

行政院農業委員會
水土保持局
與您一起打拼

行政院農業委員會水土保持局圖書室



R000003739



行政院農業委員會水土保持局
南投市中興新村光華路6號
<http://www.swcb.gov.tw>

崩塌裸露地植生工法參考手冊

行政院農業委員會水土保持局



崩塌裸露地植生工法參考手冊



行政院農業委員會水土保持局 編印
國立中興大學水土保持學系

中華民國九十一年十二月

崩塌裸露地植生工法參考手冊

目 錄	頁碼
第一章 總論	1-1
1-1 崩塌地定義與類型	1-1
1-2 崩塌地植生復育對策	1-2
1-3 崩塌地治理之基本原則	1-5
第二章 崩塌地植生環境調查	2-1
2-1 崩塌地環境特徵調查	2-1
2-2 崩塌地植生調查	2-4
第三章 崩塌地植生工程規劃	3-1
3-1 確立復育目標	3-1
3-2 項目與步驟	3-3
3-3 工程選擇方法	3-7
3-4 植物導入方法	3-8
第四章 崩塌地植生工法	4-1
4-1 基礎工程	4-2
4-2 植生工法	4-21
第五章 維護及管理	5-1
5-1 灑水	5-1
5-2 追肥	5-1
5-3 補植	5-2
5-4 其他相關管理作業	5-2
附錄一 參考工率分析	附一-1
附錄二 崩塌裸露地照片實錄	附二-1

表 目 錄

表次	表名稱與內容	頁次
表 2-1	邊坡調查分析項目	2-1
表 2-2	崩塌地環境特徵之調查項目	2-2
表 2-3	崩塌地調查表格	2-3
表 3-1	四種植生綠化基本類型之比較	3-2
表 3-2	不同地質條件之適用植生工法(含配合安定工程之處理)	3-4
表 3-3	不同土壤硬度植物生長情形及其所需之配合處理方法	3-5
表 3-4	不同坡度時植生所需之配合工程處理(崩塌地應用修訂)	3-6
表 4-1	崩塌地植生工程分類表	4-1

圖 目 錄

圖次	圖名稱與內容	頁次
圖 3-1	崩塌裸露地環境因子考量之選擇圖	3-3
圖 3-2	台灣各地區植生工程適宜季節	3-6
圖 3-3	崩塌地植生工程選擇方法	3-7
圖 3-4	崩塌地立地條件與植生導入順序圖	3-8
圖 3-5	崩塌地之植生導入方法	3-11
圖 4-1	乾砌石擋土牆示意圖	4-4
圖 4-2	漿砌石擋土牆示意圖	4-6
圖 4-3	各式混凝土擋土牆示意圖	4-8
圖 4-4	鍍鋅鐵絲網箱籠示意圖	4-9
圖 4-5	防落石柵示意圖	4-10
圖 4-6	坡面整理(風搖木處理)示意圖	4-11
圖 4-7	各類打木樁編柵示意圖	4-14
圖 4-8	打鋼筋樁編柵示意圖	4-15
圖 4-9	型框工法示意圖	4-17
圖 4-10	各式坡面排水溝示意圖	4-19
圖 4-11	各式排水溝斷面示意圖	4-20
圖 4-12	人工撒播示意圖	4-22
圖 4-13	種子噴植(薄層噴植)示意圖	4-23
圖 4-14	鋪網客土噴植法示意圖	4-25
圖 4-15	肥束帶(或類似產品)施工示意圖	4-26
圖 4-16	苗木栽植施工示意圖	4-29
圖 4-17	袋苗穴植施工示意圖	4-30

第一章 總論

台灣因受豪雨、地震等自然力作用，山坡地崩塌情況嚴重，其中大部分坡面土石鬆動，植被遭受嚴重破壞，且崩塌堆積土石可能引發土石流，危及下游居民生命財產安全。為避免災害發生，應加強水土保持處理及防災工作，加速山坡地植被之重建與復育，以達沖蝕防治、減少土砂災害以及水資源涵養之目的。

行政院農業委員會水土保持局利用不同植生工法，包括人工撒播、團粒化劑噴植、種子噴植、鋪網噴植、打樁編柵等，實際應用於地震災後各崩塌地之整治前後已近三年，各項植生工法(包含基礎與源頭治理工作)之成效與經驗累積，植物之入侵情形及對崩塌地之安定性之探討資料，足勘供為未來崩塌地整治之參考，遂有崩塌裸露地植生工程參考手冊之產生。

本手冊首先就崩塌地之定義與類型，植生復育對策與基本原則、植生環境調查等，介紹崩塌地之基本特性與治理觀念；其次於崩塌地之植生工程規劃章節，說明復育目標、項目、步驟及方法，針對崩塌地之植生工程作完善規劃。另有關植生基礎工程與植生工法之圖說資料，配合維護、管理等亦有詳細之解說與補充說明，希望能將崩塌地之適用植生工法以及其規劃方法，統整合理，供為參考。

1-1 崩塌地定義與類型

崩塌地係指邊坡土石之崩落或滑動現象，主要分為陷落、山崩及地滑。崩塌地處理係以防止和控制崩塌之發生，減輕或消除其造成之災害，維繫水土資源之有效與永續利用為目的。

崩塌地可分成五大類型—(1)山崩型：崩塌塊體在移動過

程中，其塊體破壞程度大，呈分崩離析狀態。(2) 地滑型：在移動過程中，其塊體破壞性不大，並大致保持其原來塊體組成狀態。(3) 潛移型：滑動塊體移動速度極為緩慢，而且滑動面不明顯。(4) 土石流：土石流則屬於泥、砂、巨石等固態物質與水混合後，受到重力作用而產生之流動現象。(5) 沖蝕型：沖蝕型主要作用在蝕溝刷深與河溪兩岸之崩塌作用交互進行。

豪雨造成之崩塌地，表土沖蝕劇烈，土壤流失致使植被難以生長，通常其崩塌面最大坡度約為 60° ，植生工程能施作之坡度限制，亦約略接近此一最大限度，因坡度較緩，逕流排水易於集中控制，且崩塌地條件通常較佳，故整體植生復育規劃與治理工作較易進行。而地震造成之崩塌地，除少部分地區之大面積滑動外，大多屬淺層崩塌、崖落(崖錐)或表層土石崩落，因受地震力撼動而使坡面土石鬆動，崩塌坡度常超過 60° 之情形，另地震造成張力裂縫常導致後續之坡面，安定性較低，故植生規劃及整治工作較為困難，但對於週邊植物群落影響較小，如無對下游民眾生命財產造成影響，可極相理論及自然演替復舊之推測，任其自然復育；如下游有保全對象，則可應依崩塌地之屬性及條件，以人為輔助植物導入，加速其植被復育。

1-2 崩塌地治理之基本原則

崩塌地治理應以集水區之概念，分區段進行整治，由上而下，分為四區，第A到C區為崩塌地治理部分，概述如下：

A.坡頂源頭處理

- 1.稜線地帶勘尋及填補裂縫。
- 2.做截導水處理，將地表水引流至安全地點，排往山下，以防流入裂縫或崩



塌坡面。

- 3.崩塌地邊緣之高莖危木應截短。
- 4.無法挽留(留住)之土石，將之清除。

B.崩塌裸坡面處理

- 1.整修崩塌坡面，去除危石。
- 2.視坡度陡緩，做適當之編柵及橫向截導水設施，將地表水引至植被良好地區。
- 3.在坡面外圍做適當之截水工，以防坡外地表水流入崩塌地。
- 4.填平蝕溝、做護底、護岸或築小型節制壩，控制蝕溝。
- 5.導入植被以穩定坡面。

C.坡腳及堆積區處理

- 1.堆積地坡面打樁編柵。
- 2.截留土砂。
- 3.堆積地基腳穩定工。
- 4.施作植栽工以穩定坡面。

崩塌地治理時，如坡面尚有殘存植物生長之地區，較無產生災害之虞慮，可採行簡易之植生處理，以種子撒播及適當追肥養護處理，待當地植物之自然入侵。道路可達之地區可依各區環境特性分別進行相關基礎工程及就不同植生綠化對策及目標，進行打樁(木樁或鋼筋樁)編柵、速生植物袋苗穴植，人工撒播或噴植植生等處理。對無道路可達、地點零散或面積龐大及人員施作有危險性之區域，可採用航空植生施作以達到爭取時效、快速植生覆蓋效果。整體而言，台灣地區崩塌地治理之基本原則如下：

- 1.一般而言，地震崩塌地之坡面穩定性通常較差，必須藉助綠化基

礎工加強，而綠化基礎工必須於植生工之前先行施作，然因設計規劃單位權責有所區隔，或者因為治理目標不同而將此二部分分開發包施作，則極容易發生施工工期之無法配合，或者因為基礎工程施工較晚，致使坡面穩定性不佳，植生受降雨侵蝕而破壞之現象，實不得不注意。因此，在擬定植生治理計畫時，必須有健全之溝通機制，以及事前之工期規劃，方能使植生工程事半功倍。

2. 崩塌地危木伐除之問題，意見相當分歧，坡面(緣)樹木之保留與否，取決於設計者之專業判斷，一般來說，崩塌地之安全考慮及景觀美質之要求，較一般道路坡面為低，存留於坡面上之樹木(植物)應盡量保留，除非樹木根系露出或受風搖之情況嚴重，有傾斜或倒伏之虞，對坡面危害嚴重時，則方予以砍伐或截短處理。
3. 鋪網客土噴植所鋪設之網層應與坡面緊貼，並延伸超出坡頂固定，部分急陡坡崩塌地施作時，因網層受重力而拉撐，且固定栓無法有效將網層固定於地表，而造成部份網層懸空之情形。為改善此一問題，可將固定栓所使用之圓面鋼筋改以竹節鋼筋取代，並於固定栓打入坡面後，以鐵絲將固定栓與網層緊縛在一起，並增加固定栓使用之數量與密度，即可解決。
4. 過去因豪雨造成之崩塌地，坡度最大約為 60° ，而植生工程能施作之坡度限制，亦約略接近此一最大限度。然而，此次地震所造成之崩塌地裸露坡面，大多屬於淺層之崩塌或表土之崩落，故坡度常超過 60° ，有鑑於此種特殊之崩塌情況，近年來國內已引進數種新式之植生技術與工法，包括航空植生及土壤團粒化劑噴植等，如更進一步進行試驗研究，應可運用於急陡之崩塌地植生，藉以謀求解決地震崩塌地之植生綠化問題。
5. 地震崩塌地之地形陡急、環境條件惡劣，部分植生工法施作時，受到坡度或土壤條件之限制，依現行之施工技術可稍加調整施工

之門檻限制，惟如此一來，植生成果難免打折扣，因此，在崩塌地植生之驗收標準方面，可酌量降低標準或改以總量驗收等方式，以適切符合現場情況。另外，崩塌地施工高度危險性，故人員均需經過事前之訓練，現場施作時，監造人員除要求施工品質外，亦須注意施工安全，才可達到兼顧施工品質及安全之目的。

6. 地震崩塌地之土壤性質差異甚大，如為破碎岩層坡面，其土壤含量已甚少，如僅僅採用鋪網噴植或打樁編柵等單一工法來治理，容易造成木本植物根系難以深入土壤，因而無法生育長大，因此，如於條件較佳之崩塌坡面，可增列苗木之栽植作業，配合排水工程進行，達到長期造林之目的。
7. 植生工程為植物導入之工程，故受到季節影響甚鉅，在設計時除應參酌崩塌邊坡之立地環境，選擇適當之植生綠化工法，植物採用原生種或外來已馴化之植生種類外；另一需考量之重要因素應為施工季節，崩塌地植生工程之成敗，乃是藉由快速建立裸露邊坡之植被覆蓋，收減少地表沖蝕之效，但是如果施工季節不適宜，則難免災害會再次發生，因此，在設計工法與工期時，配合季節施作，可達成快速全面綠化之植生工法，使植生保護之效果有效地發揮。

1-3 崩塌地植生復育對策

崩塌地植生復育之設計，因其設計目的為快速綠化植生，且適用區域多為條件惡劣之裸露地，應以防災保全及減少土壤沖蝕為優先考量，著重於水土保持目的之設計，方能防危減災。

另外，為避免人為影響對環境造成過度衝擊，水土保持植生

工程設計時，需考慮各項工法之適用性及其與自然調和能力，並且在選用適用植物材料時，應選擇原生種或外來馴化種之草本、木本植物，配合最適工期施工，減少植物生長受到氣候及環境之影響，使植生效果發揮至最大，達植生綠化目的。

針對崩塌地區的植生復育之對策如下：

1. 不會對生命、財產造成損害之崩塌地，可借由大自然之自然演替，重新建立穩定之植物社會。
2. 雖崩塌地面積過大，自然植生困難者，可以簡易之播種方法，輔助其植被復育。
3. 對人民生命、財產造成威脅之崩塌裸露地，而必須立即進行實施者邊坡穩定者，其植生復育工作，可採行以下方案：

(1) 植生的目的在於對土壤表層的沖刷，以能播種快速覆蓋裸露地表之植被為宜，如水土保持草種類等。為避免對生態系造成影響，木本植物之導入必須是當地的原生種；而由於各崩塌地之微環境與造林地有極大之差異，原則上應選擇陽性樹種為宜。

(2) 地震後造成之大面積崩塌地區，由於表土被剝除而裸露新土，或由於沖蝕現象持續進行及土壤養分流失，植生以人為輔助植栽或種子導入之作業是必須的。

(3) 草本植物在初期的枝莖生長快速，但根系發展的深度則遠不如木本植物，因此為達最佳的效果，可採草本植物與木本植物混合撒播。

(4) 為避免對土層的多次擾動、減少復育經費，並建立植物完整之根系，應盡量採種子直播。

(5) 為保持坡面之穩定，需配合擋土構造物，或配合打樁編柵等植生基礎工增加土壤安定強度，防止崩塌。

第二章 崩塌地植生環境調查

崩塌地植生環境調查之目的在於瞭解崩塌地之現況，調查內容包括崩塌地之類型、土壤地質特性、植被生長狀況、坡度坡向及氣象水文等，可藉此探討崩塌發生之機制，並提供作為崩塌地治理之依據。另外，於崩塌地進行潛在植被調查與植生調查，可瞭解崩塌地周邊之自然入侵植物種類，以及施工前後植生復育成效評估。

2-1 崩塌地環境特徵調查

崩塌地進行植生工程規劃前，需進行施工地點之環境特徵調查，作為規劃評估之依據，定性方面，一般邊坡調查分析項目如表 2-1 所示。

表2-1、邊坡調查分析項目

項目	調查重點
邊坡上方	地形變化、裂縫之有無，集水區表面水之流路
周邊地形	地形、地質之異同及裸露地規模
林層、樹種	草或灌、喬木何種較多，先驅植物或極相植物種類
邊坡型態	正面係凸形或凹形，坡度、坡長
地層、地質	凹部土層係崖錐或堆積土，是否為順向坡
湧水地區	晴天與雨後之湧水量、顏色及是否含土砂
顏色、變色	變色地區之形狀及範圍
其 他	附近施工案例資料收集

針對崩塌地需植生綠化之整治地點，其現場調查規劃的項目多以影響植生穩定之因子為主，可依據現場崩塌情形、崩塌誘因、地表植被生長狀況及土壤質地等，建立崩塌地環境特徵之屬性資料，提供相關環境因子分析與探討之依據。故於現場進行崩塌地環境特徵調查工作時，主要調查項目如下：

表 2-2、崩塌地環境特徵之調查項目

項 目	調 查 方 法
區位與坡型	坡頂、坡面(凹、凸坡)、堆積區。
地質條件	依據地質分類標準劃分崩塌地地質類型。
GPS 定位	以 GPS 儀於每樣區坡頂進行定位。
土壤	現地採樣(土壤 core 裝填)，帶回室內分析。
坡度	採用坡度坡向計量測崩塌地平均坡度。
坡向	以坡面面向之垂直方向訂為崩塌地之坡向。
海拔高	採用海拔計直接記錄海拔高。
氣象	以年降雨量為主(依中央氣象局資料)。
水文	記錄周邊排水渠道、有無人工渠道等。
植被覆蓋	詳見崩塌地植生調查之章節。
其他	人為干擾或天災破壞。
註：區位與坡型、地質條件、土壤、水文等四項僅能以定性描述，無法進行量化分析。	

在崩塌地環境特性中，土壤為最直接影響到植生之條件，故進行崩塌地土壤調查，確有其必要性。其項目應包括含石量、酸鹼度、電導度、有效性磷、土壤質地、pH 值、土壤粒徑、交換性離子含量、有機質含量、土壤肥力及土壤分佈地區概述等。將可研判崩塌地整治前之基本地力條件，以決定是否應予以適當之土壤改良。

現地調查時，為配合建立崩塌地記錄項目及資料庫建檔所需，設計崩塌地專屬之勘查表格，提供勘查人員及資料建置人員使用。可於勘查工作完成後，彙整資料建立於資料庫中，崩塌地調查表格如表 2-3 所示。

表 2-3、崩塌地調查表格

地點名稱	縣(市)	鄉(鎮市)	村(里)	第 號崩塌地
參考 X 座標：		參考 Y 座標：		
位置描述：				
土地利用狀況：				☐ 非崩塌地
崩塌面積：		堆積面積：		
坡面長： 公尺		坡面寬： 公尺		
坡度：		坡向：		
地質特性：		土壤特性：		
植被現況 ☐ 森林 ☐ 果園 ☐ 草地 ☐ 竹林 ☐ 檳榔 ☐ 裸露		崩塌地類型：		
崩塌地立地評估 ☐ 很不安定,會有二次災害 ☐ 不安定,有持續落石 ☐ 稍不安定,短期現況維持 ☐ 漸次自然綠化		土地權屬：		
		使用分區：		
影響對象(保全對象)				
☐ 村落 _____ 公尺		☐ 公共道路 _____ 公尺		
☐ 住戶 _____ 戶 _____ 公尺		☐ 農作物 _____ ☐ 其他 _____		
植生方法之選擇				
☐ 外緣危木處理 _____		☐ 鋪網噴植 _____		
☐ 機械整坡及危石處理 _____		☐ 團粒化劑噴植 _____		
☐ 人工危石處理 _____		☐ 鋪肥束網帶配合噴植 _____		
☐ 噴水泥漿 _____		☐ 打木樁編柵(植生樁) _____		
☐ 坡頂排水 _____		☐ 打鋼筋格網鋪網噴植 _____		
☐ 坡腳擋土牆 _____		☐ 坡腳植栽(苗木栽植) _____		
☐ H 型鋼軌防落石柵 _____		☐ 袋苗穴植(含撒播) _____		
☐ 坡面排水 _____		☐ 草苗扦插 _____		
☐ 人工撒播(含種肥) _____		☐ 其他 _____		
☐ 直接噴植(薄層噴植) _____		(追肥、補植等)		
地方要求或意見				
聯絡人		備註		
電話				

調查日期 年 月 日

調查員

2-2 崩塌地植生調查

一、潛在植被調查

崩塌地之潛在植被，如野桐、血桐、白匏子、構樹、羅氏鹽膚木、蟲屎、臺灣二葉松等陽性植物，自然入侵情形相當旺盛，這些樹種亦為主要入侵的先驅植物種類；而在較少人為干擾之地區，樹種組成亦較複雜，以桑科的植物，尤其是榕屬的種類，及樟科的植物，如大葉楠、香楠、南投黃肉楠、小梗木薑子等，佔有相當重要的地位，少部份珍貴的種類如臺灣檫、黃連木等亦參雜其間。在一些裸露、削壁地區，臺灣二葉松則佔有極大之優勢。

潛在植被調查以崩塌地周邊原生植群組成之調查為主，針對崩塌地適生植物種類、周邊優勢植物、植物演替推測及入侵樹種之評估等了解，但因各崩塌地環境條件差異性大，原生植物種類便略有不同，同時因崩塌地受限於土壤有效水分較低，在植被結構上較單純，沒有很多的層次分化。可藉由對照比較當地植生調查，了解自然入侵植物之生育情形。

二、植生調查

植生調查應包括目前土地利用與開發之情形、周邊土地之裸地、草地、灌木、喬木（竹林、混交林、針葉樹林）等面積大小或比率，擬施工地區植物之種類、數量、個體大小、以及植物在邊坡穩定上之正面、負面價值之評價等。並且，於施工前後，進行植被復育持續之追蹤調查，不但可長期監測崩塌地植被復育情況，更可以此調查資料，作為未來崩塌地生態資源經營管理或植生治理規劃之參考。

針對崩塌地植被調查主要量化計算方法，採用重要值指數

作為評量依據，代表坡面植物之生育情形，在重要值之計算上，採用頻度與覆蓋度之和為實際計算方式，計算式如下：

$$\text{相對密度 (R.D.)} = \frac{\text{某植物之株數}}{\text{全部植物之株數}} * 100\%$$

$$\text{相對頻度 (R.F.)} = \frac{\text{某植物之頻度}}{\text{樣區中全部植物之頻度}} * 100\%$$

$$\text{相對覆蓋度 (R.C.)} = \frac{\text{某植物覆蓋度之和}}{\text{全部植物覆蓋度之和}} * 100\%$$

$$\text{重要值指數} = \text{相對密度} + \text{相對頻度} + \text{相對覆蓋度}$$

$$\text{IVI} = \text{R.D.} + \text{R.F.} + \text{R.C.}$$

三、衛星影像之應用

利用衛星影像計算常態化差異植生指數 (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) 可定量計算衛星影像綠度之變化，NDVI 值愈大顯示地表植生生育愈旺盛植被覆蓋佳。NDVI 係採用綠色植物在近紅外光有強烈反射，而植物光合作用對紅光有強烈吸收之原理，NDVI 之定義如下：

$$\text{NDVI} = (\text{IR} - \text{R}) / (\text{IR} + \text{R})$$

式中：IR 與 R 分別為近紅外光及紅光之輻射值。

將試區 NDVI 值以線性反向配置標準化後，可得試區植生覆蓋因子(C)之空間分佈，C 值介於 0~1，崩塌地植生復育率 Rec (%) 可以下列算式評估：

$$\text{Rec}(\%) = (\text{C}_1 - \text{C}_2) / (\text{C}_1 - \text{C}_0) * 100\%$$

式中：C₂ 為評估期衛星影像之 C 值

C₁ 係崩塌後衛星影像之 C 值

C₀ 為崩塌前衛星影像之 C 值

第三章 崩塌地植生工程規劃

崩塌地植生工程規劃主要目的在於確立目標、訂立規劃方向、項目及步驟，並且依據治理原則與對策，完整統籌各項治理工作，規劃流程及工程選擇方法等，詳述如后。

3-1 確立復育目標

植生工程規畫設計前，需先確立植生之目標。依其基本設計類型可概分為下列四種：

(1) 水土保持型

為水土資源保育、減低沖蝕、防止災害等之目的，如與水土保持工程配合則成效更佳，使用植物為適應立地特性之固土護坡植物。在人為開發、植被破壞地區或自然災害之岩石裸露地區之快速植生覆蓋方法。

(2) 綠地造園型

為了配合人工構造物，創造生活環境，使用植物不加以限制，綠化確實但經費高。

(3) 自然演替型

恢復原來的植生，適用於人跡未到之原始地區，使用植物以鄉土植物為原則或不加以人為干擾，使其自然植生演替而達到極相群落。本法較不實際且困難多，但適用於一般原始森林或國家公園。

(4) 配合造林型

主要為林業經理，在短期內恢復與自然狀態相似之植物群落。使用實生苗木，綠化確實而價廉。

崩塌地植生綠化規劃設計之目的為快速綠化植生，且其適用區域多為條件惡劣之裸露地，應以防災及減少土壤沖蝕為優先考

量，著重於水土保持設計，方能防危減災。

另外，為避免人為影響對環境造成過度衝擊，水土保持植生工程設計時，需考慮各項工法之適用性及其與自然調和能力，並且在選用適用植物材料時，應選擇原生種或外來馴化種之草本、木本植物，配合最適工期施工，減少植物生長受到氣候及環境之影響，使植生效果發揮至最大，達植生綠化目的。

表 3-1、四種植生綠化基本類型之比較

	水土保持	綠地造園	自然演替	配合造林
各型間差異	水土保持快速植生覆蓋 植物 播種、苗植、速生 行為部分限制 早期單純化 人工美(近自然) 少量調節	造園用植物 苗植、成木移植 限制為害生物 行為引導 植物集團化 人工美 植物競爭抑制	極相森林 植物天然生長 各生物共存 行為不限制 長期森林化 自然美 植物天然競爭	森林植物 苗木栽植 限制為害生物(控制) 行為部分限制 短期森林化 自然人工美 植物競爭受調節
適用地點	崩塌裸露地 災害地 特殊地(宜保育地)	公園 庭園 一般綠地 道路坡面	自然公園 原始森林 高寒地域 保育地區	林班崩塌地 海岸林 防災林 緩衝林帶
栽植方式	播種、苗植或移植等人 為撫育 栽植方法多樣化	綠美化植物 集團化 綠化資材應用	原生植物 自然競爭 人為限制	森林植物 苗木 人為撫育
目的與效用	植被復育 促進周邊土地利用 減少土壤沖蝕 生態綠化 防沖防災	造景 綠美化 保健修養 大氣淨化 噪音防止	棲地改善 水土資源保育 野生生物保護 大氣淨化 噪音防止 生態研究	水源涵養 土壤保育 木材生產 森林遊憩 野生生物保護 大氣淨化

3-2 項目與步驟

依據崩塌地植生復育之目標，以及各項環境特徵調查項目，如地質、坡度、土壤及施工適合季節等，規劃治理步驟如下圖 3-1。其中崩塌裸露地之植生復育成效與立地條件有甚高之關連性，針對崩塌坡面之區位與型態（如坡頂、坡面、凹型坡、凸型坡面等）及地質因子（風化程度、岩性、破碎程度），對於崩塌裸露地之降雨侵蝕、土砂災害之再發性等，有很重要之影響，宜加以分類整理，而影響植物生長之環境因子如土壤因子、坡度因子、坡向因子、海拔高度、降雨量、坡地水文及周邊植生情況等，亦均需加以考量，供植生工法選用之參考。

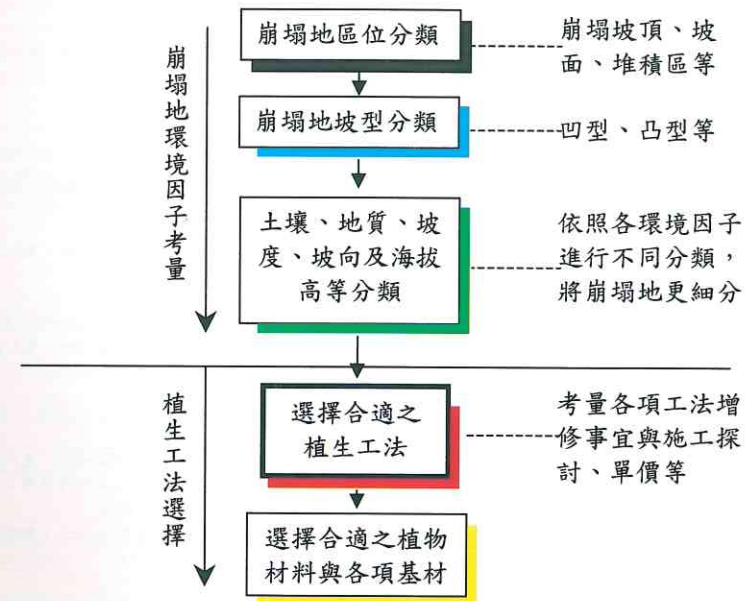


圖 3-1 崩塌裸露地環境因子考量之選擇圖

表3-2、不同地質條件之適用植生工法(含配合安定工程之處理)

岩層	坡面條件	工 法	備 註
硬岩	坡度1:0.3~1:0.5	坡面下方植栽綠化 岩面綠化工，或噴水泥漿+栽植槽植藤 (安定性高之坡面)	緩衝綠帶或防落石網 噴植厚度5cm以上
	逆向坡坡面	坡度1:0.5~1:1.0 坡面坡度緩於1:0.8	連續固定框+岩面綠化工 厚層噴植，連續固定框+土壤袋植生
	順向坡坡面 (岩層傾斜角大於35°)	節理少，無風化之情形 有節理，有風化之處	岩錨+岩面綠化工 連續固定框+岩面綠化工
	軟岩 如頁岩、粘板岩、泥岩、片岩等	一般坡面，坡度緩於1:1 一般坡面，坡度1:0.5~1:1.0 有滑動面崩壞之處，強酸性土壤，坡度1:0.6~1:1.0	鋪網肥束帶，鋪網噴植(厚3cm以上)，打格鋪網配合噴植或土壤袋植生 型框植生，岩面綠化工 岩面綠化工，挖鑿式噴水泥固定框+框內客土植生
石質土 土質硬度27mm以上之土質岩層之挖方坡面	可能有部分岩石滑落 坡度1:0.5~1:1.0	挖鑿式噴水泥固定框+框內植生，岩面綠化工	階段間隔5-7m，寬1-2m
	可能有崩壞或岩石滑落 坡度緩於1:1 無滑動面崩壞之可能坡面 緩於1:1	挖穴客土噴植(噴厚3cm以上)，或鐵框+噴植 打格鋪網，鋪網噴植，全面草皮鋪植	單一坡長不能大於10m
礫質土	礫石含量高，礫質固結度高 坡度1:0.5~1:1.2	鋪網噴土植生，厚約5cm	依安全情況評斷是否需階段處理
	土砂比率較小，透水性較好，坡度緩於1:1.0	預鑄水泥框，框內植生	階段間隔5-7m，寬1-2m
	礫石間含有較多土砂之一般坡面	客土噴植	
	湧水多，礫石間土砂流出量多之一般坡面 坡面呈現凹型堆積，可能發生滑動崩壞地點	預鑄水泥框+砌石(配合排水)+客土噴植 蛇籠+客土+種子撒播，蛇籠+客土噴植	階段間隔5-7m，寬1-2m
砂質土	坡度緩於1:1，土質固結良好，土壤硬度25mm以上	挖穴鋪網噴植(3cm以上) 預鑄水泥框+框內植生	階段間隔5-7m，寬1-2m
	土壤硬度無妨土、粘土25mm以下之處	鐵框+客土噴植或框內植生	坡度1:1以下可使用全面草皮鋪植
	沖蝕較大 坡度緩於1:1	客土噴植 含粉土、粘土量少之處 植生帶(束)鋪噴植	噴植厚1~3cm，鋪稻草蓆
黏質土或壤質土 (特別指土壤硬度23mm以下之粘性土或壤土土質地帶)	坡度緩於1:1	種子撒播，植生帶鋪植，草皮鋪植，打格鋪網，草苗打植	如以導入鄉土植物或生態綠化之目的，宜用客土噴植
	坡面湧水之處	預鑄固定框+鋪砌石+客土噴植，蛇籠+客土+種子撒播，坡面暗管(或排水墊)，排水配合植生基材噴植	

備註:

1. 若有階段處理時，階段面之水泥噴漿(溝)應先行施工。
2. 固定框內若無噴水泥漿，需特別注意錨釘之配置，以防坡面崩壞。
3. 因地質之不同，綠化工可使用岩面綠化工、挖穴客土噴植、厚層客土工等。
4. 滑動面可能崩壞的地方，應考慮使用岩錨或錨定。
5. 粘性土質地應特別注意坡面排水工、基腳穩定工程等設施。
6. 天然酸性土質地，應用土壤改良資材配合岩面綠化工。
7. 噴植種子材料應考慮應用鄉土草本、木本植物。
8. 砂質土植生施工時，需特別要求全面覆蓋式之快速植生綠化法，其排水溝需完善之溝翼保護處理，植生帶需配合安全排水，或坡長不大於10m。
9. 不同質地土壤層坡度大於1:1之地區，其植生工程之配合基礎工程及坡面保護措施需視坡面之集水區大小、災害規模、湧水狀況等決定之。
10. 打格鋪網應因地質或土壤硬度之不同，可選用不同樁材，但應儘可能利用植生木樁、喬灌木播種或栽植。

表 3-3、不同土壤硬度指標下植物生長及配合之處理方法

土壤硬度*	植物生育情形	配合處理方法
<10mm	1. 因乾燥而植物生育不良。 2. 坡面未整理或大於安息角時，易生崩落。	1. 以覆蓋稻草蓆等防止乾燥措施。 2. 固定框客土植生。 3. 種子噴播後覆稻草蓆。
10~25mm	1. 根系伸展良好。 2. 種子發芽及生育良好。	可栽植木本植物，植生方法可用種子噴植法、植生帶、土壤帶、鋪網客土噴植等方法。
25~30mm	1. 根系生長受阻。 2. 植物生育不良。	1. 以鑽孔或挖植溝等改善土壤硬度。 2. 避免採用栽植、種子撒播及埋幹等植生方法。 3. 宜用鑽孔後種子噴播或厚層客土後鋪植生帶、鋪網客土噴植、固定框客土植生等。
>30mm	植物生育困難。	植生處理可使用鑽孔後客土噴植，蛇籠配合客土與型框噴土植生。

*山中式土壤硬度計測值

表3-4、不同坡度時植生所需之配合工程處理(崩塌地應用修訂)

坡 度	植 物 生 育 情 形	配 合 工 程 處 理
$\leq 30^\circ$	1.植物生育良好。 2.植物自然入侵。 3.可能復原為喬木為主之植物社會。	除排水及坡面整理措施外，僅需簡易之基礎工程。可應用人工撒播、草皮鋪植、鋪植生帶、噴植等植生處理。
$30^\circ \sim 45^\circ$	1. 35° 為自然復原之臨界坡度。 2.草生覆蓋地沖蝕少。 3.簡易之基礎工程處理後植生。 4.以灌木與草本之植物群落為主。 5.栽植高木具危險性且易招致生育基盤之不安定。	打樁編柵、鋪網噴植及挖植溝、苗木栽植、擋土牆、固定框、箱籠護坡等。
$45^\circ \sim 60^\circ$	1.以灌木與草本之植物群落為主。 2. $45^\circ \sim 50^\circ$ 為喬木成林之極限。 3.客土厚度不得超過15cm。 4.斜面安定困難，改變斜面坡度後栽植植物。	固定框及擋土牆、坡面整理配合鋪網噴植、挖穴客土鋪網噴植。
$> 60^\circ$	植物不易栽植或自然繁殖。	擋土牆、自由樑框或落石防止措施。

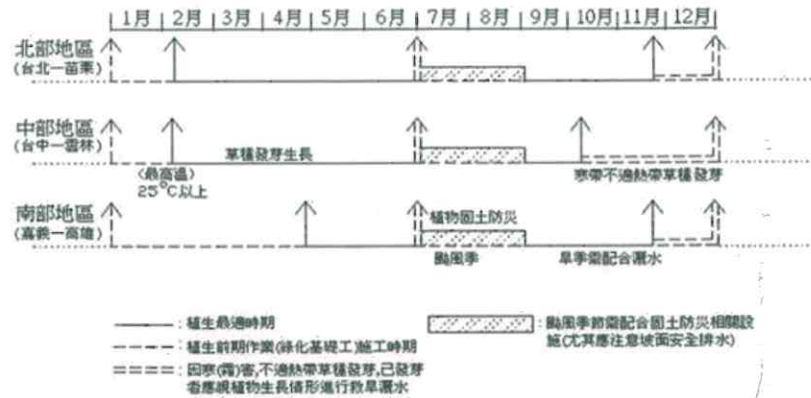


圖 3-2 台灣各地區植生工程適宜季節

3-3 工程選擇方法

崩塌地植生方法之選擇，需考量崩塌深度、坡度、地質、pH 值、土壤養分等因子，以各因子之評估標準篩選各項適用的工法，依次討論崩塌坡面狀況與適合之治理方案，依據台灣崩塌地現況與現行適用之各項植生工法，彙整如下圖 3-3 所示。

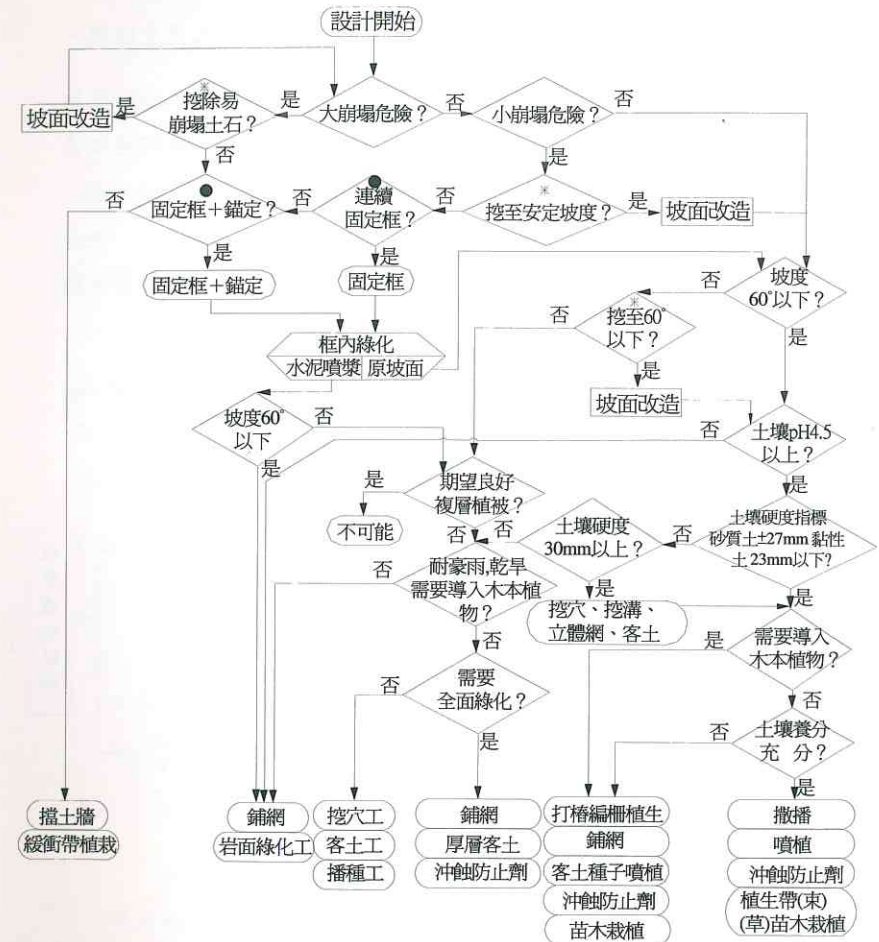


圖 3-3 崩塌地植生工程選擇方法

3-4 植物導入方法

一、立地條件與導入順序

立地條件較差的崩塌地，應多採用草本種子導入，可有效快速地安定坡面，達到減少沖蝕、增加安定性的目的；立地條件中上的崩塌地區，可採用草本木本植物混植的施工方式，以生長快速的草本種子，配合後期演替成林之木本植物，來構成崩塌地之複層植被。

植物導入時需注意各植物種類之生長特性與適應性，木本植物應以原生種且選擇陽性樹種為宜，而草本植物初期具生長快速之優點，因此可採草本植物與木本植物混合撒播，或先以草本植物撒播，再進行第二次、三次植物導入，在坡面達穩定後，逐漸依照「裸露地→地被植物→一年生草類→多年生草類→陽性樹種群落→陰性樹種群落」之情況演替，形成複層植被體系。

不同立地條件導入植物與分次施工之理念，繪製成流程圖，如下圖 3-4 所示。

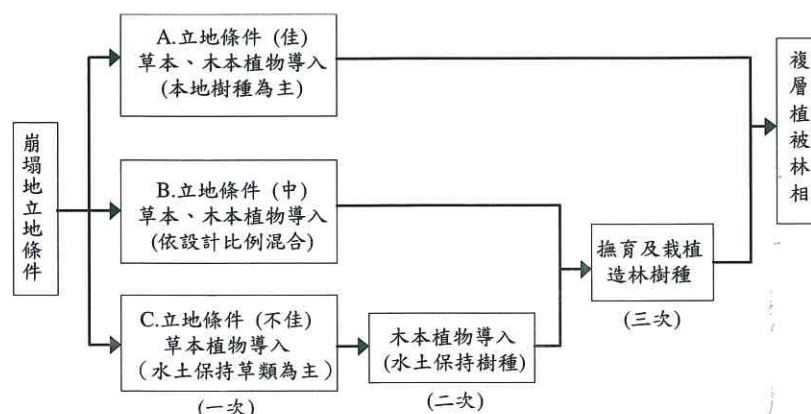


圖 3-4 崩塌地立地條件與植生導入順序圖

崩塌地立地條件較差，自然復舊演替費時較長，以經濟可行之植物導入實屬必要，可以下列各因素考量綜合判斷之。

- 1.崩塌地自然演替之先驅草本與優勢植物，易於採種，繁殖且生長快速者。
- 2.荒廢地造林適宜樹種，有充裕苗木供應者。
- 3.防災功能較強或水土保持推廣應用之木本植物種子、扦插木樁材料等，適於崩塌地植生施工或生長者。
- 4.水土保持推廣應用草類或豆科草本植物，可大量獲得種子、快速植生覆蓋，且其長期推廣而不致生態危害之植物。

二、植生導入方法

植生導入方法應包括生物各生活周期上所需之環境條件，選定最適合的土木計畫，進行適當的棲地配置、設計及施工。按狀況選取適當的方法，必要時加以組合法應用之。茲述植生導入方法要項如下：

1.自然植生演替

利用物理、化學的方法做必要之防止沖蝕設施後，不進行植生材料導入作業，即不播種或栽植植物，由周圍植物的自然入侵生長。但仍需注意人為控制下衍生之問題。自然植生演替之植被復舊速度較慢。

2.利用當地土中潛在種子

利用土壤中所含之種子、微生物，以生物多樣性之方法來應用當地天然材料，可使先驅優勢植物快速繁殖，如五節芒、天竺草等入侵，惟管理上較為困難。

3.人為植生導入

(1)導入快速覆蓋之短期生長植物

利用發芽率高、初期成長快速、對植生地區之生態系影響較小的草本植物，迅速被覆地表防止沖蝕，藉以期待施工區外植物入侵或演替之方法。

(2)外來植物之應用

引進與本地種不同品種之植物時，宜注意與地域自生種的浸透性雜交之問題。利用外來之禾本科或豆科草種可迅速達成植生效果，如目前引進使用之百慕達草(狗牙根)、類地毯草、高狐草(K31F)等。惟為減低外來種植物可能造成之沖擊，有關植物材料宜選擇適生於當地且較具不稔性、生命週期短等植物。

(3)部分人為植生導入促進演替

引進供給種子的母樹或架設鳥類棲息木的方法，可促使母樹及鳥類撒佈種子，促進植生演替之方法。原則上，由於引進之樹木將長期存在，木本植物應以本地種為宜。

(4)完全人為之植生導入

植生基礎工後，以人工方式導入所有構成綠化目標之植物，這些植物係日後永續或半永續存在者，應慎重考慮植物之種、地域性等問題，避免大量採用單一樹種，宜以混合播種或以生態綠化之方法進行。

綜合上述，植生導入方法概可分成撒播、栽植及植生誘導等三種方法，如下圖 3-5 所示。

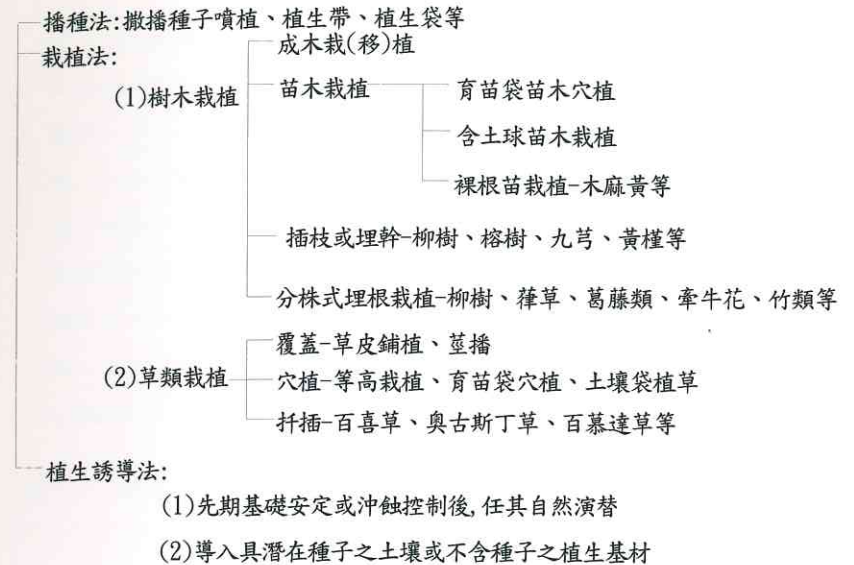


圖 3-5 崩塌地之植生導入方法

第四章 崩塌地植生工法

崩塌裸露地之植生工程分成基礎工程與植生方法兩部分，基礎工程包括擋土構造物、防落石設施、坡面整理、坡面穩定及排水工程等，主要目的在於增加崩塌地坡面之穩定性，減少再次崩塌之可能，並且營造有利於植生之生育基盤；植生方法則包括人工撒播、種子噴植、鋪網噴植、鋪肥束網帶配合噴植、打樁編柵配合植生、緩衝帶植栽、袋苗穴植及航空植生等方法，其主要目的在應用人為植物導入方法，快速造成植物覆蓋坡面，收減少沖蝕、涵養水源之效。茲以基礎工程與植生方法之工程分類彙整如下表 4-1 所示，並分別詳述如后。

表 4-1、崩塌地植生工程分類表

工程分類		編號	圖名
基礎工程	擋土構造物	A-1	乾砌石擋土牆
		A-2	漿砌石擋土牆
		A-3	混凝土擋土牆
		A-4	鍍鋅鐵絲網箱籠
	防落石設施	A-5	防落石柵
	坡面整理	A-6	坡面整理
		A-7	打木樁編柵
		A-8	打鋼筋樁編柵
	坡面穩定	A-9	型框工法
	坡面排水	A-10	各式排水溝
植生方法		B-1	人工撒播
		B-2	種子噴植(薄層噴植)
		B-3	鋪網噴植
		B-4	鋪肥束網帶配合噴植
		B-5	打樁編柵配合植生
		B-6	緩衝帶栽植
		B-7	袋苗穴植
		B-8	航空植生

4-1 基礎工程

一、擋土構造物

A-1 乾砌石擋土牆

1. 定義

於崩塌地坡腳處或河岸崩塌堆積坡腳處，以塊石或礫石材料砌築成一擋土構造物之工法。除可增加坡面穩定性外，亦兼具景觀生態之效果。

2. 適用範圍

坡度小於 45° 之挖方或崩塌坡腳。

3. 注意事項

- (1) 本工法因無條型基礎，高寬比應依照實際狀況折減；砌石應分段自基腳砌起，平均水平升高砌築，基礎底部應選用較大塊石，每段所砌高度不得超過 3m，可採用多階設計。一般施工之斜率為 1:0.3~0.5，如配合其它設施者有達 1:1~2(垂直:水平)。
- (2) 砌石之底部應插入原有地盤內，以加強穩定，背襯卵石不可過大或過小，疊砌時不宜大小相異甚大之骨材同砌一處，以防因相互交錯不佳易發生鬆動現象；砌石應小心排砌安放，不得拋置及施以重大錘擊以免搖動。
- (3) 地基承载力應足以支撐結構體並應防止大量沉陷；放置塊石時應以最寬之面向下，即大頭端應朝下，以免爾後沉陷不均現象，並禁止大面向外，又塊石之長徑垂直於坡面，即受與受壓方向宜成直角交錯銜接，並使其接觸面盡量平整、寬大，露面成三角孔，若有凹凸不平或鬆動現象應拆除重砌，厚度大者於適當位置加砌丁石，使前後成一體，使用之石材忌用扁石，以

免承載重時易於折裂。

- (4) 埋置深度需至少 1m 以上，建議單粒砌石長徑 B 至少須 50cm 以上($B \geq 50\text{cm}$)。
- (5) 底層鋪設碎石級配，防止單粒砌石發生不均勻沉陷；砌石基礎上面應妥加整平夯實，砌石背後坡面如屬填方應依填土之規定壓實；砌石完成後在砌石面未填隙石子(即石強與土坡間之水層襯料)前，應先檢查砌石是否有鬆動現象。
- (6) 如必需分段築砌時，分段不宜過短，至少每一段長 10M 以上，因分段砌成之縱接線必須成階梯形，以使與次一段易於密接，不得成一縱線，又上下兩層之豎縫避免成一直線(上層石塊與下層石塊應相互搭接，避免重疊)。
- (7) 砌石六圍砌為原則，五圍砌、七圍砌尚可使用，不可橫砌、重疊砌、四圍砌、八圍砌，施工時隨時注意不良砌法及相鄰砌石之不吻合；施工放樣要精確，隨時檢查放樣板及砌石拉線之準確程度。
- (h) 塊石之空隙應以直徑 0.5~3cm 之小石填實，每層砌石間填隙石子其量要注意不得影響上層之砌石工作，此項填隙工作應於乾燥同時進行，用卵石及石子填實應注意其穩固不生間隙。
- (8) 依照下圖所示， γ_R =砌石單位體積重， γ =牆背回填材料單位體積重， ϕ =牆背回填材料之內摩擦角。

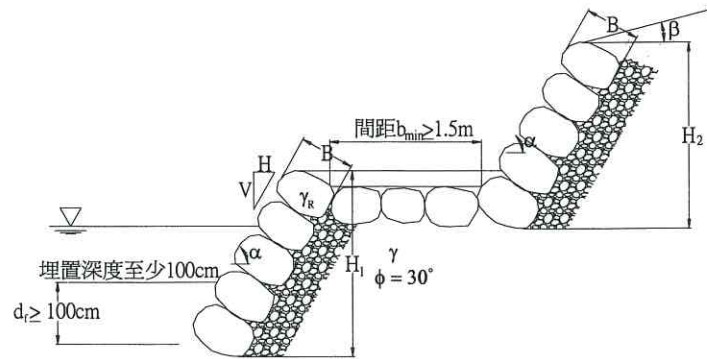
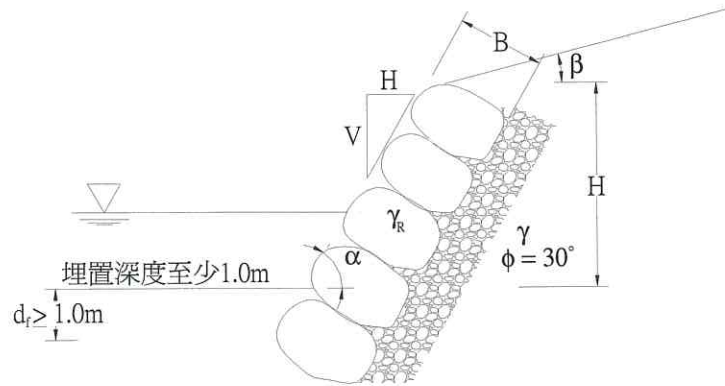


圖4-1 乾砌石擋土牆示意圖

(上圖：單階乾砌石擋土牆，下圖：多階乾砌石擋土牆)

A-2 漿砌石擋土牆

1. 定義

以卵石混凝土灌成牆面，石材間隙以混凝土填充，增加黏結強度。與一般混凝土擋土牆相似，而且砌石表面具自然景觀，隙縫可提供動植物棲息生長，同時兼具安全性及生態性之考量。

2. 適用範圍

- (1) 崩塌地坡腳處或河岸崩塌堆積坡腳處設置。
- (2) 適用於挖填坡面，高度 6m 以下較為經濟。

3. 注意事項

- (1) 本工法之安全分析同一般混凝土擋土牆之分析方法。
- (2) 石材之表面應保持清潔，如含有粉塵時需予以清洗光淨始得運入工地使用。
- (3) 用於混凝土砌石之混凝土其坍度較小，混凝土拌合輸送車無法倒出時，允許使用一般傾斜是小貨車載運，惟運送距離應在 40min 車程內，以免因未攪拌而致混凝土初凝影響混凝土品質。
- (4) 砌大塊石表面不作磨面及填縫處理，以符合生態原則，單一石塊應埋入混凝土 40cm 以上。
- (5) 施工先澆置基座，然後基座上排置砌石，並於砌石死坡面間之空隙澆置混凝土，以形成混凝土擋土牆，由下往上依序進行。
- (6) 洩水孔應埋置於塊石間隙內，其水平間距應小於 100cm，垂直間距應小於 200cm。
- (7) 多階式混凝土砌塊石高度 $H_1 \geq H_2$ 。

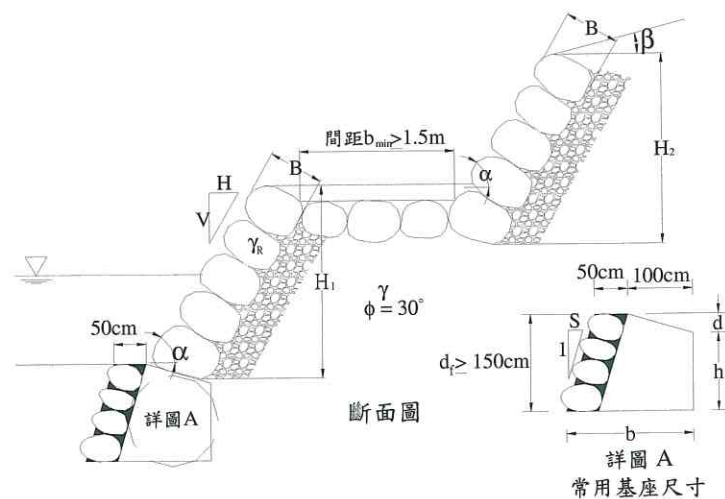
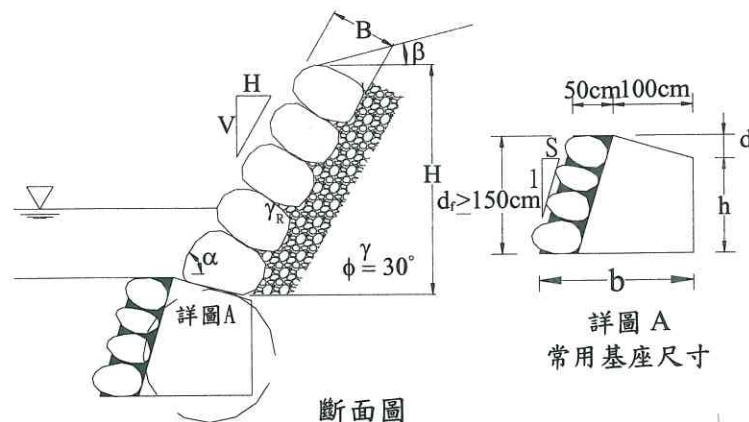


圖4-2 漿砌石擋土牆示意圖

(上圖：單階漿砌石擋土牆，下圖：多階漿砌石擋土牆)

A-3 混凝土擋土牆

1. 定義

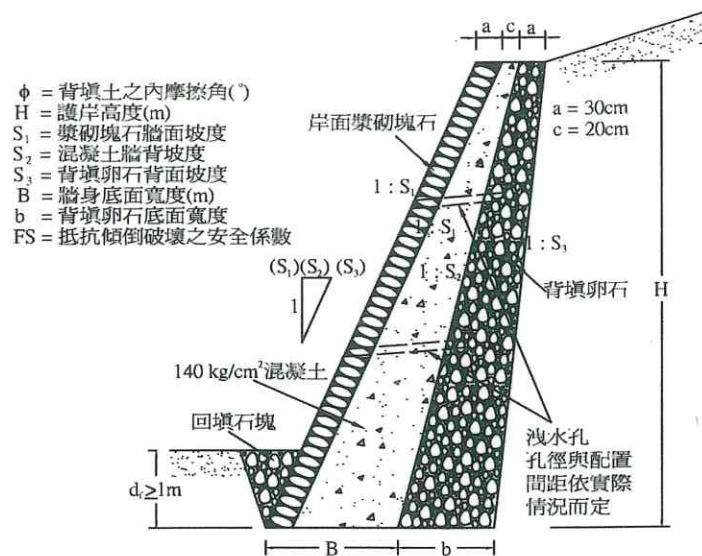
係指為攔阻天然或填築之土石、砂礫及類似的粒狀物逐所構築之構造物。較常用者有重力式擋土牆與半重力式擋土牆，以及三明治式擋土牆，目的在維持坡面安定、防止填土或開挖之崩塌、穩定邊坡及減少挖填土石方。

2. 適用範圍

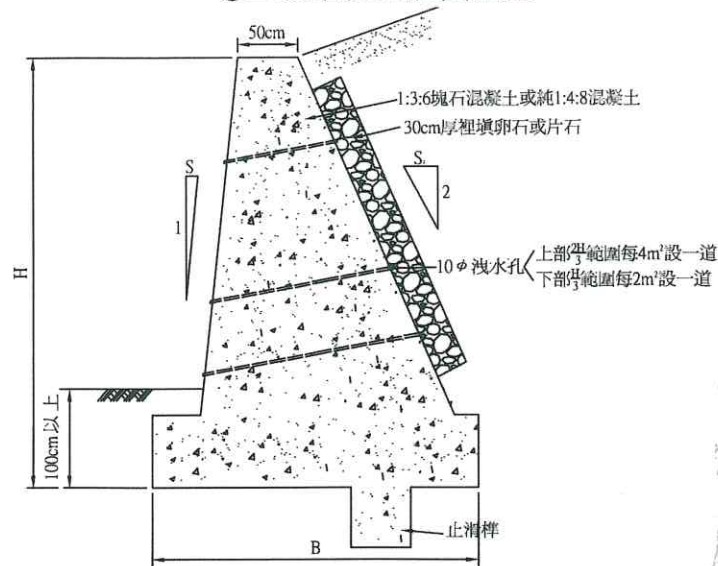
- (1) 重力式擋土牆適用於挖填坡面，高度 6m 以下較為經濟。
- (2) 半重力式擋土牆適用於挖填坡面，高度 3~8m。
- (3) 三明治式擋土牆適用於挖方坡面，高度 6m 以下；填方坡面 4m 以下。

3. 注意事項

- (1) 混凝土擋土牆之分析方法依照水土保持技術規範與手冊規定辦理。
- (2) 擋土牆之設置施工，應考量基礎趾端之土壤容許承载力而設計，依據不同土壤性質，調整混凝土擋土牆之基礎設計。
- (3) 排水孔之埋置應注意避免堵塞，於地下水位高之地區，應增設特別排水設施。



① 三明治擋土牆斷面圖



② 重力式擋土牆斷面圖

圖4-3 各式混凝土擋土牆示意圖

A-4 鍍鋅鐵絲網箱籠 (箱型網籠擋土牆)

1. 定義

以現地之卵石、土壤等所構築之擋土構造物。屬於較簡易且具彈性之擋土設施，多使用於崩塌地坡度較緩處，且無再崩塌之虞者。

2. 適用範圍

- (1) 蛇籠擋土牆適用於多滲透水坡面或崩塌地基礎軟弱之地區。
- (2) 箱型網籠擋土牆適用於多滲透水坡面，高度在3m以下，內填塊石疊築而成。
- (3) 格籠擋土牆適用於多滲透水坡面，每層高度3m以下，總高度不得超過6m。

3. 注意事項

- (1) 相關分析方法依照水土保持技術規範與手冊規定辦理。
- (2) 箱型網籠擋土牆高度限制每層在3m以下。一般多以每層高度為0.5m或1m為設計原則。

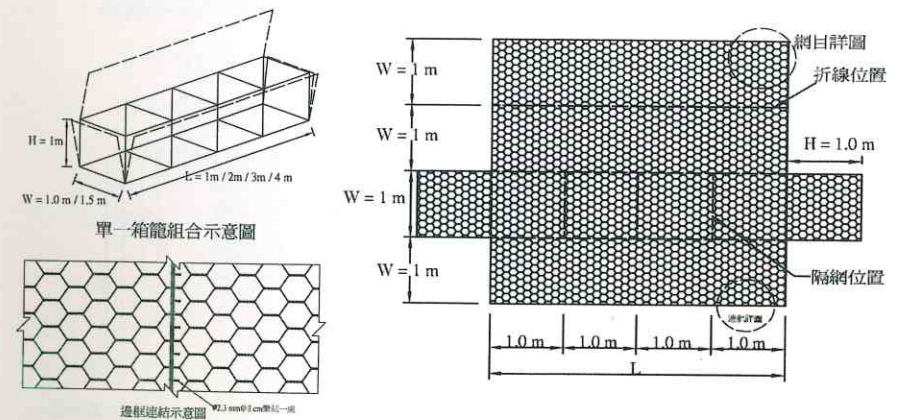


圖4-4 鍍鋅鐵絲網箱籠示意圖

二、防落石設施

A-5 防落石柵

1. 定義

指為防止坡面落石造成公共危險，所構築之構造物。較常用者有防落石網、防落石柵、坡面型框與水泥噴漿封層等方法，目前以防落石柵最常於崩塌地應用。

2. 適用範圍

- (1) 道路上邊坡有落石危害者。
- (2) 崩塌地有落石之虞且下方具保全對象者。

3. 注意事項

- (1) 設置防落石柵或防落石網時，需考量岩礫墜落之衝擊力，選擇適合之鋼樑或鋼網尺寸，並應設置開口，以利清除岩礫。
- (2) 防落石柵支柱之間隔不得超過3m，適用於坡度較緩，具風化、節理、劈理現象明顯，且具有適當空間以堆積岩屑之坡面。

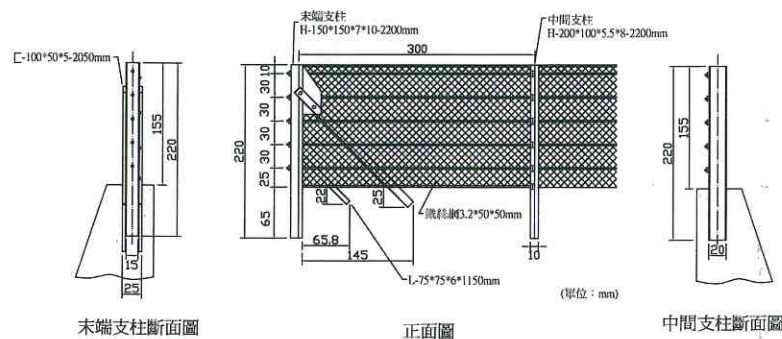


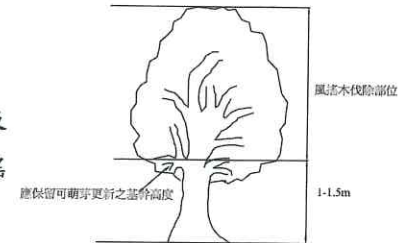
圖4-5 防落石柵示意圖

三、坡面整理

A-6 坡面整理

1. 定義

以人工或簡易之機具等方式，進行崩塌地坡面浮石、倒木及崩積土之清除，包括坡面風搖木之處理。



2. 適用範圍

適用於破碎且起伏量大之崩塌坡面。

3. 注意事項

- (1) 因本項施工多屬於工程處理之前期作業，可併入相關基礎工程設計之項目內辦理。
- (2) 風搖木處理需特別注意坡面狀況與樹木本身生育情形，如發現樹木根系已大量裸露，且該樹木生長受風力吹拂或外力影響，有傾倒而危害到坡面土石安定之虞時，方可列為風搖木(危木)而予以截短或移植處理，原則上坡面整理，以保持原坡面地形並適度保留坡面原來生育的植物，作為施工目標。

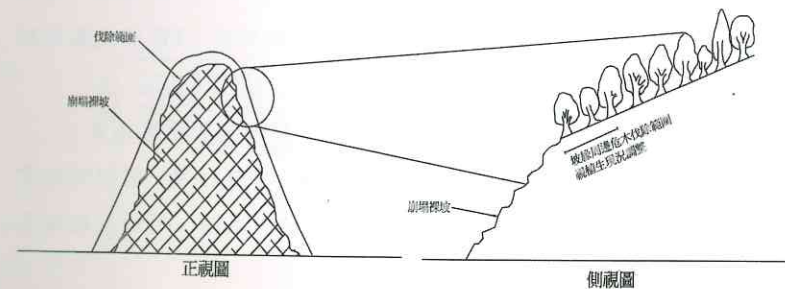


圖4-6 坡面整理(風搖木處理)示意圖

A-7 打木樁編柵

1. 定義

使用萌芽、不萌芽之木樁或其他材料製造之樁，依適當距離打入土中，並以竹片、PE 網、鐵絲網等材料編織成柵之方法。其目的為固定不安定之土石，改善坡度，防止沖刷，造成有利植物生長之環境。

2. 適用範圍

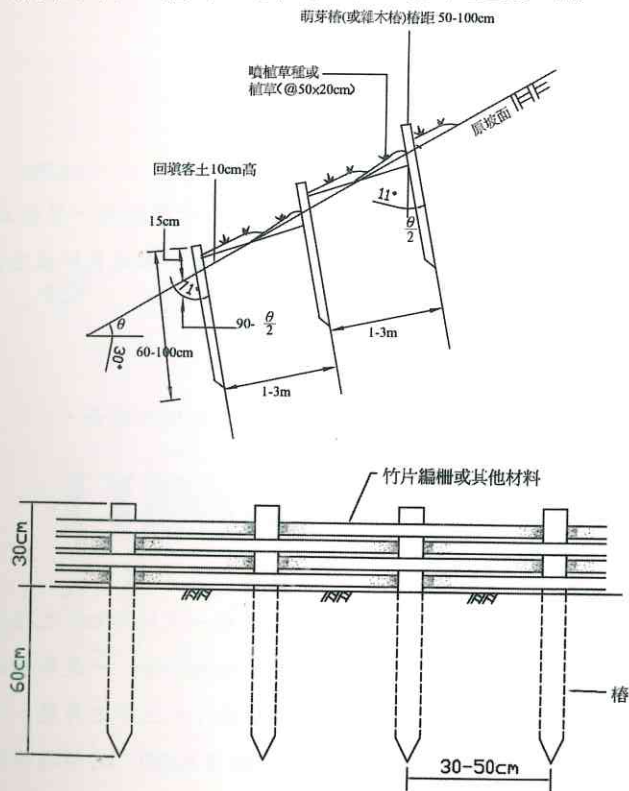
- (1) 坡度 45° 以下之填方坡面。
- (2) 一般土壤挖方坡面。
- (3) 崩積土或淺層崩塌坡面。
- (4) 可視崩塌裸露地坡面狀況調整適用至 60° 左右坡面。

3. 注意事項

- (1) 施工前需略為整平坡面及消除蝕溝，清除危石及植物殘株，並依邊坡形狀及地質狀況於坡頂及坡面構築截淺溝。
- (2) 打樁間距視坡度與地質條件而異，一般每排樁之距離以 1~3m，樁距以 50~100cm 為原則。
- (3) 使用之竹木樁末端直徑 3~10cm，長度 0.8~1.0m，木樁打入土中之角度，以垂直線與坡面垂直線交角之 $1/2$ 為原則，打入土中 $2/3$ 以上，出土 15~30cm，樁間以竹片、PE 網或其他材料編柵之。
- (4) 木樁材料以萌芽力強之九芎、黃槿、榕樹、雀榕等為主。
- (5) 木樁應保持新鮮，打樁時須保護樁頭，不使打裂，裂開部分需鋸掉，以免影響其萌芽能力。如萌芽樁不足時，可以其他雜木樁混合使用。
- (6) 在較為安定坡面，為防止表層土移動，以採用埋設方式之編柵為宜。其方法係樁先打入地下並挖溝編柵後，回填表土至原坡

面。

- (7) 如以塑膠網或鐵絲網為編柵材料時，中間夾不織布，並以 #10 “U” 型鐵釘固定於木樁上。最上端需用鐵絲扭緊，以防脫落。使用人工材料之編柵，如 PE 網、鐵絲網等，須注意材料之顏色，使其與景觀調和。
- (8) 打樁編柵後需削土及回填，使每段邊坡略呈平臺狀。或在平臺上客土，高度約 10cm。每 m^2 均勻施以 1kg 之堆肥混合。樁行間亦可配合種子撒播或噴播方法。
- (9) 如使用打木樁編 PE 網柵之施工，在棄土場土石量較大或下方有溪流沖蝕之處時，通常需配合於坡腳設置擋土牆。



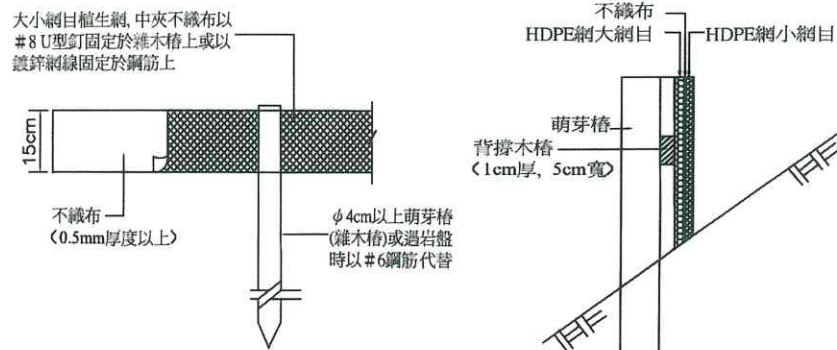


圖4-7 各類打木樁編柵示意圖

A-8 打鋼筋樁編柵

1. 定義

坡面打入鋼筋樁及鋪設鍍鋅鋼網柵，在柵前鋪設一層軋針不織布，以防止表土流失，蓄留客土或植生基材，形成良好植生基盤。

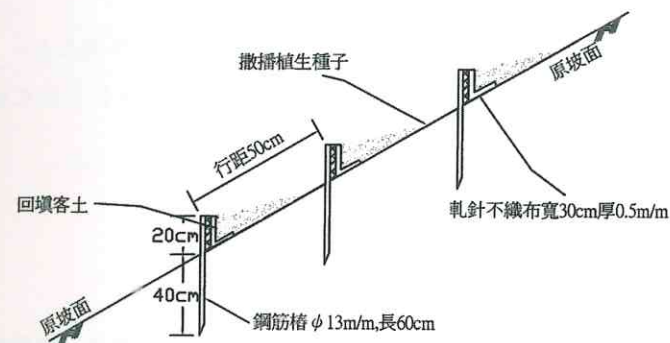
2. 適用範圍

- (1) 坡度 45° 以下之填方坡面。
- (2) 一般土壤挖方坡面，礫石地或軟硬岩之挖方坡面。
- (3) 崩積土或淺層崩塌坡面。
- (4) 可視崩塌裸露地坡面狀況調整適用範圍。

3. 注意事項

- (1) 打樁：依設計圖所示規格用鑽孔機鑽一深約 40cm 之孔後，隨即插置 $\phi 13\text{mm}$ ，長 60cm~80cm 之鋼筋樁。一般每排樁之距離為 1m，樁距為 33cm，每一鋼筋樁打入土中之角度，以垂直線與坡面垂直線交角之 $1/2$ ，至與坡面成 90° 之間為原則，鋼筋出土約 20cm。每支鋼筋樁均需確實牢固於原岩面上。

(2) 編柵：先將欲設施處坡面整平後設置以 $\phi 3.0\text{mm}$ 鋼線編織成 $14\text{mm} \times 54\text{mm}$ 網目、高 20cm 之網柵，柵體底部平貼坡面並用鐵絲將網柵固定於鋼筋樁上，鋼筋樁不得凸出於柵體，每片網柵兩端銜接處需有約 5cm 之重疊，並用鐵絲網紮緊。如於土壤滲透率較低且易沖蝕地區，可鋪置寬 40cm 之不織布，將其一端以鐵絲固定於鋼網柵之上端後，讓不織布順延柵體下垂，將網柵與坡面間之縫隙完全封堵，並延伸平貼於坡面上。



打鋼筋樁編柵示意圖

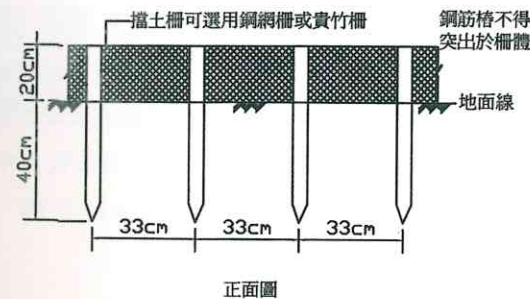


圖 4-8 打鋼筋樁編柵示意圖

四、坡面穩定

A-9 型框工法

1. 定義

以穿孔鋼板或鐵絲網製成約 1m 直徑之圓形或菱形框，或者以現場打造之混凝土連續框，安裝於坡面上以利客土植生。

2. 適用範圍

- (1) 適合於未完全均勻整坡之坡面，地面略有凹凸或地質條件惡劣之地區。
- (2) 無土壤之岩石坡面或坡面表層呈現風化、崩落現象者。
- (3) 坡度 $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 之邊坡，如在硬質岩面，則可在更陡之坡面進行。
- (4) 有湧水之風化岩或長期不安定之地方。
- (5) 岩錨坡面安定工法之配合處理方法。

3. 注意事項

- (1) 型框工法之種類，目前較常使用的有預鑄水泥框、鐵製框、連續水泥固定框等，以配合噴植或客土植生為主。
- (2) 坡度緩於 35° 時，框內用客土植生；坡度大於 35° 時，鋪埋設網後用噴植法植生或土壤袋客土植生。
- (3) 基盤間隔需正確測定，錨釘應以與坡面垂直方向打入土層。
- (4) 框內植生可採用鋪石、土壤袋、客土噴植或岩面噴植等方法。
- (5) 框內客土時僅能應用於坡度 35° 以下；土壤袋最大可應用至坡度 45° ；鋪鐵絲網配合噴植，則可應用至坡度 60° ，但在坡度較陡處，其噴植厚度不宜大於 10cm。

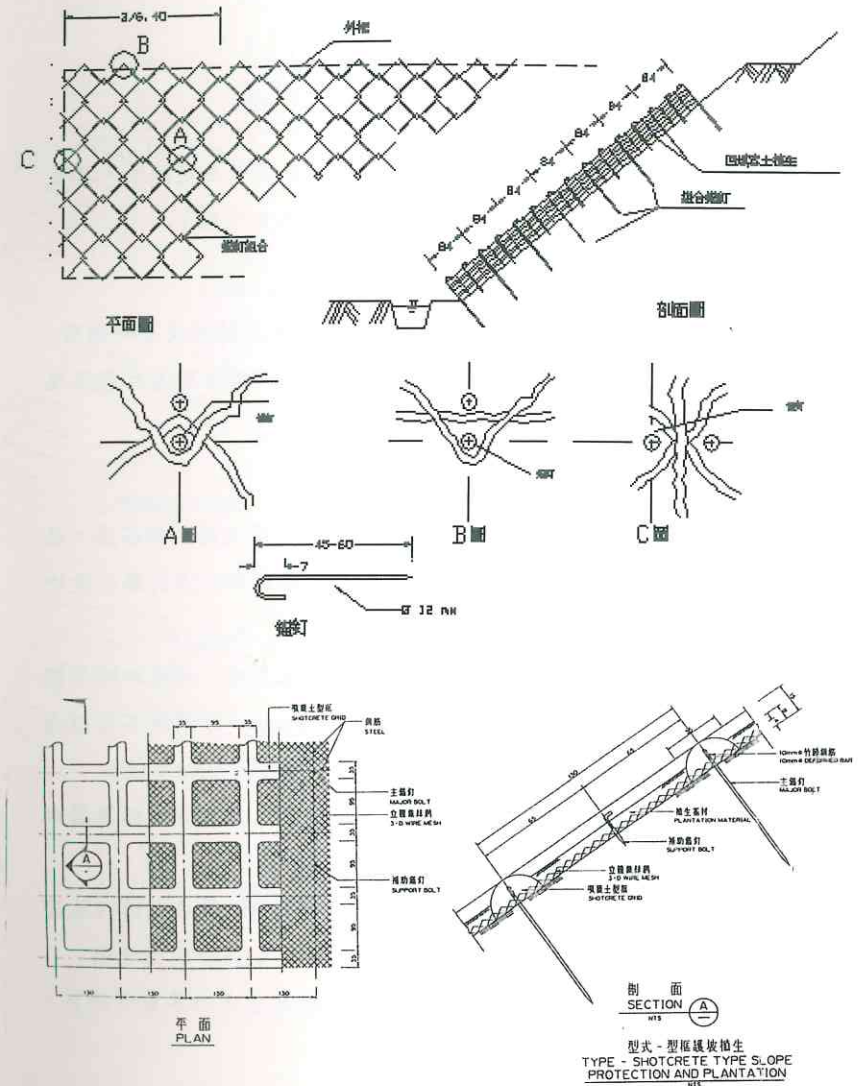


圖4-9 型框工法示意圖

五、各式排水工法

A-10 各式排水溝

1. 定義

坡面排水設施乃將坡面逕流導至安全地點而設置之構造物。其目的在截洩坡面上方逕流，以免損壞坡面或防止沖蝕。

2. 適用範圍

- (1) 截水溝：需要攔截坡面上方逕流，以免發生沖蝕或災害時適用。
- (2) 縱向溝：坡度大、流速快時適用，為須在內襯材料之允許流速範圍內設計。

3. 注意事項

- (1) 設置排水溝之種類，目前較常選擇的有土壤袋溝、砌石溝、混凝土噴漿溝、預鑄溝、草溝、土溝等，各式排水溝仍應以坡地安全流速考量設計。
- (2) 草溝、土壤袋溝、土溝屬於簡易坡面排水設施，適用於坡度較緩(坡度在 30% 以下，流速不超過 1.5m/sec)，且溝長不可超過 30m。
- (3) 各式排水溝設置時須注意溝翼低於原坡面，且充分填補溝翼與坡面土壤間之隙縫，以免入滲破壞溝體。
- (4) 坡面排水設施應注意與聯外排水渠道連結；於湧水或溝內流速過快情況下，則應設置涵管及跌水設施，以減少溝面破壞。
- (5) 各式排水溝詳細設計需視坡面狀況、原排水方向等有所調整。

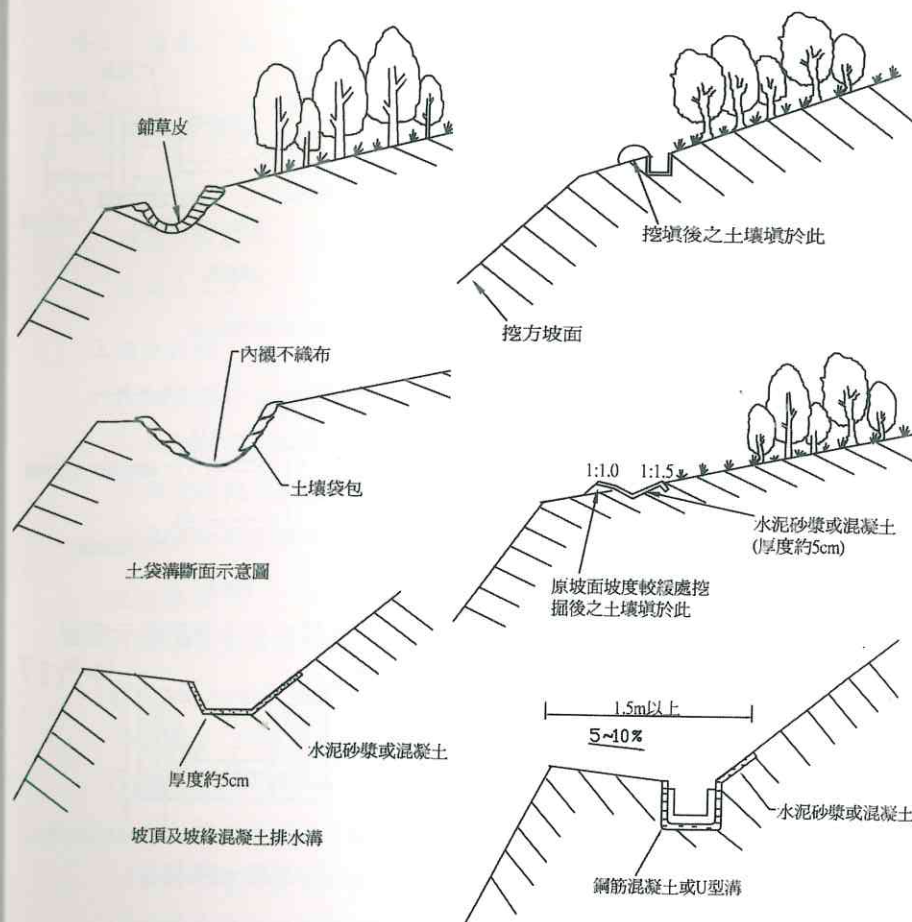


圖4-10 各式坡面排水溝示意圖

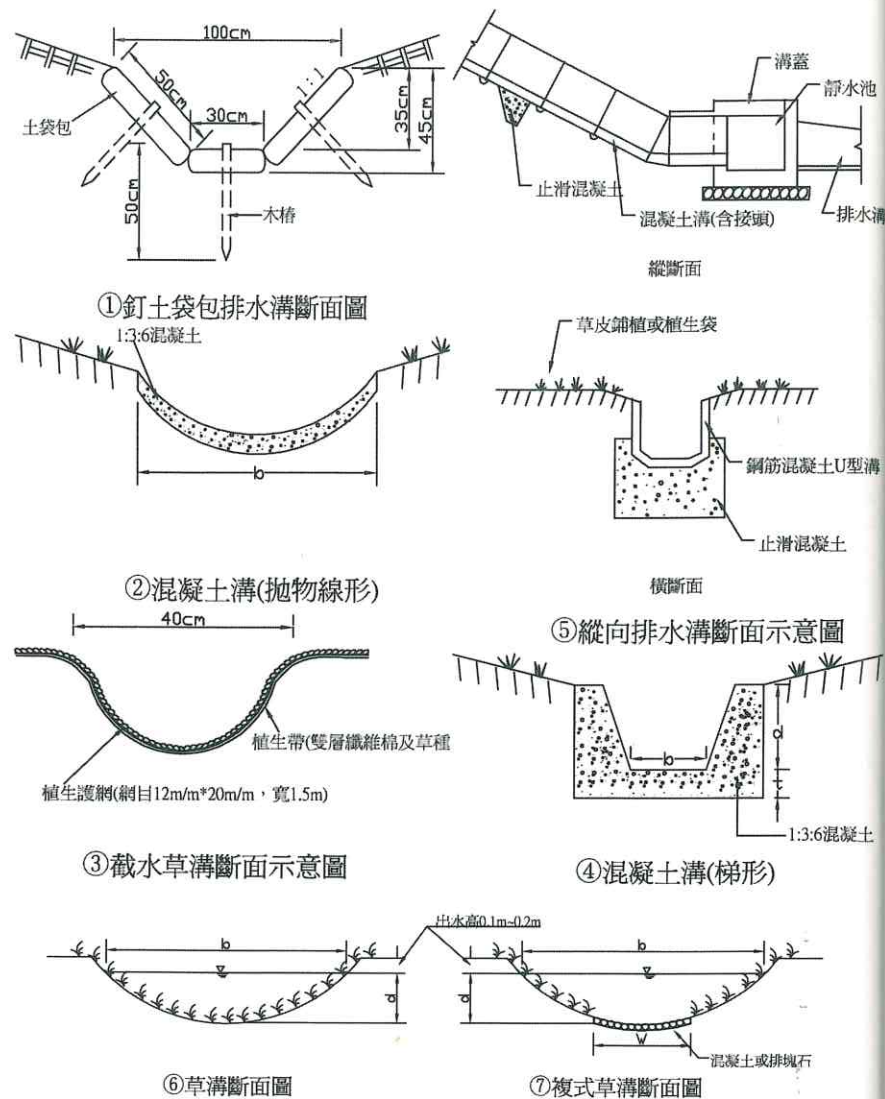


圖4-11 各式排水溝斷面示意圖

4-2 植生工法

B-1 人工撒播

1. 定義

將種子做必要之預先處理後，直接播植於坡面上，以達到坡面植生綠化之效果。

2. 適用範圍

- (1) 坡度緩於土壤安息角，坡長小於 10m 之填方坡面。
- (2) 經加鋪客土，坡度緩於 35° 、坡長小於 10m 之挖方坡面。
- (3) 配合栽植法之種子撒播。
- (4) 生育地件較佳之一般坡面。

3. 注意事項

- (1) 除去地面雜物、危石、殘株及整平坡面。
- (2) 一般土壤每 m^2 施堆肥 1~1.5kg 及台肥 43 號複合肥料 0.05kg。但得視其土壤肥力狀況增減 20%。
- (3) 將每 m^2 3~10g 種子均勻撒播於坡面。
- (4) 取鬆軟之表層土，微量敷蓋於撒播種子後之坡面，以防止陽光曝曬及增加種子固著。
- (5) 撒播後視需要敷蓋稻草蓆，以防止種子飛散並保持土壤水分。稻草蓆需重疊約 5cm，並以長 25~30cm 之 #10 鐵絲做成 "U" 形鐵絲或竹籤固定之。
- (6) 稻草蓆寬度 1m，其單位重量應有設計規格，一般應為 $150 \sim 300g/m^2$ 。

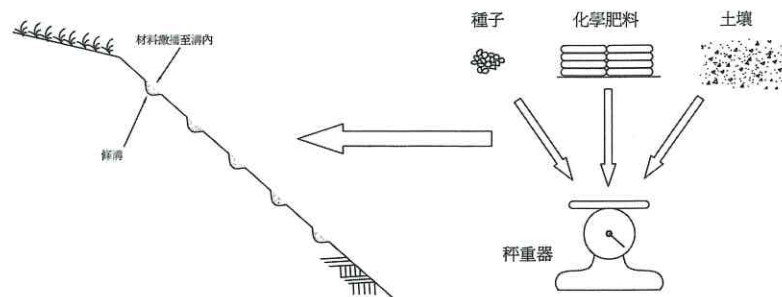


圖4-12 人工撒播示意圖

B-2 種子噴植(薄層噴植)

1. 定義與

直接將種子、肥料、黏著劑與適當之水分充分攪拌後，利用強力壓縮機噴植於坡面之植生。

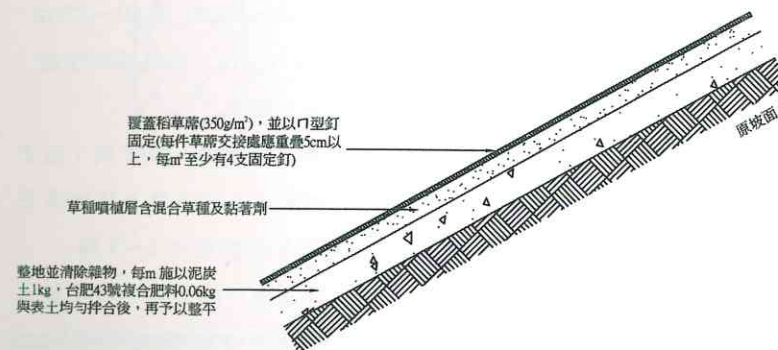
2. 適用範圍

- (1) 坡度緩於 50° 之一般土壤挖方、填方坡面。
- (2) 噴植厚度小於 1cm。

3. 注意事項

- (1) 整地後沿著等高線間隔 40~60cm，做一寬 10~15cm 的植溝後施堆肥，每 m^2 約 1~1.5kg。
- (2) 將草種子、肥料、黏著劑加水充分攪拌後，以噴植機噴植，其拌合比例應視所用草種而定，一般為每 m^2 2~4 種草種量約 0.01kg，複合肥料 0.05kg，粘著劑及水 0.25~1kg，如與有機質土或堆肥混合噴植，黏著劑與水之使用量應於施工現場試驗並調整之。
- (3) 目前使用之黏著劑種類繁多，需依照立地條件而異，曾使用過柏油乳劑 $0.25kg/m^2$ ，石化系列白色乳劑 $0.06\sim0.12kg/m^2$ ，天然樹脂 $1kg/m^2$ 及土壤團粒化劑 $1.5kg/m^2$ 等。

- (4) 在填方坡面噴植材料固著良好或礫石層地質地區，可不需開植溝，直接噴植。
- (5) 噴植後日照強之地區、噴植材料保水能力差之坡面，須加蓋稻草蓆，或其他材料數蓋，以免流失。
- (6) 如坡面過分乾燥，需先充分灑水後再噴植，噴嘴原則上應與坡面保持直角，其前端保持與噴植面 0.8~1.0m 之距離。噴灑 4 個月內坡面應禁止人為破壞與干擾。
- (7) 土壤團粒化劑噴植後，應適量澆水，避免土壤過分乾燥，導致植物發芽後立即枯死。



薄層噴植斷面示意圖

圖4-13 種子噴植(薄層噴植)示意圖

B-3 鋪網噴植工法

1. 定義

於坡面上先鋪上一層鐵絲網或網，增加坡面穩定性後，再噴客土、粘著劑、種子之方法。

2. 適用範圍

適用於坡度 50° 左右之挖方坡面，噴植厚度大於 3cm 者。

3. 注意事項

- (1) 整坡後，將菱形鐵絲網(#14, 網目 50mm)拉緊，平鋪於坡面，然後每 m^2 以一支鐵栓(ϕ 13~16mm, L 30~60cm)固定之。
- (2) 客土材料依立地條件不同而異可依每 m^3 砂質壤土加 30~100kg 堆肥、台肥 43 號複合肥料(或相等肥料) 4~10kg 與適量的水均勻混合材料，以噴植機噴佈形成 3cm 以上之客土層。再將每 m^2 黏著劑, 0.2~0.5kg, 2~4 種種子 0.01kg 及適量的水混合後，噴植於客土上。
- (3) 於軟岩地區，坡面整坡後沿等高線每隔 30~50cm，用鑽孔機或挖穴機鑽孔或挖穴，每孔(或穴)直徑 6~10cm，深 10~15cm，間距 20~25cm，施放遲效性肥料 0.05 kg/m^2 。然後鋪網噴植，可增加植物根系之固著能力及達到綠化效果。
- (4) 如為施工方便，可於鋪植後將有機質土、肥料、黏著劑、種子及水一次噴植於坡面上 3~5cm，但依此法則下層之植物種子無法發芽成活，故需增加種子數量至原設計量之 2~3 倍。
- (5) 土壤硬度大於 25mm(山中式硬度計測值) 以上之一般硬質土層坡面或青灰岩地區，可配合用挖溝機械，於坡面上每隔 50cm 挖掘寬 10~15cm，深 10~20cm 之小溝，以供客土及利於植物根系之伸展及防止客土層滑落。如使用鑽孔機鑽孔，可酌量減小孔徑，增加孔之密度，以確保植物成活生長。
- (6) 如考慮生態綠化草花之美化效果，可酌量增加植物種子之種類與數量。
- (7) 噴植機壓力不足或坡面太高時，得增加一組空氣壓縮機輔助之，噴植後全面覆蓋稻草席或其他材料。
- (8) 噴植材料如以有機質材料，如樹皮纖維、香菇堆肥等，配合黏著劑等添加物一次噴植時，應特別注意噴植材料之孔度、吸水性及 pH 值等，以確保植物生長。

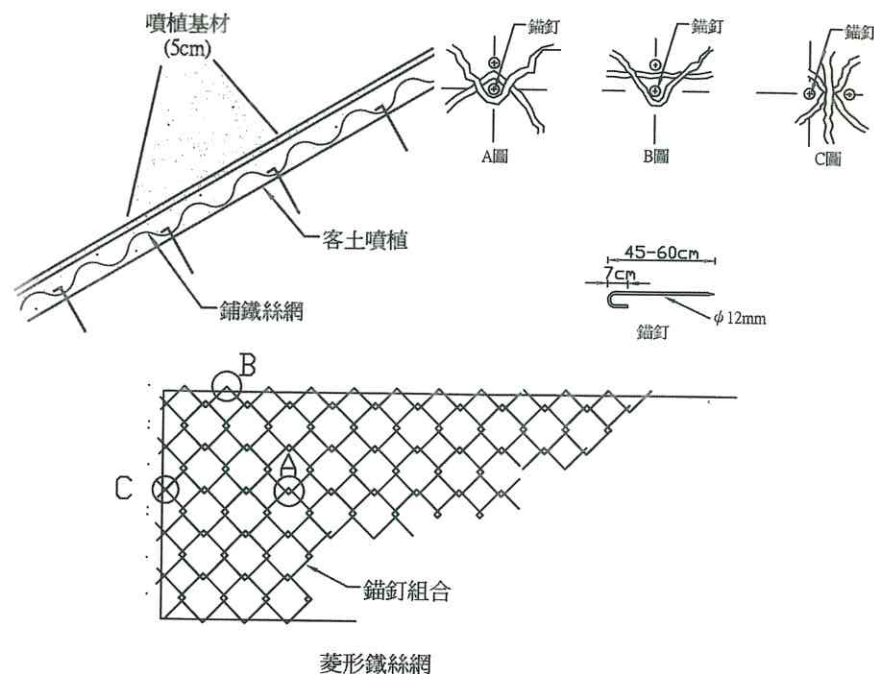


圖4-14 鋪網客土噴植法示意圖

B-4 鋪肥束網帶配合噴植

1. 定義

係由纖維棉布、稻草、細尼龍及塑膠網或其他有機、無機之纖維質材料混合捲紮成束，纖維束中間包夾 IB 等緩效性肥料、保水劑等，鋪設於坡面之方法。其產品有肥束帶、防沖束、截流束等。

2. 適用範圍

適於坡度 45° 以下之一般道路裸坡或崩塌裸露地。

3. 注意事項

- (1) 欲施工坡面需經整地，清除其上草木雜枝或鬆動石塊。
- (2) 材料規格長 1m，直徑可依設計需要而彈性配合。依設計需要

於坡面沿等高線，以每隔 50cm 或 1m 行距，鋪釘肥束帶。鋪釘前必須先微鏟挖出一淺溝，使肥束帶能更為緊密貼地，每行束與束間必須緊密相連。

(3)每束需釘 3~4 支長 15cm 之鐵釘或鋼釘，套襯華司墊片後固定之。

(4)依設計需要可配合草種噴植、厚層客土噴植及鋪蓋稻草席。

(5)如於泥岩或砂岩坡面施工時，可設計沿坡面等高線設計以行距 50cm 或 1m 鋪釘一束之肥束帶（或防沖束）配合掛網鋪植後，配合施行厚層客土噴植。

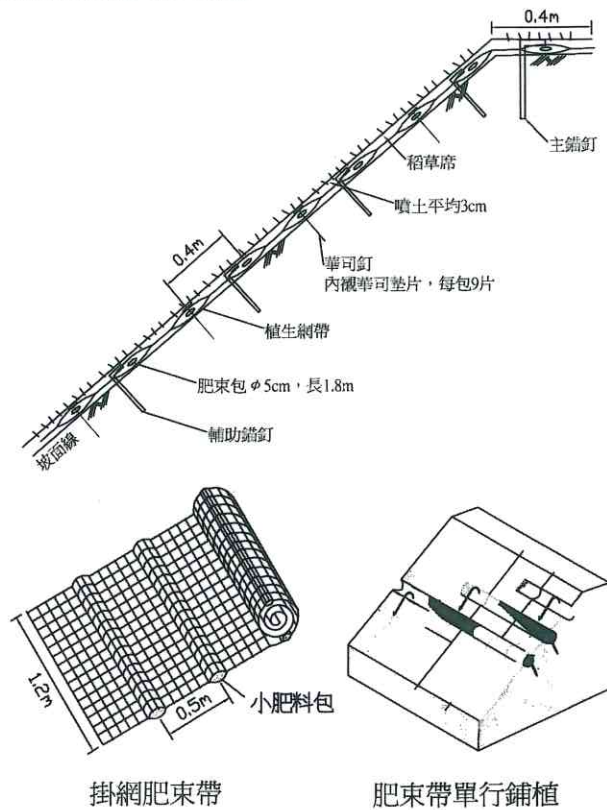


圖4-15 肥束帶（或類似產品）施工示意圖

B-5 打樁編柵配合植生

1. 定義

打樁編柵屬於基礎工程之一環，可構成良好的植生基盤。打樁編柵配合植生乃指以打樁編柵配合噴植、袋苗穴植、撒播等方式，促進崩塌坡面快速植生之方法。

2. 適用範圍

- (1)坡度 45° 以下之填方坡面。
- (2)一般土壤挖方坡面，礫石地或軟硬岩之挖方坡面。
- (3)崩積土或淺層崩塌坡面。
- (4)可視崩塌裸露地坡面狀況調整適用範圍。

3. 注意事項

- (1)打樁編柵相關注意事項請參照基礎工程一節之說明。
- (2)打樁編柵配合苗木栽植或袋苗穴植：應注意各樁之間隔距離不可太近，以免植物根系生長受阻，而行距亦須依栽植樹種考量調整。
- (3)打樁編柵配合噴植：噴植之方法可採用直接噴植或鋪網噴植（參考噴植工法介紹）。噴植後視需要敷蓋稻草席，以防止種子飛散並保持土壤水分。稻草席需重疊約 5cm，並以長 25~30cm 之 #10 鐵絲做成 "□" 形鐵絲或竹籤固定之。
- (4)打樁編柵配合撒播：如崩塌地面積甚大，亦或者崩塌裸坡條件較佳時，可以採用人工撒播配合打樁編柵來進行植生，草本種子可用青箱、百慕達草、百喜草、類地毯草、高狐草(K31F)等；木本種子可用山鹽青、胡枝子、山番石榴、相思樹等，作為撒播混合之種子材料。
- (5)打樁編柵配合植生須注意周邊排水及養護工作，避免發生打樁損壞或植栽死亡之情形。

B-6 緩衝帶栽植

1. 定義

為防風、防火與水源涵養等目的，採用栽植喬木、灌木或草本植物之方式，達到快速植生成林之目的，以穩定邊坡，防止沖蝕、崩塌，並過濾污染物。

2. 適用範圍

- (1) 水庫周邊或河道兩旁需迅速綠化之崩塌坡面。
- (2) 崩塌坡腳之堆積地區。
- (3) 有鹽害、火災等災害之虞的地區。

3. 注意事項

- (1) 緩衝帶之選用植物材料與栽植方法，與一般苗木栽植相同，故以苗木栽植為例說明。
- (2) 栽植選用樹種以適合現地環境之樹材為主，苗木高度以 1.5m 以下為宜，或由規劃單位決定規格。
- (3) 緩衝帶苗木栽植後應全面撒播草類種子，如百喜草、百慕達草、類地毯草等，以達全面快速覆蓋，並添撒有機肥。
- (4) 苗木栽植時植槽內應配合施用緩效性肥料 1~1.5kg/m²。

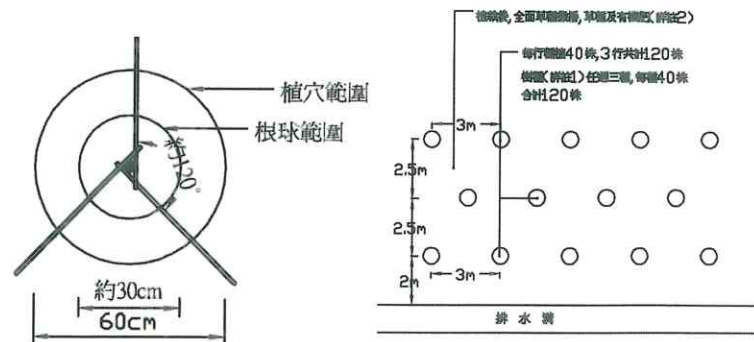
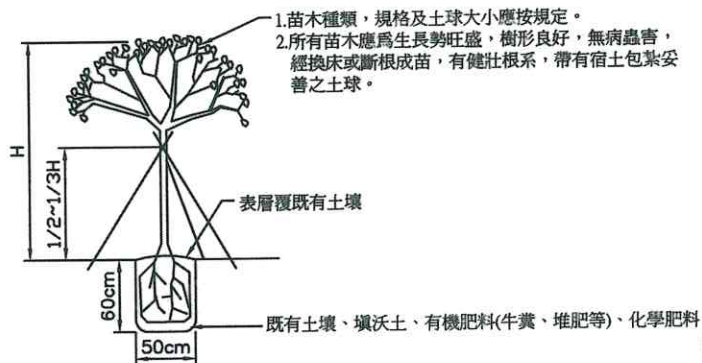


圖4-16 苗木栽植施工示意圖

B-7 袋苗穴植

1. 定義

在特殊地區，無法挖溝植草時，先將植物材料於容器育苗袋內培育後再穴植於坡面上的植生方法。袋苗包含草苗與灌、喬木苗。

2. 適用範圍

- (1) 土層薄、礫石含量多，沖蝕嚴重、植物生長不易之坡面。
- (2) 礦區、坡腳之崩積土或坡度 45° 以下土層較厚實的崩塌坡面。
- (3) 需迅速綠化或補植之地區。

3. 注意事項

- (1) 將表土堆肥及台肥 43 號複合肥料等均勻混合，其比率以 1m³ 土壤：100kg 堆肥：10kg 複合肥料為原則，填裝於塑膠育苗容器內，供為栽培植物之用。
- (2) 若採用塑膠袋育苗者時，塑膠袋應大於 20×20 cm。塑膠袋底部應打孔 5~10 個，以供排水、透氣及根部生長。
- (3) 將坡面危石清除並將沖蝕溝整平後，沿等高線挖植穴，其直徑深度需略大於育苗容器之大小，植穴配置法為等邊三角形。穴

與穴之中心間距，視植物種類及立地條件而定。穴內酌量施放緩效性肥料。

(4)將已培育完成之育苗袋，置於穴內，塑膠袋育苗者並應割開或除去塑膠袋，周圍之空隙並須填實壓密。

(5)育苗袋內可以草類或藤類等不同植物材料栽植，栽植後坡面再行點播或撒播草類種子，以加速覆蓋效果。

4.補充說明

(1)育苗用植物材料，草本植物可使用百喜草、百慕達草、蟛蜞菊等，藤本植物可使用爬牆虎、槭葉牽牛等，木本植物可使用相思樹、黃槿或台灣赤楊等。

(2)坡面挖穴前，可先於坡頂及坡面構築簡易式V型或U型溝。

(3)栽植時，育苗袋內草苗長度需10cm以上，藤苗需25cm以上。

(4)部分植生不易地區，可使用土壤包，內附植物種子後穴植，或裸根苗植物穴植，栽植方法與容器育苗穴植相同。

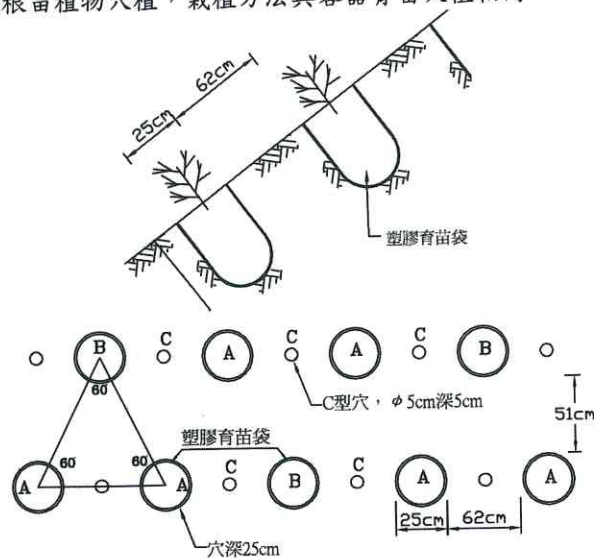


圖4-17 袋苗穴植施工示意圖

B-8 航空植生

1.定義

將植生種子、肥料、黏著劑及水等植生資材充分混合後，以直昇機等航空器載運噴播、撒播於崩塌地坡面上之技術。航空植生可應用於大面積快速植生綠化，克服因地形、機具施工不便等問題，具有施工快速、受地形限制小等優點。

2.適用範圍

(1)交通不便、施工機具不易到達之地區。

(2)面積廣闊之崩塌地。

(3)坡度大於60°以上之崩塌裸坡及其坡腳堆積區。

3.注意事項

(1)因航空植生施工使用航空器施作，屬於高技術性植生方法，需採發包方式，委託有經驗之廠商施工為宜。

(2)航空器之維護與管理、施工安全性等應由委託廠商自行負責。

(3)航空植生使用種子材料與一般噴植相同，惟種子可能受飛散等因素而損耗，故施工種子設計量應酌量增加。

(4)航空植生可概分成航空噴植與航空撒播，且撒佈方式因航空器載料桶型式而不同，如噴佈式、懸吊式等，設計時應採適地適用原則，針對崩塌地條件與區位詳加考量。

(5)航空植生施工後需特別注意養護管理，可利用雨季前施工，省除澆水養護之不便。另外，在特殊地質條件，如泥岩等，需特別注意噴植材料受沖蝕流失問題，並儘速補植。

第五章 維護及管理

坡面植物栽植作業後，須有適當之維護管理及植生養護工作，俾保證植物之發芽與生長。維護及管理的工作包括灑水、追肥、補植及其他相關配合作業等，詳述如后。

5-1 灑水

新植樹木、鋪植草皮或植物種子導入坡面後，植物生長初期，應適量灌溉。灌溉時需注意氣候狀況、水溫、水質及水量，灌溉用水之水源不得使用工業廢水或含有毒之之污水。一般而言，當植物根域(root zone)土壤的有效水分少於50%時，便需灌溉。灌溉的方法有三種，即地面灌溉、地下灌溉、葉面噴灑等，得視實際情況而利用之。

如以地面灑水灌溉為例，原則上，在植生播種或栽植後30天內，須每天澆水(雨天除外)，每次澆水量依栽植植物密度及大小而定。澆水時可配合追肥(尿素或複合肥料)、植物生長激素之使用。然在水源困難之處，植生工程需配合雨季進行，並儘量採用高耐旱植物或特殊材料施工法，並可以植物殘株直接置於植栽植物之周邊，以減少水分之蒸發，以確保植生綠化效果。

5-2 追肥

肥料施用量及施用時期因栽植之植物種類而異。地被植物之施肥，須平均散布，否則會產生生育不均之現象，施肥後立即灑水，以免肥料附著在葉片上產生肥傷，導致焦葉的症狀。植穴施放基肥時，應儘量避免與植物根群直接接觸，宜於基肥上方客土5~10cm厚，以防肥傷，亦可施用有機質肥料與土壤分層填入植穴內。

5-3 補植

種子播種後，如發現種子不發芽，或發芽後枯萎、生長不良、草苗滑失、病蟲害等現象，無法達到預期成活率時，須進行追播。追播應於播種後兩個月養護查驗前辦理，俾於播種後四個月達到預期覆蓋之效果。

特殊地區為要求景觀調合、觀光區美化、休憩區綠化、防火之設計及地被植物之正常生長，須伐除部份植物。

5-4 其他相關管理作業

1. 病蟲害防治

為防治病蟲害的發生，可採取以下幾項措施：

- (1)採用適合當地環境的植物材料。
- (2)採用不同種之植物，進行混播。
- (3)選擇健康的種苗。
- (4)提供適當的生育基地，如良好的排水、通風及適時的施肥。植物發生病蟲害時，為維護其成活及生長，須加以防治。

2. 除草(蔓)

當使用表層土為生育基盤或混入家畜堆肥作為有機肥料時，因其中含有多量雜草種子，若雜草繁茂則會影響栽植苗之成長，應施行足夠厚度的地面覆蓋，以抑制雜草之發生。

另外，台灣山坡地受到外來入侵之小花蔓澤蘭危害，因攀爬纏勒植物，干擾植物生長，植物受其整株覆蓋致死，嚴重影響植群生態，為避免繼續惡化，實有伐除之必要。目前防治與除蔓之方法有機械防除、生物防治、化學藥劑防除等三種，分述如下：

(1)機械防除

每年9~11月為最佳防治時機；夏秋兩季，每隔三週切蔓一次，連續三次，可抑制小花蔓澤蘭90%以上；切蔓高度為20公分以下，切蔓後不可散置地面，以免造成更大危害，第一次切蔓時可暫不拉除，俟乾枯後於第三次切蔓時一併拉下堆排，以避免再次萌發。

(2)生物防治

鳳凰木葉子及花瓣之粉末可抑制小花蔓澤蘭的小苗生長，目前正積極研究相關微生物製劑及天敵。

(3)化學藥劑防除

如噴灑化學藥劑，以不破壞生態平衡為原則，可參考殺草劑中45.1%拉草乳劑、80%達有龍可濕性粉劑，可防除小花蔓澤蘭種子萌芽及幼苗生長，另外，三氣比及固殺草於野外除蔓藥效較快。

3. 保護原生植物

以人為導入植生時，須注意盡量避免對於原生植被之破壞，若人為干擾嚴重會影響原生植物之成長，應施行養護管理，以免養分競爭，並且於坡面整理時應保留部分原生植被，而非全面伐除，可使當地物種入侵速度較快。

4. 簡易排水設施維護

坡面發生小型沖蝕時，可採用土壤袋包等簡易排水設施作為基地排水，但於雨季前後需特別注意維護管理，並適時填補破損，以發揮其良好排水效果。

附錄一 參考工率分析

(中華民國九十一年六月十八日於水土保持局參考工率審議會決議)

(中華民國九十一年七月三十日行政院農授水保字 0911844940 號公告)

編號	8-1	工程項目	邊坡噴植	單位	m ²	註
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
普通工	整坡	工	0.02			
化學肥料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO =15:15:15:4	Kg	0.05			材料另計(如台肥43號或同級品)
有機肥料		Kg	2.00			材料另計
普通工	施肥	工	0.001			
黏著劑及水		式	1.00			參照施工說明及市價(另行分析)
種子		Kg	0.015			材料另計
噴植機具租金及油料	含噴植	式	1.00			依實際分析計價
地被植物養護費		m ²	1.00			
工具搬運及損耗	約工資部份3%	式	1.00			

註：表列種子數量為一般設計用量，得依實際需要增減之。

編號	8-2	工程項目	客土	單位	m ³	註
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
客土材料	壤土	m ³	1.00			依實分析
普通工	裝卸	工	0.04			
運費		m ³	1.00			按運距分析
工具搬運及損耗	約工資部份3%	式	1.00			

編號	8-3	工程項目	稻草蓆敷蓋	單位	m ²	註
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
稻草蓆		m ²	1.05			
U型鐵絲	#8, L=25 cm	式	1.00			每m ² 一支以上
普通工		工	0.0025			
工具搬運及損耗	約工資部份3%	式	1.00			

編號	8-4	工程項目	鋪網客土噴植(厚度五公分)	單位	m ²	註
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
普通工	整坡	工	0.02			
鋪菱形鐵絲網	#14, 50 mm	m ²	1.00			材料另計
固定栓	§13-16 mm L=30-60 cm	支	1.00			
一般技工	按裝	工	0.03			
客土		m ³	0.05			
化學肥料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO =15:15:15:4	Kg	0.05			材料另計(如台肥43號或同級品)
有機肥料		Kg	4.00			材料另計
黏著劑及水		式	1.00			依實分析
種子		Kg	0.025			材料另計
噴植機具租金及油料	含噴植	式	1.00			依實際分析計價
地被植物養護費		m ²	1.00			
工具搬運及損耗	約工資部份3%	式	1.00			

註：(1)金屬網重疊及切割損耗按圖估計。

(2)機具租金及油料包括噴植機、空壓機、鑽孔機、油料及人工等。

(3)表列種子數量為一般設計用量，得依實際需要增減之。

編號	8-5	工程項目	植生帶鋪植	單位	m ²	註
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註
植生帶	含天然纖維50%以上 註明材料規格	m ²	1.05			材料另計
普通工	整坡	工	0.02			
一般技工	鋪植	工	0.004			
有機肥料		Kg	2.00			材料另計
化學肥料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO =15:15:15:4	Kg	0.05			材料另計(如台肥43號或同級品)
普通工	施肥	工	0.001			
地被植物養護費		m ²	1.00			
補植	約植生帶材料費10%	式	1.00			
U型鐵絲	#8, L=25 cm	式	1.00			每m ² 一支以上
工具搬運及損耗	約工資部份3%	式	1.00			

註：(1)搬運費另按實際情形分析計算。(2)植生帶應註明材料規格，計列於材料費內。

編號	8-6	工程項目	打木樁編柵	單位	m						
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註					
編柵材料	註明材料、規格	m	1	00							材料另計
木樁	φ 3-8 cm	支	2	00							材料另計
普通工	含削樁、編柵、打樁、回填、平土	工	(0.20)								
材料小搬運		式	1	00							
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1	00							

註：(1)打樁深度：填方 70 cm 以上，挖方（含萌芽樁）50 cm 以上，編柵高度 15 ~ 30 cm，樁距 50 cm。

(2)運費另計。

(3)填土邊坡工率為 0.12 工，挖土邊坡工率為 0.2 工。

(4)木樁長度：L=打樁深度+編柵高度。

編號	8-7	工程項目	打鋼筋樁編柵	單位	m						
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註					
編柵材料	註明材料、規格	m	1	00							
鋼筋樁	φ 13 m/m	支	3	00							
普通工	含削樁、編柵、打樁、回填、平土	工	(0.20)								
材料小搬運		式	1	00							
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1	00							

註：(1)打樁深度：40~50 cm，編柵高度 15~20 cm，樁距 33 cm。

(2)運費另計。

(3)填土邊坡工率為 0.12 工，挖土邊坡工率為 0.2 工。

(4)鋼筋樁長度 L = 打樁深度+編柵高度。

編號	8-8	工程項目	地被植物栽植	單位	m ²						
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註					
普通工	整坡、挖植溝	工	0	02							
一般技工	種植	工	0	01							
化學肥料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO =15:15:15:4	Kg	0	05							材料另計(如台肥 43 號或同級品)
有機肥料		Kg	2	00							材料另計
普通工	施肥	工	0	001							
地被植物養護費		m ²	1	00							
補植	約工資部份 10%	式	1	00							
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1	00							

註：(1)種植行、株距按水土保持手冊設計。

(2)搬運費另按實際情形分析計算。

(3)邊坡小於 1:0.75 或坡長 10m 以上，種植可酌增 0.005~0.01 工。

(4)如須整苗種植可酌增 0.005 工，如須草苗採集可酌增 0.015 工。

編號	8-9	工程項目	地被植物養護費	單位	m ²						
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註					
化學肥料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO =15:15:15:4	Kg	0	10							材料另計 追肥二次，0.05 kg/次
普通工	施肥	工	0	0008							追肥二次
澆水機具及水		式	1	00							
普通工	澆水	工	0	01							以 20 次計
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1	00							

編 號	8-10	工 程 項 目	草花栽植					單位	株	
工 料 項 目	說	明	單位	數	量	單	價	總	價	附 註
草	花		株	1	00					材料另計
普	通	工整坡、挖穴	工	0	002					
一	般	技工種植	工	0	002					
化 學 肥 料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO =15:15:15:4		Kg	0	006					材料另計(如台肥 43 號或同級品)
有 機 肥 料			Kg	0	20					材料另計
普	通	工施肥	工	0	0002					
草花栽植養護費			株	1	00					
補	植	約工資之 10%	式	1	00					
工具搬運及損耗	約工資之 3%		式	1	00					

編 號	8-11	工 程 項 目	草花栽植養護費						單位	株
工 料 項 目	說 明		單位	數	量	單	價	總	價	附 註
化 學 肥 料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO =15:15:15:4		Kg	0	01					材料另計，追肥 2次，0.005 kg/次
普 通 工	施 肥		工	0	0001					追肥2次
澆水機具及水			式	1	00					
普 通 工	澆 水		工	0	001					以20次計
工具搬運及損耗	約工資之3%		式	1	00					

編號	8-12	工程項目	木本植物種植 (I)						單位	株
工料項目	說明	單位	數量	單價			總價	附註		
苗木	木 高 100 cm以下	株	1 00					材料另計		
普通工	挖植穴 30×30 cm	工	0 013							
一般技工	種 植	工	0 01							
有機肥料		Kg	2 00					材料另計		
普通工	施 堆 肥	工	0 002							
客 土		m ³	0 05							
普通工	施 放 客 土	工	0 01							
木本植物種植養護費 (I)		株	1 00							
補 植	約苗木單價之部份 10%	式	1 00							
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1 00							

註：若植穴工在坡面上時，得酌增工率 0.01 工。

編號	8-13	工 程 項 目	木本植物種植養護費 (I)					單位	株	
工 料 項 目	說	明	單位	數	量	單	價	總	價	附 註
澆水機具及水	5 L / 株	式		1	00					3,000 株/日、20 次計依實分析
普 通 工澆	水	工		0	005					
噴藥機具、農藥及水		式		1	00					2,000 株/日、依實分析
一 般 技 工病蟲害防治		工		0	001					以 2 次計算 0.0005 工/次
普 通 工除	草	工		0	002					
化 學 肥 料	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O : MgO =15 : 15 : 15 : 4	Kg		0	01					材料另計(如台肥 43 號或同級品)
普 通 工施	肥	工		0	001					每次 0.0005 工/次
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式		1	00					

編 號	8-14	工 程 項 目	木本植物種植(Ⅱ)					單位	株		
工 料 項 目	說	明	單位	數	量	單	價	總	價	附	註
苗	木	高100 cm以上・木徑3 cm・土球 20 cm	株	1	00					材料另計	
普 通 工	挖植穴 60×60 cm		工	0	04						
一 般 技 工	種 植		工	0	01						
有 機 肥 料			Kg	3	00					材料另計	
普 通 工	施 堆 肥		工	0	003						
客 土			m ³	0	17						
普 通 工	施 放 客 土		工	0	03						
支 架			支	3	00					依材料實價編列	
普 通 工	立 支 架		工	0	03						
木本植物種植養護費(Ⅱ)			株	1	00						
補 植	約苗木單價之部份 10%		式	1	00						
工具搬運及損耗		約工資部份 3%	式	1	00						

編 號	8-15	工 程 項 目	木本植物種植養護費(Ⅱ)						單位	株	
工 料 項 目	說	明	單位	數	量	單	價	總	價	附	註
澆水機具及水	10 L / 株	式		1	00					1000 株/日, 20 次	計依實分析
普 通 工澆	水	工		0	02						
噴藥機具、農藥及水		式		1	00					二次計算依實分析	
一 般 技 工	病 蟲 害 防 治	工		0	006					每次 0.003 工	
普 通 工	除 草	工		0	005						
化 學 肥 料	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O : MgO = 15 : 15 : 15 : 4	Kg		0	03					材料另計(如台肥 43 號或同級品)	
普 通 工	施 肥	工		0	002						
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式		1	00						

編號	8-16	工 程 項 目	種子撒播					單位	m ²
工 料 項 目	說 明	單位	數 量	單 價	總 價	附 註			
種 子		Kg	0	015		材料另計			
普 通 工	撒 播 、 施 肥	工	0	01					
化 學 肥 料	N：P ₂ O ₅ ：K ₂ O：MgO =15：15：15：4	Kg	0	05		材料另計 (如台肥 43 號或 同級品)			
有 機 肥 料		Kg	2	00		材料另計			
地被植物養護費		m ²	1	00					
補 植	約工資部份 10%	式	1	00					
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1	00					

編號	8-17	工 程 項 目	肥束網帶鋪植					單位	m ²
工 料 項 目	說 明	單位	數 量	單 價	總 價	附 註			
肥 束 網 帶	註明材料、規格	m ²	1	00			材料另計		
主 錨 釘	φ 16m/m x50cm	支	1	00					
輔 助 錨 釘	φ 9m/m x 20cm	支	2	00					
五吋釘(含華司)		支	3	00					
一 般 技 工	鋪 設 、 固 定	工	0	03					
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1	00					

編號	8-18	工 程 項 目	草皮鋪植					單位	m ²
工 料 項 目	說 明	單位	數 量	單 價	總 價	附 註			
草 皮		m ²	0 60					材料另計	
普 通 工	整 地 工		0 02						
一 般 技 工	鋪 植 工		0 01						
化 學 肥 料	N：P ₂ O ₅ ：K ₂ O：MgO =15：15：15：4	Kg	0 05					材料另計（如台肥 43 號或同級品）	
有 機 肥 料		Kg	2 00					材料另計	
普 通 工	施 肥 工		0 001						
地被植物養護費		m ²	1 00						
補 植	約工資部份 10%	式	1 00						
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1 00						

編號	8-19	工程項目	航空撒播					單位	公頃
工料項目	說明	單位	數量	單價	總價	附註			
草種子		Kg	150	00		材料另計			
木本種子		Kg	50	00		材料另計			
化學肥料	N：P ₂ O ₅ ：K ₂ O：MgO = 15：15：15：4	Kg	300	00		材料另計(如台肥 43 號或同級品)			
粘著劑		Kg	60	00		材料另計			
著色劑		Kg	15	00		材料另計			
清水	含水車及臨時貯 水設施等	式	1	00					
土壤基材	樹皮堆肥 2 /3 與 木質纖維材料 1/3	Kg	1000	00					
撒播機具租金及 油料	含撒播機具及地 面相關設備	式	1	00					
航空器租金及油 料	含機師及待機	小時	4	50					
一般技工		工	3	00					
特種技工		工	5	00					
航空植生養護費		公頃	1	00					
工具搬運及損耗	約工資部份 3%	式	1	00					

編 號	8-20	工 程 項 目	航空植生養護費					單位	公頃	
工 料 項 目	說	明	單位	數	量	單	價	總	價	附 註
撒播機具租金及油料	含撒播機具及地面相關設備		式	1	00					二次計算
航空器租金及油料	含機師及待機		小時	1	50					分二次施工
化 學 肥 料	N:P ₂ O ₅ :K ₂ O:MgO=15:15:15:4		Kg	1000	00					分二次施工 材料另計(如台肥43號或同級品)
清 水	含水車及臨時貯水設施等		式	1	00					二次計算
一 般 技 工			工	9	00					分二次施工
工具搬運及損耗	約工資部份 3%		式	1	00					

編號	8-21	工 程 項 目	混凝土型框客土噴植				單位	m ²			
工 料 項 目	說	明	單位	數	量	單	價	總	價	附	註
普 通 工 整		坡	工	0	02						
混 凝 土 材 料 費			m ³	0	10					每層 5cm 厚,共	30cm
噴混凝土施工費	噴	6 次 計	m ²	1	67						
鋼 線 網	#12 (25*15mm)		m ²	0	56						
鋼 筋 及 加 工	(fy=2800kg/cm ²)		kg	4	60						
鋼 筋 及 加 工	(fy=4200kg/cm ²)		kg	10	80						
一 般 技 工	按	裝	工	0	03						
客 土			m ³	0	05						
化 學 肥 料	N : P ₂ O ₅ : K ₂ O : MgO = 15 : 15 : 15 : 4		Kg	0	05					材料另計 (如台肥 43 號或 同級品)	
有 機 肥 料			Kg	4	00					材料另計	
黏 著 劑 及 水			式	1	00					依實分析	
種 子			Kg	0	025					材料另計	
噴植機具租金及油料			式	1	00					依實際分析計價	
地被植物養護費			m ²	1	00						
工具搬運及損耗	約工資部份 3%		式	1	00						

註：(1)混凝土型框以 D 型(130cm*130cm)為單價分析基準。

(2)噴植厚度以厚度五公分估算。

(3)表列種子數量為一般設計用量，得依實際需要增減之

(4)機具租金及油料包括噴混凝土機、噴植機、空壓機、鑽孔機、油料及人工。

附錄二 崩塌裸露地照片實錄



箱籠擋土牆(雙崎)



乾砌石擋土牆(中寮)



混凝土擋土牆+造形模板(月桃巷)



漿砌石擋土牆(烏石坑)



防落石柵+混凝土擋土牆(烏石坑)



坡面整理(烏石坑)



打木樁編柵(埔里鯉魚路)



打鋼筋樁編柵(南部泥岩)



不織布編柵(烏石坑)



土壤袋



應用培地茅作坡面保護(全景)



應用培地茅作坡面保護(近照)



縱向排水溝(上:草溝;中:涵管;下:U型水泥溝)



縱向排水施工



縱向排水(泥岩)



縱向排水(泥岩)



連續混凝土型框工法



岩錨+連續混凝土固定框+厚層噴植



航空噴植(南部泥岩)



航空噴植(南部泥岩)



團粒化噴植(九份二山)



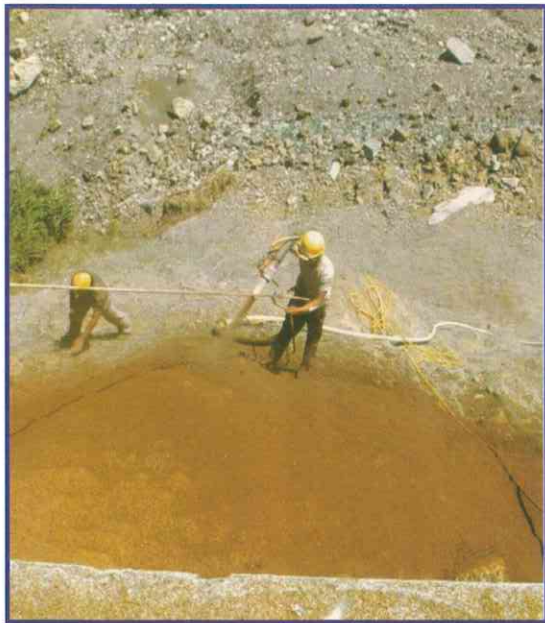
鋪網噴植(烏石坑)



鋪加勁網噴植



鋪稻草蓆+植生(九份二山)



發行單位 行政院農業委員會水土保持局

發行人 吳輝龍

策劃 行政院農業委員會水土保持局保育組

編者 林信輝

審訂 鍾弘遠 游繁結 陳慶雄 黃景春 吳嘉俊 謝杉舟 林俐玲
吳久雄 陳有著 曹明豐 賴宏明 張敏男 李 鏐 馮美禎
張承愈

執行編輯 林信輝 黃俊仁 陳意昌 楊宏達 洪啓盛 施証育
黃保維 蔡志偉 謝明憲

九十一年十二月出版

行政院農業委員會水土保持局圖書室



R000003739