

水土保持手冊 一 貳、工程篇

例 言

1. 本手冊依據山坡地保育利用條例暨施行細則規定編製，提供有關水土保持工作之參考。
2. 本手冊共分農地、工程、植生等三篇，本篇為山坡地水土保持工程技術標準，供為水土保持工程規劃設計準則。
3. 本篇內容係以單項處理分別列述，各項工程計算公式係採用一般性公式，使用時請自行參閱採用，如為適應特殊條件應專案處理。涉及農地、植生等技術，請另參考農地篇及植生篇。
4. 本篇於民國七十三年首次頒行，茲根據試驗研究結果及實務經驗，再予修訂。
5. 如有疑義及建議事項，請惠函台灣省政府水土保持局參辦。

水上保持技術標準編審委員會

總召集人：李三畏

顧問：廖綿濬

審查委員：王如意

江永哲

李三畏

陳明義

陳信雄

張石角

張義雄

鄭皆達

顏秀峰

簡碧梧

王新傳

江延地

何智武

曹明豐

黃錦榮

游培基

游繁結

潘國樑

簡俊彥

工程小組

編纂委員：張三郎(兼召集人)

丁振章

李木青

吳邦雄

段錦浩

陳明杰

陳禮仁

葉振男

蔡瑞堂

謝正倫

謝斌宏

王幸隆

李吉雄

施東榮

胡毓錢

陳榮河

張立憲

蔡光榮

劉正川

謝金德

秘書：孫明德

沈福成

(以姓氏筆劃為序)

水土保持手冊 — 貳、工程篇

目次

	頁次
I、概論：.....	2- 1
第一章 野溪治理.....	2- 1
第二章 坑溝整治.....	2- 4
第三章 崩場地調查與處理.....	2- 6
第四章 土石流防治.....	2- 10
第五章 邊坡穩定.....	2- 15
第六章 道路水土保持.....	2- 18
第七章 礦區水土保持.....	2- 22
第八章 坡地排水.....	2- 27
第九章 開挖整地水土保持.....	2- 30
第十章 滯洪設施.....	2- 34
II、處理單元：.....	2- 37
第一章 防砂壩.....	2- 37
第二章 潛壩.....	2- 53
第三章 丁壩.....	2- 54
第四章 堤防.....	2- 57
第五章 護岸.....	2- 60
第六章 整流工程.....	2- 62
第七章 土壩.....	2- 69
第八章 擋土牆.....	2- 83
第九章 棄土場.....	2- 92
第十章 排水設施.....	2- 97
第十一章 沈砂池.....	2- 116
第十二章 滯洪壩.....	2- 119

III、工程施工及維護	2-128
VI、附錄	2-144
一、水文分析	2-144
二、混凝土設計施工規範	2-154
三、擋土牆設計例	2-163
四、防砂壩設計例	2-173

表 次

	頁 次
I、概論	
表 1-1 災害之治理對象與相關治理工程	2- 2
表 5-1 填方邊坡之參考坡度	2- 15
表 5-2 挖方邊坡之參考坡度	2- 16
表 7-1 臺灣地區主要礦源及水土保持問題	2- 22
表 7-2 臺灣地區礦區水土保持方法及措施	2- 25
II、處理單元	
表 1-1 出水高與排洪量參考表	2- 40
表 1-2 一般基礎之容許支持力	2- 48
表 1-3 基礎之浮力係數	2- 48
表 1-4 基礎與混凝土之摩擦係數	2- 51
表 4-1 堤面坡度	2- 58
表 6-1 河幅係數參考表	2- 65
表 6-2 堤防、護岸出水高參考值	2- 67
表 6-3 河床坡度與計畫水位高、出水高之比值	2- 67
表 7-1 矩形靜水儲水槽水深 d_1 及 d_2	2- 73
表 8-1 混凝土與土壤之摩擦係數	2- 85
表 8-2 土壤允許承载力	2- 86
表10-1 曼寧粗糙係數 n 值	2-105
表10-2 最大安全流速	2-106
表10-3 跌水 C_x 參考值	2-109
表10-4 半圓型預鑄溝材料表	2-113
表10-5 U 型預鑄溝材料表	2-114
表10-6 梯型預鑄溝材料表	2-115
III、工程施工及維護	
表 III -1 填土預留沈陷量	2-129
表 III -2 混凝土之坍度	2-132

表Ⅲ-3	一般工程之混凝土強度與水灰比	2-133
表Ⅲ-4	混凝土拌合時間參考表	2-135
表Ⅲ-5	常用模板種類與特性比較表	2-141
表Ⅲ-6	拆模持間	2-141
表Ⅲ-7	各類構造物安全拆模之混凝土最低強度	2-142
IV、附錄		
表 1-1	逕流係數參考值	2-145
表 1-2	角屋 陸經驗公式C ₁ 參考值	2-146
表 1-3	中央氣象局十個測候站Horner公式分析成果表	2-150
表 1-4	中央氣象局所屬測站地址	2-153
表 2-1	細骨材之級配標準	2-154
表 2-2	細骨材之有害物含量限度	2-155
表 2-3	粗骨材之級配標準	2-155
表 2-4	粗骨材之有害物含量限度	2-156
表 2-5	美國ACI混凝土規範(318-56)	2-161
表 2-6	美國ACI混凝土規範(318-63)	2-162

水土保持手冊 — 貳、工程篇

I、概 論

第一章 野溪治理

1.1 前言

野溪治理係指位於普通河川中上游或丘陵台地邊緣之小溪流，因天然因素或人為開發之影響，致使溪岸溪床發生侵蝕、淘刷、崩塌、產生土石淤積河道及亂流之不穩定河道，所實施之治理工程。其目的在防止或減輕河道侵蝕、淘刷與崩塌，並有效控制土砂生產與移動，達成穩定流心，減少洪水與泥砂災害。治理之基本對象是以泥砂來源及災害發生地區為主，實施經濟有效之治理措施，防範災害。

1.2 規劃設計原則

1. 治理區域之確定：依據實地調查資料將沖蝕或崩塌嚴重地區、泥砂堆積區、潛在危險地區及預定保護區列為治理對象，參照當地社會經濟環境劃定治理區域。治理區域之選定與工程之投資、效益、施工及維護關係密切，應詳加調查研判選擇。
2. 治理計畫應具整體性：以集水區為單元，應用系統觀念及原理研擬整體性治理計畫。並依自然條件、社會經濟、財務、資源及土地利用現況及區域規劃、工程重要性、施工難易、交通等條件，以計量方式研擬可行處理方案。
3. 治理計畫應按其重要性排定優先順序。
4. 治理計畫與鄰近集水區之關連性應予以考量。

1.3 方法及措施

1. 集水區內溪流之治理，由於形成之危害因子較為複雜，其工程方法之選擇，除需符合技術性目標外，尚需參酌當地之自然環境、工程環境及社會經濟狀況，來選定適當之治理工法。
- 茲就災害之治理對象與相關治理工程列表於下，供為規劃之參考。

表1-1 災害之治理對象與相關治理工程

治 理 對 象	相 關 治 理 工 程
1.坡面沖蝕，沖蝕溝發達地區	造林、植生、蝕溝治理、縱橫向排水、山腹工、節制壩
2.河岸崩塌地區	防砂壩、固床工、潛壩、護岸、丁壩、植生、排水
3.亂流河段	潛壩、整流工程、防砂壩、堤防、丁壩
4.淤砂嚴重河段	防砂壩、潛壩、溜淤工程、土壩
5.縱向沖蝕河段	防砂壩、固床工、潛壩
6.土石流地區	防砂壩、固床工、連續壩、溜淤工程
7.滯洪（地區）	滯洪壩

以上諸項治理方法對集水區野溪治理工程而言，很難以單項處理達成預期之成效，為期發揮構造物之最有效功能達成預期目標，應依其治理目的相互配合應用。

2. 洪水量估算之基準

- (1)防砂壩及潛壩以50年一次頻率之降雨強度計算。
- (2)整流工程、堤防、護岸、丁壩等，以25~50年發生一次頻率之降雨強度為設計原則，小坑溝得採用25年頻率計算。都市人口密集區域或重要建設之上游集水區，得視其重要性及社會環境，採用50年以上一次頻率降雨強度計算。
- (3)排洪斷面應考慮洪水挾帶泥砂、漂流木而加大10%~50% (依構造物不同而定)。各項工程之施設位置應根據調查資料分析研判，並參酌地形、地質、溪流特性及興建之目的，予以妥適之選定。
- (4)河床坡度陡峻，河幅狹窄之溪流不宜設計較高之防砂壩(超過 5公尺)，應採用連續低壩群較經濟有效。實施整流工程時，應配合固床工將河床調整為階梯狀。
- (5)整流工程之最上游，宜配合興建防砂壩或潛壩。最下游應設固床工及消能設施，同時應對下游地區之安全性加以慎重檢討，以能配合下游河川治理工程最為理想。
- (6)丁壩以配合堤防、護岸為原則，溪幅寬度小於30公尺之溪段不宜設置丁壩。設計丁壩挑離流心時，應特別注意對岸之安全。
- (7)堤防、護岸及整流工程宜儘量採用直線設計，遇轉彎時凹岸應加高

及加強保護，其曲率半徑宜在溪寬之10~20倍以上或酌予加大河寬10%~20%。

1.4 注意事項

1. 施工便道應妥善安排，儘量減少挖土破壞水土保持及周圍環境。
2. 挖填所剩土方應妥善堆置，並做好水土保持措施，避免阻塞水流。
3. 防砂壩壩翼及基礎開挖作業，若使用炸藥爆破時應適量使用，避免鬆動旁邊土石，而影響其強度。
4. 回填應確實夯實，必要時可以混凝土或砌石補強。
5. 基礎開挖至設計深度，發現土質鬆軟應即辦理變更設計加深基礎或打樁加強。
6. 施工排水應注意突發性暴雨，避免基礎埋沒，材料器具流失。

第二章 坑溝整治

2.1 前言

坑溝整治係運用工程方法，使活動的坑溝恢復穩定、不再繼續惡化的處理。

坑溝係因天然因素，或因不當之土地利用，造成沖蝕加速，使蝕溝擴大加深而成坑溝。活動的坑溝若不及早加以整治，勢將繼續擴大惡化，不但使坑溝所通過的地區受害，其產生之泥沙、洪水更將危及下游地區之人民生命財產、公共設施之安全及其經濟效益。因此坑溝整治為水土保持重要工作之一。

本章有效範圍以溝寬20公尺以下，集水區面積介於5~20公頃之坑溝為原則；超過該範圍者，其處理方法請參照“野溪治理”章。

2.2 規劃設計原則：

坑溝整治方法需因地制宜，按其處理目的、坑溝大小、集水面積、溝床坡降、土壤性質、排水狀況、覆蓋情形、土地利用、施工器材，以及所需控制程度等因子，決定適宜的方法；依其需要性與經濟性並配合兩岸之水土保持處理及下游野溪治理作系統性之規劃設計。

一般而言，採用單一坑溝整治方法常難達成其目標，往往需數種方法相互配合運用。

2.3 方法及措施：

1.分散逕流：建載水工程，以減少逕流進入坑溝。

(1)截水溝：為攔截全部或部分逕流至安全地點之溝渠。用於溝頭處理時，宜設在溝頭上方適當地點。

(2)溝面整理：整理坑溝使成較平緩坡面，以穩定水流。坑溝兩岸之危崖、易滑落之草木石塊應先行清除，以防阻塞坑溝。適於施設機具通過或水流不穩定之坑溝。

2.構建護岸：為防止坑溝向兩岸擴張，應於坑溝彎道處設置護岸工程。

3.控制流心：設置整流工程，控制水流、防止流心偏離，避免坑溝範圍擴大。

4.構築固床工、節制壩等：為調整溝床坡降、固定水道、攔阻泥砂、穩

定坑溝。

5. 構築滯洪湖及滯洪壩：以遲滯洪流到達時間及降低洪峰流量。
6. 構築防砂壩：泥砂量較大之坑溝應構築之。

2.4 注意事項：

1. 宜配合兩側水土保持處理。
2. 交通不便地區，儘量採用索道輸送材料及機具，避免開闢施工便道。
3. 土方工程宜於旱季施工。
4. 剩餘土方除供回填外，應堆置於安全地區。
5. 土石及構造物工程施工，應減少非必要地區之坡面及植生破壞。

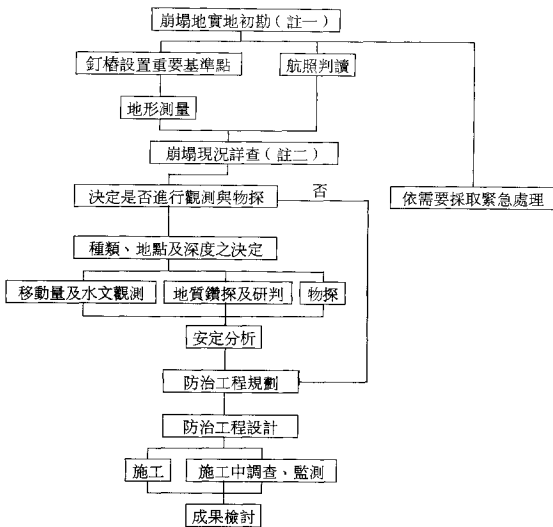
第三章 崩塌地調查與處理

3.1 前言

崩塌地處理係利用工程與植生方法，將崩塌地加以整治使之達到安全穩定之目的。台灣常見之崩塌類型可分為：山崩、地滑、潛移、土石流、沖蝕五大類。山崩型之移動塊體移動過程中，其塊體之破壞程度大，呈分崩離析狀態；地滑型之滑動塊體滑動過程中，其塊體之破壞性不大，並大致保持其與未滑動塊體之原來關係；潛移型之滑動塊體移動速度極緩，且滑動面不明顯；土石流型是泥、砂、礫及巨石等固態物質與水之混合物受重力作用後產生之流動現象，其流動速度極快；沖蝕型為坡面蝕溝刷深並與兩側崩塌作用交互進行。崩塌地處理之步驟首重崩塌之原因及崩塌類型之調查，再根據地形、地質及土壤之特性，進行穩定之分析，並採取適當之保護設施。

3.2 規劃設計原則

1. 崩塌地調查及處理應依據圖3-1所示之流程圖辦理。
2. 崩塌地調查前，應先了解崩塌地及鄰近地區之自然及人文環境。蒐集之資料包括地形、地物、地質、土壤、氣象水文、土地利用史、不同日期拍攝之航空照片、文獻報告(專業技術、歷史性刊物等)、報紙新聞、過去發生災害之記錄及既有之防災措施等。
3. 調查範圍至少應大於崩塌地所屬之最小集水區及災害區，按崩塌類型、規模、誘因及影響範圍，進行必要之調查，如現場調查(地形、地物、地質、植生、土地利用及災害現況之調查)、測量(地形、縱斷面及橫斷面)、物探、地質鑽探、地下水狀況調查(地下水位、孔隙水壓、地下水脈絡、滲透性、水質分析)、滑動面調查及地表、地中移動量之觀測等。現況調查之同時，並應視情況採取緊急處理措施。
4. 緊急處理措施包括警告標誌、臨時性排水設施、防止地表水滲入(如鋪塑膠布、裂縫以粘土填塞等)、坡趾加固(如堆土、蛇籠等)，並嚴密監測邊坡之動態。
5. 防治工程之規模可根據崩塌之嚴重性、保全對象之重要性及經費之狀況，作為決定之參考準則。



註一：(地形、地質、植生、水文等)

註二：(地形、地質、自然與社會環境、植生、水文等)

圖3-1 崩場地調查與處理流程圖

6. 若崩塌嚴重、保全對象重要、經費許可，則應作崩塌機制調查。機制調查是針對崩場地，各滑動土體內之地質、滑動面深度、滑動型態、規模、滑動土層區分、水文等進行三度空間之調查。調查之方法常利用調查測線之設置、鑽探、力學試驗及邊坡穩定分析等工作完成之。
7. 防治工程施工中應繼續進行調查及監測工作，必要時應採取適當之應變措施。

3.3 方法與對策

崩塌地整治工程可分為抑制工程與抑止工程兩大類。抑制工程是指以改變邊坡之地形或地下水等自然環境，來穩定邊坡的各種工程設施，如整坡、排水等；抑止工程是指以工程結構來抗制滑動，具即效性，如樁、擋土牆等。整治工程除了應考慮最佳報酬率外，整個計畫的緩急程度亦不容忽視，故整治工程應依各種調查結果擇一或組合數種工法，做最有效的應用。

1. 地表排水工程

通常使用水溝(應採用不透水性之構造物。在可能發生地滑處，宜採用撓性構造物)、滲透防止工程(材料有粘土、塑膠布、瀝青等)。

2. 地下水排除工程

地下水排除工程有暗渠、排水孔、集水井、地下截水工程等。暗渠工程宜置於滑落崖下部之地形變化處，及坡面凹陷部等地表水易於蓄集之處。排水孔乃利用鑽孔排水，鑽孔仰角常大於 5° (使地下水能自然流出為原則)，並儘可能貫穿含水層。此外，通常亦依據地下水調查狀況，配置集水井。

地下水截水工程常利用版樁或灌漿，將崩塌地以外之淺層地下水加以攔截，再利用暗渠將其誘導至地表排除之。

3. 挖方工程

挖方工程應以最能減輕驅動力，且不影響挖方區上部邊坡穩定等因素，來決定挖方區及挖方深度。通常開挖成階段式之坡面，以避免邊坡過長，且坡面應加保護。

4. 填方工程

填方之基礎不得因填土面發生破壞，且在填土前，必須將植生清除乾淨。坡面之處理，請參考邊坡穩定章。

5. 擋土工程

擋土工程種類繁多，設置地點以不因挖掘基礎而誘發地層滑動之處為原則。

6. 佈樁工程

樁的種類有鋼管樁、合成樁、h鋼樁及鋼筋混凝土樁等。樁的位置應選

在下側邊坡具有足夠的地盤反力之處。

7. 深基礎樁

深基礎樁是在崩塌地上建造大口徑的場鑄樁，以抑止崩塌推力。主要用於打樁工法無法達到穩定，或受地形上限制打樁機無法施工時。種類有鋼襯版及鋼筋混凝土深基礎樁兩種，但因費用昂貴，應與其他工法比較後，再決定採用。

8. 地錨工程

一般地錨間隔為1.5~3m，鑽孔角度應選擇最經濟且有效的角度。

9. 坡面保護：常採用農藝方法、植生方法與工程方法或三者配合使用。

請參考5.3節。

3.4 注意事項

1. 對複合式之數個滑動面，擋土設施之位置應審慎決定，避免造成對下方滑動面形成加載之情況。
2. 植生調查須特別注意樹木枯萎、樹幹裂開或彎曲、傾倒等異常現象。
3. 地形測量之基準應設置於崩塌地外之穩定區。
4. 調查主測線應訂在滑動土體的代表位置上。
5. 鑽探深度一般以達滑動面或基盤為目標，再加上充裕的深度。
6. 安定分析之安全係數，視保護對象之重要性、距離、位置及災害發生之危險度而定。
7. 擋土工程、樁工程、沈箱基礎、地錨工程應確實安置於穩固岩盤地中。

第四章 土石流防治

4.1 前言

土石流是泥、砂、礫及巨石等物質與水之混合物受重力作用後所產生之流動體。巨觀而言，水與固態物質間因充分混合之結果，使土石流之運動型態與力學機制，脫離一般牛頓性流體之範疇，而呈現較複雜之力學特性。

綜合以往之研究及現場觀測結果，一般而言，土石流具備下列諸特性：

1. 土石流的組成材料中砂礫之粒徑分佈受地質、風化程度等之影響，其大小自數公尺至0.01公厘以下，分佈範圍十分廣泛。
2. 依組成材料之粒徑分佈，可將土石流概分如下：
礫石型土石流：0.1公厘以下微細粒子之含量在10%以下者。
泥石流型土石流：0.1公厘以下微細粒子之含量在50%以上者。
微細粒子含量在10%~50%間者，暫以一般型土石流稱之。
3. 土石流之單位體積重量(流動中)約在 $1400\text{kg/m}^3\sim 2300\text{kg/m}^3$ 間。
4. 土石流常呈間歇性之流動，當前端部份受阻而停止時，其後續部份會因慣性而產生壅高，並因壓力之加大迫使前端再次流動。
5. 土石流前端部份呈波浪狀，並常有巨礫集中之現象(如圖4-1)。相對於土石流前端部份大量之巨石，其後續部份礫石之大小及濃度等皆減小。
6. 土石流於流動中之橫斷形狀，在前端部份其中央呈隆起之形狀，而在後續部份，其中央則呈凹下之形狀(如圖4-1)。
7. 土石流表面之流速明顯的高於其平均流速，顯示土石流具有表面快而底面慢之流速分佈特性。
8. 土石流之流動速度受其所含有之土石之粒徑、濃度及溪谷坡度所影響。礫石型之土石流其流速約在 $3\sim 10\text{m/s}$ ，而泥石流型之土石流則為約 $2\sim 20\text{m/s}$ 。
9. 土石流常於溪谷出口等坡度緩、寬度大之地點形成扇狀堆積地。
10. 土石流發生地點之坡度大約在 $15^\circ\sim 30^\circ$ 間為最多，而堆積地點之坡度以

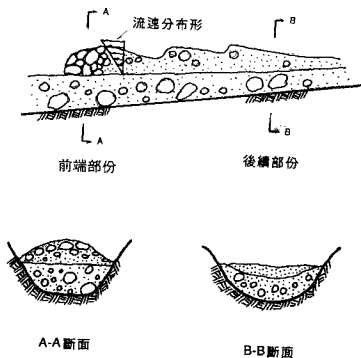


圖4-1 土石流流動之縱橫斷面圖

在 $3^{\circ}\sim 6^{\circ}$ 間為最多。

土石流除具上列諸特性外，在其發展過程中更包含四個重要階段：發生階段、流動階段、淤積階段及停止階段。各階段皆需滿足特定之物理條件（濃度、坡度等）方能得以持續，因此就土石流防治而言，若能針對以上諸特性及各階段之差異性從事規劃與設計，則能有效且經濟的防止土石流之災害，進而保護居民生命財產及公共設施的安全，並維護自然環境。

4.2 規劃設計原則

土石流防治措施之規劃與設計應掌握下列原則：

1. 土石流危險溪流與區域之確定：

利用地形圖及航空照片並配合現場調查，可以有效的判釋出具有土石流潛在危險之溪流與區域。準確的危險溪流判釋，可以使規劃與設計先期化，防止土石流災害於未然。

2. 業經確定為具有土石流潛在危險之溪流或區域，在硬體之防治措施未