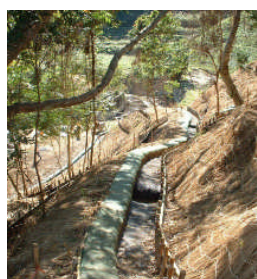


圖 5. 透水織布橫向排水溝

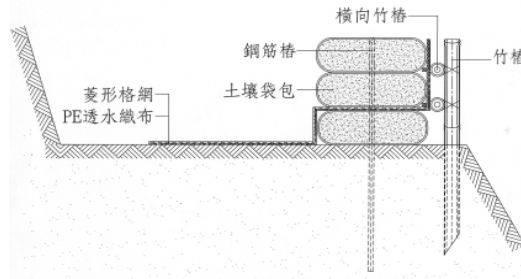
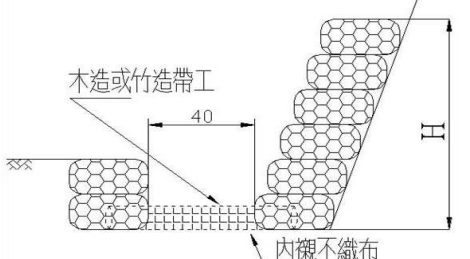
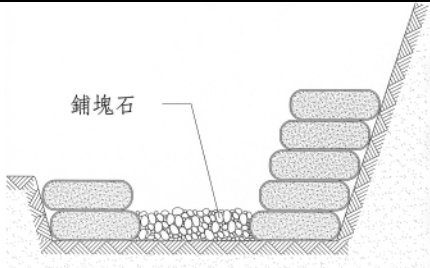


圖 6. 橫向排水溝簡易設計圖

	
圖 7. 竹片(樁)橫向排水溝(坡趾)	圖 8. 竹片(樁)橫向排水溝示意圖
	
圖 9. 塊石橫向排水溝(坡趾)	圖 10. 塊石橫向排水溝示意圖

縱向排水溝

縱向排水溝係沿著坡面方向，將坡頂或橫向排水溝所收集的逕流水快速排出坡面之排水工程，使逕流水不至造成更深層的坡面沖蝕，可將來自坡面排水路、階段排水路之流水儘速地排至坡面外，約以 20m 間隔設置。材料可以使用客土袋、不織布、透水織布、塑膠格網等簡易施工材料作為縱向排水路之材料；其完工照片及簡易設計圖如下圖 11、12。本文以透水織布縱向排水溝說明之。

1. 工法設計原則

- (1) 承受邊坡上方逕流之縱向排水，自邊坡上緣開始鋪設。只承受植生坡面本身之逕流者，自上緣下方適當距離，再行鋪設，通常此時上段 10~15 公尺左右應可不必設置。
- (2) 整地後之土溝寬約 2~3 公尺，深度約

30~50 公分，呈圓弧狀，視坡度、排水量而定。

- (3) 土溝兩側挖方，使土溝斷面呈梯形狀，挖方土壤用作土壤袋土壤來源，多餘則回填於坡面。
- (4) 在梯型土溝內面從最底層依序覆上不織布、PE 透水織布、菱形格網作為排水機制，使逕流水只有少許滲漏至土壤，此三層覆蓋物需突出梯型斷面兩側約 10~20 公分，以利與邊坡上之打樁編柵或橫向排水工程交相固定，另此三層覆蓋物表面則以鐵絲打入土溝內以牢固於土壤，務必使三層覆蓋物緊貼於土溝表面。
- (5) 於內呈梯型之土溝兩旁堆放土壤袋約 3~4 層，以階段式從坡趾往上堆砌，以 L 型鋼筋或竹片樁(約 60cm)垂直打入土壤袋以固定之，以不突出土壤袋表面為

原則。

- (6)若坡長甚長或坡度過於陡峭，則在排水溝上每 5~10 公尺加上一簡易擋土柵使坡頂沖下之沙土淤積，僅讓排水溝內之水通過；亦可在縱向排水溝到達一定長度且與橫向排水溝交會處會再設置一集水井，尤以現地水流速度超過限制流速，造成溢流的狀況，使消除能量而設置之。

2. 工法注意事項

- (1)縱向排水溝之位置選擇應先以現地之天然蝕溝為主，流路方向則以現地天然地勢高低為主。
- (2)因應豪雨等土砂多量流入縱向排水路，或因草木等阻塞排水路時，應依現地的狀況預先作成較大的排水斷面。
- (3)流路儘可能設計為直線，不得已作成曲線時應增高外曲側之側壁。另外，水路坡度也需避免極端彎曲，應使其漸漸地移轉至緩坡度。
- (4)縱向排水路遇到與其他水路匯流處及坡度變化突兀之處時，在流動方向急遽變化之地段由於有水躍之虞慮，故需設置集水井及跌水。消能設施（跌水、階段等）

若因地形因素致使縱向排水溝與其坡下另一段縱向排水溝仍有一段較大的垂直高差（兩公尺以上），則需設置一跌水（或階段）設施，以減低或抵銷因流水從高處垂直落下產生之動能，以減少對渠底之侵蝕並約束流心。消能設施在坡度較緩（即在坡面上非垂直落差）處可用輪胎、土壤袋等堆疊成階段狀；在坡度較陡（水流垂直落下）處則可用砌磚或混凝土造或漿砌塊石、乾砌塊石等材料組成一消能機制。通常配合箱型石籠及混凝土、漿砌塊石、砌磚、乾砌塊石、編柵、輪胎等工法，原則上以不使下方縱向排水溝

之流速過於快速為主要目的，且必須使跌水（或階段）產生處有一個較為穩固、不易沖刷的基盤；其完工照片如下圖 13、14。本文以砌塊石跌水為例說明之。

1. 工法設計原則

- (1)消能機制在坡度較陡（水流垂直落下）處則可用漿砌塊石、乾砌塊石（底鋪不織布防止大流量滲流）成一平台始有足夠行程供水流消能空間。
- (2)此一消能機制四周需有穩固的結構保護，例如箱型石籠、乾砌塊石、土壤袋等。

2. 工法注意事項

- (1)以設計一消能機制減低或抵銷高低落差所造成對下方排水溝之沖刷力量同時降低逕流流速為原則。
- (2)此一消能設施下游端亦可配合設置集水井加強消能作用。
- (3)混凝土砌塊石施工時，應將石塊洗滌潤濕，並於完工後經常灑水以保持濕潤，防止龜裂。在流量較少需要考慮美觀之地方，使用鋪玉石方式效果亦佳。

集水設施(集水井)

在一處理面積較大之崩場地源頭坡面，其邊坡所需承受之逕流量亦較大，所以必須設置較大規模之排水設施(包括坡頂截水、縱橫向排水溝等主要排水機制)，尤其在因天然地形因素選擇排水溝流路方向而導致縱橫向排水流路最後匯集至同一點之狀況下，或在流動方向或坡度急遽變化之地段，為預防發生機率較小之大量逕流由排水溝快速流下，可輔以在排水溝上設計一或數個集水井作為小型之消能設施以減少逕流量、降低流速及對下方排水設施的損害；集水井大致可分為兩種：木(竹)樁集水井、砌塊石集水井；其完工照片及簡易設計圖如下圖 15、16。

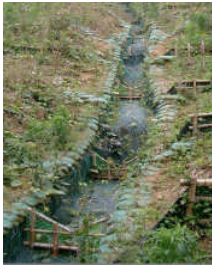


圖 11. 透水織布縱向排水溝

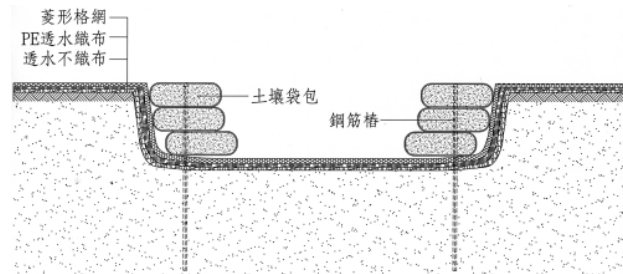


圖 12. 縱向排水溝示意圖



圖 13. 砌塊石跌水

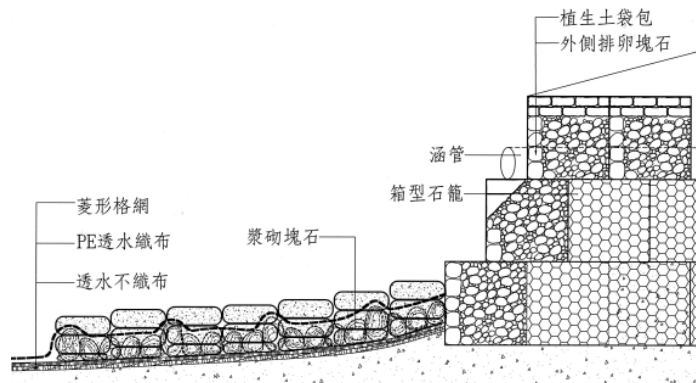


圖 14. 砌塊石跌水示意圖

1. 木(竹)樁集水井

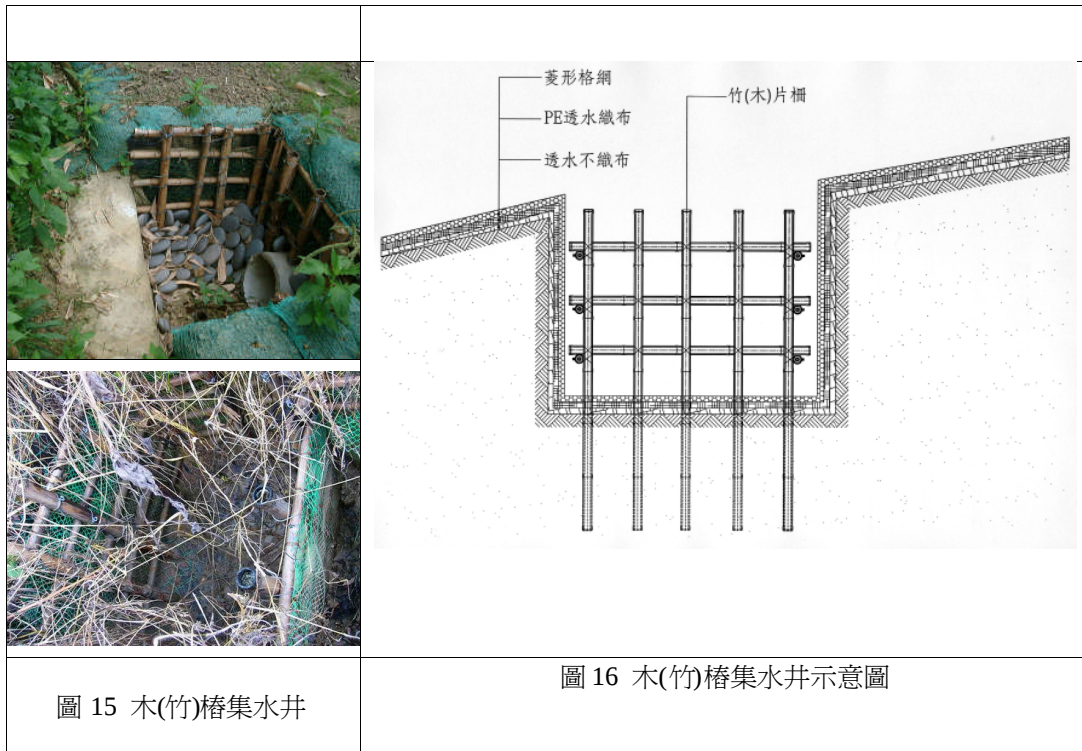
(1) 工法設計原則

- 集水井其長跟寬約為 0.8~1.2 公尺即可，若地勢均許，可以增加至 1.5 公尺；其深度約 60~80 公分即可。
- 集水井內面仿縱向排水溝面，由下而上

鋪上不織布、PE 透水織布、菱形格網以減少逕流水滲流，四周再用竹(木)樁以類似打樁編柵的方式圍繞集水井四周，並以鐵絲固定之。

(2) 工法注意事項

- 需於整地時規劃是否需要設置集水



井，需依現地逕流量、坡度、排水溝方向而定，若需要設置時，需在整地時同時挖出集水井所需空間。

- b. 集水井底面可鋪上透水性材料例如卵石或是以木(竹)樁縱橫交錯固定成之一井字型網。

2. 砌塊石集水井（如圖 17）

(1) 工法設計原則及注意事項

- a. 集水井因坡度關係其長跟寬約 0.8~1.2 公尺即可，若地勢勻許，可以增加至 1.5 公尺；其深度約 60~80 公分即可。
- b. 集水井之面側，可仿縱向排水溝面，由下而上鋪上不織布、PE 透水織布、菱形格網以減少逕流水滲流，再以切割成長

方體之石塊堆砌於四周，石塊之大小不需統一，但必須為方正之長方體，以利堆砌時留下之縫隙為最小，使蒐集到之逕流水不會快速滲流至坡體。

(2) 工法注意事項

- a. 因為塊石重量較重，故需要一較穩定的地基，因此若沒有一較穩定之地基，則容易有不安定之潛在風險，故建議在坡面上以木（竹片）樁集水井為主，在坡面下方或較安定處方可採用塊石集水井。
- b. 需於整地時規劃是否需要設置集水井，端視現地逕流量、坡度、排水溝方向而定，若考慮後需要設置，則在整地時同時挖出集水井所需空間。



圖 17 砌塊石集水井

結論與建議

1. 本研究之源頭排水工法實因施工時間、環境、地方人文等差異而有所不同，而採因地制宜施工為原則。本研究主要彙整施工原則以供施工參考，若因各地環境等因素礙難實行，應以當地狀況為主。
2. 本研究之排水工法其材料多以就地取材為主，較能與當地環境結合，且較能融入當地天然環境，符合生態工法基本原則，且進一步把生態工法的觀念帶進災區當地居民，實乃一舉兩得，值得肯定。
3. 源頭排水工法之施工單位多為在地人施工團隊，且此種簡易處理工法並無標準工程程序可供參考，故施工時對於品質應嚴格把關、監督，並詳細規範、管理，始能提高施工品質。
4. 簡易排水工法最終目的為坡面植生復育，在坡地植生未復育完成前若有損壞，應當施以適當維修工程，故建議相關單位在施工後兩到三年內編列相關經費供後續維護。
5. 簡易處理工法同時具有經濟、社會、防災上的多重功效，建議可繼續研究簡易

處理相關工法，供未來崩場地源頭治理使用。

6. 建議未來可進行簡易排水工法之水理計算及材料應力分析，以對此類工法更進一步掌握及採用之。

謝誌

本研究承蒙行政院農業委員會水土保持局 94 年度「崩場地源頭處理技術之研究」計畫之經費補助，特此誌謝。

參考文獻

1. 行政院農業委員會（2001），土石流及崩場地整體治理工作手冊
2. 行政院農業委員會（2004），土石流及崩場地源頭水土保持處理工作手冊。
3. 吳輝龍、鄒宗儒、張承愈（2002），邊坡穩定工法與自然保育，地工技術，第九十四期，第 61～72 頁。
4. 吳輝龍、鄭皆達（2001），『從源頭整治復育破碎的大地』，台灣水土保持，第三十六期，第 3～14 頁。
5. 黃宏斌（1990），排水路斷面之初步設計探討，台灣水利，第三十八卷，第二期，

- 第 56～63 頁。
6. 黃鎮臺、王文能（1997），離山地滑工程地質調查及整治規劃案例探討，地工技術，第六十四期，第 33～50 頁。
 7. 張國書（1988），山坡地排水工程之研究（上），現代營建，第九卷，第四期，第 64～69 頁。
 8. 詹連昌、陳毅輝（2002），梨山地滑區排水工程成效之探討，地工技術，第九十四期，第 19～28 頁。
 9. 陳意昌、張俊斌、林信輝、孫明德（2001），不同材質灌溉排水渠道之研究，水土保持學報，第三十三卷，第二期，第 67～80 頁。
 10. 陳煌銘（1985），排水與坡地穩定，地工技術，第十二期，第 35～52 頁。
 11. 陳信雄（1984），台灣山坡地排水設計上最大逕流量推算式之商榷，現代營建，第五卷，第十期，第 84～86 頁。

95 年 10 月 03 日 收稿

95 年 11 月 18 日 修改

95 年 11 月 28 日 接受

水土保持學報 38(4) : 329-342 (2006)

Journal of Soil and Water Conservation, 38(4) : 329-342 (2006)