

社區 坡地災害 環境檢查手冊

延 伸 閱 讀



左：社區地震災害環境檢查手冊
右：社區水災環境檢查手冊



行政法人 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

23143 新北市新店區北新路三段200號9樓
9F., No.200, Sec. 3, Beisin Rd., Sindian District, New Taipei City 23143, Taiwan(R.O.C)
TEL: +886-2-8195-8600 FAX: +886-2-8912-7766

社區坡地災害
環境檢查手冊

社區 坡地災害 環境檢查手冊

本手冊可作為社區進行坡地災害環境檢查的工具書，從環境檢查的事前籌備、環境檢查操作流程與方法，以及如何判斷社區內可能發生坡地災害的類型與位置，皆有詳細的說明。最後告訴讀者如何根據檢查結果，繪製社區專屬的坡地防災地圖，並且說明怎麼應用坡地防災地圖，協助社區規劃各項災害整備與應變工作。

社區 坡地災害

環境檢查手冊

作者：林又青、林聖琪、張志新、劉怡君、曾敏惠

社區坡地災害

環境檢查手冊

第一章 為什麼要做社區災害環境檢查

一、事前準備工作	11
1. 尋找社區地圖	11
2. 掌握社區概況	13
二、進行災害環境檢查	14
1. 形成踏勘小組	14
2. 規劃路線與工具	15
3. 執行實地踏勘	16
三、呈現環境檢查結果	18

第二章 臺灣面臨的坡地災害威脅

一、重大坡地災害事件	22
二、山坡地環境特徵	25
三、坡地災害類型	26
1. 落石	27
2. 岩體滑動	27
3. 順向坡	28
4. 岩屑崩滑	29
5. 土石流	29

第三章 坡地災害環境檢查重點

一、整體環境檢查項目	33	二、細部環境檢查項目	47
1. 陡峭邊坡	34	1. 道路與橋梁	47
2. 填方區	36	1-1 排水溝設計	47
3. 崩積土坡	38	1-2 道路路面	48
4. 順向坡	40	1-3 聯外橋梁	50
5. 溪溝或土石流潛勢溪流	41	2. 河岸與河床	51
5-1 溪溝	41	2-1 坡腳侵蝕	51
5-2 土石流潛勢溪流	42	2-2 土砂淤積	52
6. 河流	44	2-3 防砂設施	53
6-1 河岸侵蝕	44	3. 邊坡	54
6-2 河階台地	45	3-1 崩塌地	54
7. 堰塞湖	46	3-2 裂縫	56
		3-3 樹木或電線桿	57
		3-4 異常出水	58
		4. 擋土設施	59
		4-1 擋土牆高度與距離	59
		4-2 擋土牆結構	60
		4-3 地錨錨頭	61
		5. 建築物	62
		5-1 外觀與結構	62
		5-2 排水溝	64

第四章 檢查後的下一步

一、繪製坡地防災地圖	68
二、建立社區防救災組織	69
三、擬定坡地災害緊急應變計畫	72
四、掌握社區坡地災害風險	76
五、規劃社區未來發展方向	77

整體環境
檢查項目一覽表

78

細部環境
檢查項目一覽表

79

手冊編撰目的

由國家災害防救科技中心所編撰的「社區坡地災害環境檢查手冊」，主要是提供有意推動防災社區之人員或機構，作為產製坡地防災地圖時的工具書。這本手冊的內容著重於坡地災害專業知識的學習，配合環境檢查項目與操作方法的運用，進一步判斷社區內可能發生的坡地災害類型與位置，並據此評估坡地災害風險，之後再展開各項社區防救災工作。無論是社區民眾、民間組織、行政機關或是學術單位，均可透過本手冊所介紹的操作流程，獲取相關的知識與技術，然後用以幫助社區針對坡地災害進行自主環境檢查。

第一章 為什麼要做社區 災害環境檢查



本章介紹社區坡地災害環境檢查流程，依序說明進行環境檢查時，事前所需的準備工作、執行中的工作重點與操作方法，以及調查完成後如何有系統地整理所獲得的資訊，並製作出一張坡地防災地圖。

- 一、事前準備工作
- 二、進行災害環境檢查
- 三、呈現環境檢查結果

第二章 臺灣面臨的 坡地災害威脅



本章列出了臺灣發生過的重大坡地災害事件，同時透過坡地災害類型與災情的介紹，讓大家可以更加瞭解坡地災害的環境特徵與所造成的破壞型態。

- 一、重大坡地災害事件
- 二、山坡地環境特徵
- 三、坡地災害類型

第三章 坡地災害 環境檢查重點



本章詳細介紹了坡地災害環境檢查項目，包含「整體環境」與「細部環境」兩個類別。大家可以依據本手冊中的檢查項目逐一檢查社區環境，也可以單獨針對社區急迫需要的部分進行檢查。

一、整體環境檢查項目

- ☐ 陡峭邊坡 ☐ 填方區 ☐ 崩積土坡 ☐ 順向坡
- ☐ 溪溝或土石流潛勢溪流 ☐ 河流 ☐ 堰塞湖

二、細部環境檢查項目

- ☐ 道路與橋梁 ☐ 河岸與河床 ☐ 邊坡
- ☐ 擋土設施 ☐ 建築物

第四章 檢查後的下一步



本章說明如何根據坡地災害環境檢查結果，繪製社區專屬的坡地防災地圖。同時，也告訴大家如何應用坡地防災地圖，協助社區規劃各項災害整備與應變工作。

- 一、繪製坡地防災地圖
- 二、建立社區防救災組織
- 三、擬定坡地災害緊急應變計畫
- 四、掌握社區坡地災害風險
- 五、規劃社區未來發展方向

手冊圖示說明



專家叮嚀



知識補充



判釋方法



檢核點



細部檢查項目索引





第一章 為什麼要做 社區災害 環境檢查

第一章

為什麼要做 社區災害環境檢查



過去數十年間，每逢颱風豪雨往往會發生坡地災害事件，小則造成道路中斷或民眾財產損失，大則導致人命傷亡等災情。造成此一現象主要是因為全臺約有三分之二的面積為山坡地，且多屬於坡度陡峭或地質脆弱地區。雖然山坡地區域發生坡地災害的風險必然比較高，但是隨著經濟發展、人口成長以及都市擴張等，山坡地的開發已成為當前社會發展的必然趨勢。

很多坡地災害事件的發生，經常都是我們對於社區環境瞭解不足所造成的。舉例來說，社區裡存在土石流潛勢溪流、房舍正好座落在陡坡下方，或者房子後方的擋土牆已經出現裂縫等。因為不知道社區環境中存在這些坡地災害威脅，導致民眾缺乏危機意識。事實上，社區環境安全需要大家一起關心、改善以及維護，才能減少災害發生機會、減輕災害發生時所造成的衝擊，甚至降低人命傷亡與財產損失。

換句話說，如果社區平時就知道可能發生的坡地災害類型、發生區位以及影響範圍等資訊，就能事先針對一些突發的災害狀況擬訂因應對策，或者規劃避難據點與疏散路線。當颱風豪雨發生時，社區組織可以定時巡邏這些危險地點、監控雨量或河川水位等，若住家正好位於坡地災害影響範圍內，也可以預先做好疏散避難的準備。



▲ 農村型社區多位在環山傍水處，這類的環境雖然優美，但卻潛藏許多坡地災害致災因子（王貞儒攝）。

▼ 隨著都市擴張，都會地區周邊的山坡地往往集中開發成高樓林立的都會型社區，一旦發生坡地災害，將造成嚴重的傷亡與損失（洪如江攝）。



坡地災害環境檢查就如同身體健康檢查一樣，可以幫助社區發掘一些潛藏於環境中的災害問題。身體健康檢查是藉由各種醫療儀器進行檢查，再配合醫生的專業判斷，以獲知身體所傳達出來的訊息，並據此分析、診斷身體健康狀況。若檢查後發現一些疾病的警訊，我們也可以根據醫生提出的建議方案，及早進行治療或者改善飲食與作息，以期早日恢復身體健康。相同地，社區若能進行坡地災害方面的健康檢查，透過實地踏勘、調查以及分析來診斷居住環境，就能找出社區的坡地災害風險。如此一來，社區就可以擬訂適合的改善方法或因應對策，藉以降低坡地災害威脅。

1

事前準備工作



尋找社區地圖

Google Map
Google Earth
農林航測所
民間公司



掌握社區概況

社區基本資料
坡地災害潛勢資料
歷史坡地災害資料

2

進行災害環境檢查

形成踏勘小組



規劃路線與工具



執行實地踏勘

討論 / 拍照 / 記錄



坡地災害環境檢查重點

整體 陡峭邊坡 填方區 崩積土坡
順向坡 溪溝 / 土石流潛勢溪流
河流 堰塞湖

細部 道路與橋梁 河岸與河床 邊坡
擋土設施 建築物

3

呈現環境檢查結果



整理照片與記錄



綜合分析與診斷



繪製環境檢查地圖

災害環境檢查是防災社區推動過程中最基礎也是最重要的工作，整個執行過程分為三個步驟，依序為「事前準備工作」、「進行災害環境檢查」以及「呈現環境檢查結果」。接下來，就讓我們一起來看看要如何進行檢查吧！

社區災害環境檢查流程

一張合適的社區地圖可以幫助大家掌握社區環境特徵，在討論時能夠更準確地指明地點，檢查時也能更具體地掌握環境資訊。

一、事前準備工作

工欲善其事，必先利其器！有了完善的事前準備，就能夠順利進行災害環境檢查，也能夠得到比較豐碩的檢查成果。在進行災害環境檢查前，有兩項重要的事前準備工作，分別是「尋找社區地圖」與「掌握社區概況」。

1. 尋找社區地圖

社區地圖是災害環境檢查過程中最基本的工具。社區地圖不但有助於在實地踏勘前掌握社區實質環境概況，大家也可以在地圖上先確認需要調查的區位，然後再規劃踏勘路線。在實地踏勘過後，可以將檢查結果呈現於地圖上，並經由共同討論來診斷社區的坡地災害風險。日後，更可以透過電腦軟體加以後製，進一步繪製成社區專屬的坡地防災地圖，方便民眾閱讀與掌握社區防救災資訊。

適合作為坡地災害環境檢查的社區地圖，除了必須包含完整的社區行政轄區範圍，還必須清楚看到山岳、溪河等自然環境特徵，以及社區內的建築物、道路、橋梁等分布位置。一般常見的航空照片圖或是衛星影像圖等，都很適合災害環境檢查時使用，而最容易取得社區地圖的方式是利用 Google 網站上所提供的地圖，例如：

- Google 地圖（Google Map）具有一般地圖、衛星影像、地形等資訊。
- Google 地球（Google Earth）則具有立體 3D 圖層。



Google Map
衛星影像圖

圖片來源：Google 地圖，
<https://maps.google.com.tw/>

Google Map
地形圖

圖片來源：Google 地圖，
<https://maps.google.com.tw/>



Google Earth
立體 3D 圖

圖片來源：Google 地球，
<http://www.google.com/earth/>



使用 Google 網站上的地圖不需付費，而且隨時可取得，是一個相當便利的方法。不過有時候在非都市地區，Google 地圖的影像解析度比較不清晰，可能無法清楚辨識社區的細部環境特徵；若想要取得解析度較佳的社區地圖，可以向行政院農業委員會林務局農林航空測量所（以下簡稱農林航測所）或是航測影像拍攝的公司行號等購買圖資。

2. 掌握社區概況

在進行身體健康檢查之前，通常會需要填寫個人基本資料，醫生會根據這份資料初步掌握我們的身體狀況或過去病史，然後再針對後續的各項檢查數值加以評估，以便進行綜合診斷。同樣地，在實際執行災害環境檢查之前，透過事先蒐集社區的基本資料、坡地災害潛勢資料以及歷史坡地災害等資料，用來協助判斷社區內坡地災害可能發生的類型、地點以及影響範圍，作為規劃災害環境檢查重點與路線時的依據。

社區相關資料可以從許多管道獲得，例如透過二手資料的蒐集：瀏覽社區文宣品、閱讀相關報告以及上網搜尋新聞事件等；或是利用訪談社區居民的方式，獲知社區的災害經驗，其中地方上的耆老或社區幹部，因為長期居住在社區或對於社區環境較為熟悉，都是蒐集社區坡地災害經驗時的重要資訊來源。另外，可以透過查詢社區地圖來掌握社區環境特徵，並初步判釋社區可能面臨的坡地災害類型，可蒐集的管道與資訊內容如下：

社區資料查詢方式

社區基本資料

查詢方式

- ① 縣市政府網站 <http://www.ey.gov.tw/link4.aspx?n=09879038179BD724>
- ② 臺灣社區通網站 <http://sixstar.moc.gov.tw/>
- ③ Google 地圖 <http://www.google.com.tw/maps>

從航照圖上初步判釋社區類型、自然環境、地理環境以及公共場所的特徵和分布位置。

- ④ 以社區名稱為關鍵字查詢。

資訊蒐集內容

- 行政區位：所屬縣（市）、鄉（鎮、市、區）、村（里）。
- 公共設施：建築物聚集區、社區主要道路、聯外道路或橋梁、鐵路、公園、廣場等。
- 自然環境：山（山與平地的交界處）、水（溪河、湖泊、埤塘、水圳）、綠地等。
- 重要場所：學校、醫院、警消、村（里）辦公室、社區活動中心、教堂、廟宇、地標等。

坡地災害潛勢資料

查詢方式

- ① 可參考本手冊第二章與第三章所述的坡地災害類型與調查項目，進行社區環境調查。
- ② 經濟部中央地質調查所「地質資料整合查詢系統」
<http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm>
- ③ 經濟部中央地質調查所「坡地環境地質資料庫查詢系統」
<http://envgeo.moeacgs.gov.tw/geoenv/default.asp>
提供全臺詳細的基本地質、活動斷層與環境地質等調查圖層。
- ④ 行政院農業委員會水土保持局「土石流防災資訊網」<http://246.swcb.gov.tw/>
提供年度公告的土石流潛勢溪流分布位置圖、疏散避難地圖、警戒基準值等，同時也有土石流相關知識。

社區資料查詢方式

- ⑤ 交通部公路總局「公路防救災資訊系統」<http://bobe168.tw/>
可以查詢即時道路、橋梁災情以及預警性封閉路段等資訊。
- ⑥ 國家災害防救科技中心「災害潛勢地圖網站」<http://satis.ncdr.nat.gov.tw/Dmap/>
在坡地災害潛勢地圖中，提供崩塌、土石流等坡地災害潛勢區位所在位置。此外，也提供各村（里）的坡地、土石流等災害雨量警戒值。

資訊蒐集內容

- 社區的環境地質和斷層位置資料。
- 崩塌災害潛勢區位與土石流潛勢溪流位置圖。
- 村里的崩塌與土石流災害雨量警戒值。
- 歷史公路災情與公路封閉資訊。

歷史坡地災害資料

查詢方式

- ① 行政院農業委員會水土保持局「土石流防災資訊網」<http://246.swcb.gov.tw/index.aspx>
提供重大土石流災情報告。
- ② 交通部公路總局「公路防救災資訊系統」<http://bobe168.tw/>
提供歷史公路災情報告。
- ③ 社區名稱關鍵字查詢，例如：「○○村，土石流」或者「○○里，擋土牆崩塌」
用關鍵字找尋社區的歷史災情。

資訊蒐集內容

- 社區重大坡地災害事件：事件發生時間、災害地點與影響範圍、災情損失、致災原因以及降雨量等。
- 颱風豪雨期間社區面臨的問題：疏散避難、收容安置、聯外交通中斷、資訊傳遞以及救援救護等。



由不同背景與性別之成員所組成的踏勘小組，在實地踏勘過程中可以發掘出更多的坡地災害風險與防救災課題，而且實地踏勘的執行成果也會比較客觀與完整。

二、進行災害環境檢查

災害環境檢查主要希望創造民眾親自走訪社區的機會，透過參與檢查的過程，共同找出社區環境中隱藏的坡地災害風險，進而喚起大家的防災意識。災害環境檢查主要由三個步驟組成，依序為「形成踏勘小組」、「規劃路線與工具」以及「執行實地踏勘」。

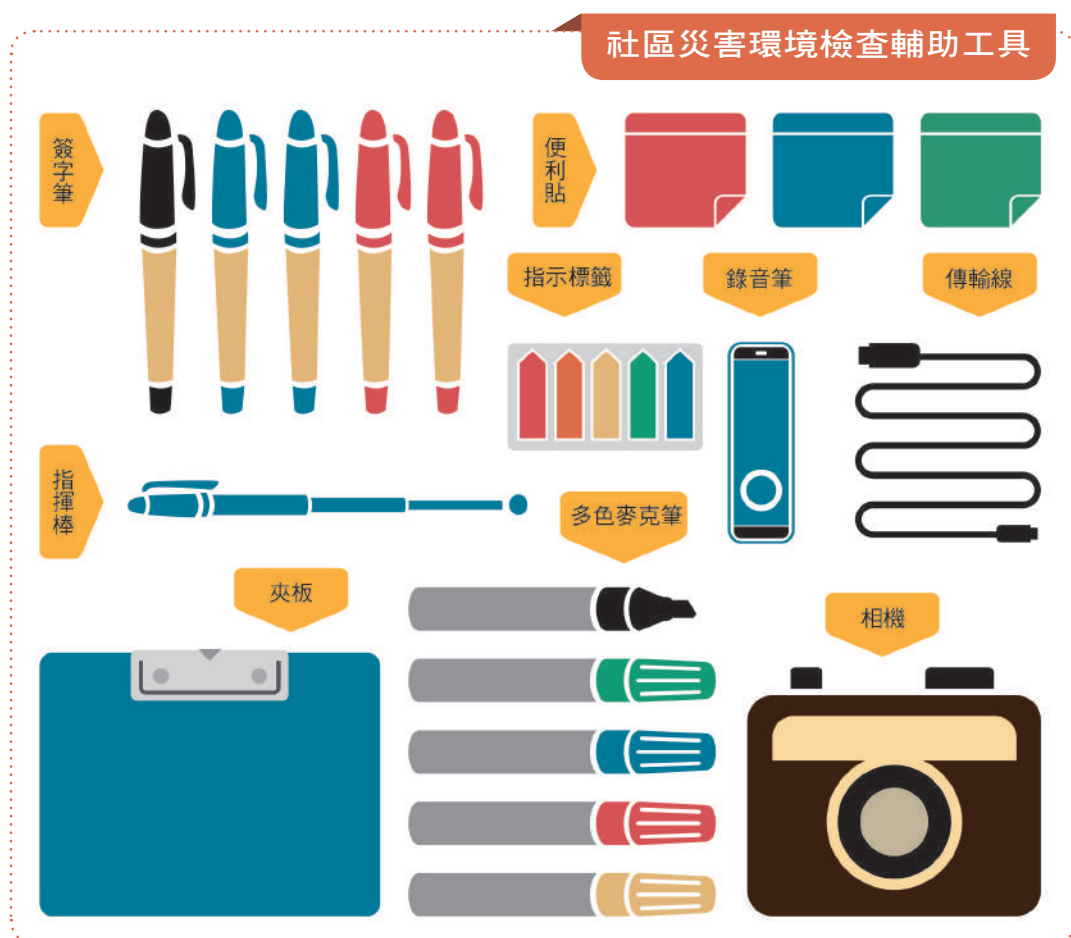
1. 形成踏勘小組

考量到執行上的便利與效率，建議可以先形成一個踏勘小組。待小組討論後確認實地踏勘的地點、路線以及調查重點，並備齊所需工具後，再邀集社區居民共同參與踏勘。在實地踏勘時，每一組的成員數以 8～15 人為最佳，成員當中除了有當地的社區領袖、組織幹部以及熟悉當地環境的居民之外，最好能包含坡地災害專家或水土保持專家，以及協助文字與影像紀錄的小幫手。

2. 規劃路線與工具

形成踏勘小組之後，成員們可以依據社區基本資料、坡地災害潛勢資料以及歷史坡地災害資料的蒐集結果，研判需要進行調查的地點，然後再規劃踏勘路線。一般來說，執行實地踏勘的時間應該盡量控制在兩小時以內，避免大家過於疲憊。若規劃路線時發現無法在時間內看完所有的地點，則可以考慮刪除一些較偏遠的地點；或是根據民眾居住的區域進行分組，並規劃數條路線，然後同時進行踏勘，或者也可以將踏勘活動分為 2 ～ 3 次進行。

在執行實地踏勘之前，需將社區地圖放大印成全開或半開，並固定在堅硬的板子上（如紙板或 PP 板）。同時，還需要一些輔助工具，以便將踏勘過程中觀察到的資訊立即記錄下來。這些輔助工具包含了：數位照相機、油性麥克筆（多色）、簽字筆（粗頭）、指示標籤、便利貼、夾板、錄音筆等。





在實地踏勘過程中，應盡量邀請每位參與者分享自己的想法與經驗，以獲取更全面的資訊。

社區居民：提供歷史災情、生活經驗或對於坡地災害的隱憂。

坡地災害專家：說明坡地災害的成因、判斷發生徵兆以及監控方法。



基本上，每個地點僅需用 1～2 張照片代表即可，因此拍照時必須特別留意照片能否清楚呈現坡地災害的現象與特徵。

3. 執行實地踏勘

大家可依照本手冊第三章所列出的坡地災害環境檢查項目，透過現地觀察、共同討論的方式，針對「整體環境」與「細部環境」兩大面向來調查。

整體環境檢查項目

在進行實地踏勘之前，可以先閱讀地圖以掌握社區環境特性。例如，透過地理資訊系統（GIS）的操作，將航照圖套疊上等高線，或者也可以利用 Google 的立體 3D 圖層與衛星影像圖，輔助判釋地形特徵、自然環境以及公共設施等分布位置。同時，配合坡地災害潛勢與歷史坡地災害資料的蒐集結果，檢視社區周遭環境是否存有容易發生坡地災害之區位（詳細內容可參考本手冊第三章所述）：

- (1) 陡峭邊坡
- (2) 填方區
- (3) 崩積土坡
- (4) 順向坡
- (5) 溪溝或土石流潛勢溪流
- (6) 河流
- (7) 堰塞湖

細部環境檢查項目

在找出了可能發生坡地災害的區位之後，需再進一步進行細部環境檢查，以確認是否有坡地災害發生的徵兆，並判斷災害發生後可能的影響範圍與造成的衝擊程度為何。細部環境檢查項目主要包含了（詳細內容可參考本手冊第三章所述）：

- (1) 道路與橋梁
- (2) 河岸與河床
- (3) 邊坡
- (4) 擋土設施
- (5) 建築物

實地踏勘流程與執行內容

大家可以將實地踏勘過程中觀察到的現象標示在地圖上，並將重點記錄於便利貼上。若擔心踏勘時來不及記錄，也可以使用錄音筆輔助記錄。同時，在每一個地點的觀察、討論結束後，應該用數位照相機將環境中潛在的坡地致災因子拍攝下來，並將拍攝地點標示於地圖上，以便日後可以整理成較完整的實地踏勘紀錄。



1 引導居民觀察周圍環境與重要設施位置後，在地圖上找到目前的所在位置。



2 詢問居民過去的災害經驗。



3 由專家說明災害成因，並教導居民如何觀察或判斷可能會造成災害的因子，以及提醒居民可以做哪些準備。



6 大家一起分享想法與經驗後，再將坡地災害徵兆拍攝下來，並記得在地圖上標示拍攝的位置。



5 將專家說明的重點及災害徵兆記錄在便利貼上。



4 在地圖上標示災害風險、發生區位以及影響的範圍。

▼ 將坡地災害徵兆拍攝下來。

莫拉克風災導致
潛勢溪流涵管阻塞

土石流因涵管
阻塞而改道

下方果園

將實地踏勘重點書寫於
便利貼上。

莫拉克颱風時這邊水
量很大，土石堆積約
200 公分，導致後面民
宿觀光客受困時，無
法前往救援。

◀ 以圖文方式直接於地圖上
標示災害相關資訊。



社區中的疏散避難據點

社區災害潛勢與歷史災害點位



龍壽國小



活動中心



窯場盜採砂石造成山壁陡峭。



崩塌垂直峭壁壓死十幾個釣魚的人。



颱風豪大雨時，溝渠水溢出。



巨石阻擋水流入，牆上有淹水痕跡。



社區街道巷弄狹小。

三、呈現環境檢查結果

實地踏勘活動結束後，下一個步驟就是有系統地將災害環境檢查結果整理出來。

1

首先，在社區地圖上標示出社區基本資料的位置與名稱，若有坡地災害潛勢區域或歷史坡地災害點位也可以一併標示。



2 然後，將實地踏勘過程中所拍攝的照片印出後，對照便利貼上的紀錄，在地圖上標示出正確的位置。

3 接下來，便是邀請大家針對這些整理過後的照片、便利貼以及地圖，從全面性的角度共同診斷、分析社區的坡地災害風險。



▲ 由民眾與專家共同評估社區坡地災害風險。

這樣一個經由社區和專家互動與溝通的製圖方式，有助於凝聚雙方共識，不但可以確認社區內較危險的區域、規劃避難地點以及疏散路線，或檢視社區在災時可能面臨的防救災問題等；另一方面，透過此一方式所產製的社區防災地圖，比較能貼近社區的真實情況與防救災需求，日後也比較容易受到居民的採納。

◀ 用製圖的方式呈現社區災害環境檢查結果。



在標示過程中，可以用各式的圖示或箭號代表不同的災害類別、影響方向以及範圍，或是緊急應變資源的存放地點等。

在討論過程中，社區居民可以補充在地生活經驗，或是分享社區過去如何因應坡地災害事件；而專家也可以協助判斷坡地災害的致災原因，並分析社區在面對坡地災害時可能面臨的問題。

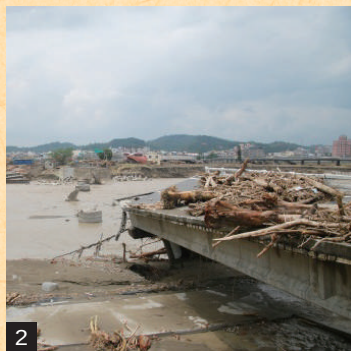
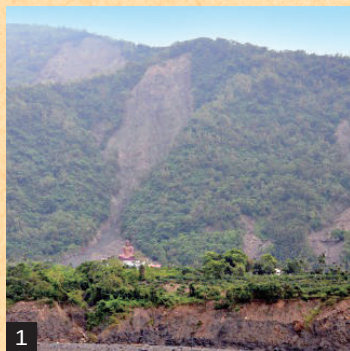


第二章 臺灣面臨的 坡地災害 威脅



第二章

臺灣面臨的 坡地災害威脅



1. 高雄市六龜區新開部落的坡地崩塌與土石流災情。
2. 高雄市旗山溪旗尾橋斷裂，造成旗山、美濃地區交通中斷（柯永彥攝）。
3. 高雄市那瑪夏區南沙魯里半數的房舍，遭到土石流沖毀。 圖片來源：農林航測所。

一、重大坡地災害事件

2009 年 8 月 8 日中度颱風莫拉克在花蓮市附近登陸，中南部地區降下近 3,000 毫米的驚人雨量，導致南投、嘉義、臺南、高雄與屏東等縣市災情慘重。許多沿海或臨河的社區遭逢嚴重淹水災情，而山區聚落亦發生大規模的坡地災害；其中，高雄市的小林、南沙魯、新開等聚落，更因為山坡地崩塌與土石流災害，導致許多民眾喪失寶貴性命。

根據行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會的統計，全臺有 699 人死亡與失蹤、1,766 棟房屋損毀、河川流域淹水面積約 13,304 公頃、產業損失更高達 279.4 億元。直至今日，民眾對莫拉克颱風所造成的災情仍然印象深刻，並從中深刻體認到臺灣位處於高天然災害風險區域的事實。



▲ 高雄市六龜區小林里發生大規模的崩塌，是臺灣有紀錄以來，因為降雨引發單一坡地災害造成最多人罹難的案例。

坡地災害可說是臺灣最常見的天然災害，一旦面臨颱風豪雨，往往就會有規模大小不一的災情產生。下一頁表格整理了 2008 ～ 2012 年期間，災害規模較大或傷亡較嚴重的坡地災害事件。這些震撼人心的坡地災害悲劇，提醒我們不可輕忽坡地災害威脅，並且應該積極重視坡地災害防治工作的重要性。

2008~2012年期間
重大坡地災害
事件一覽表

編號	時間	災害事件	災害說明
1	2008 09/15	辛樂克颱風 南投縣信義鄉豐丘 明隧道口邊坡崩塌	臺21線上豐丘明隧道南端沙里仙洞溪先發生土石流災害，不久隧道北端91K+600處也接著發生嚴重的邊坡崩塌災害，大約有近5萬立方公尺土石滑落，隨即掩埋當時通行中的人員與車輛，造成7人死亡、7人受傷。
2	2008 09/15	辛樂克颱風 南投縣仁愛鄉廬山 溫泉區遭洪水與土 石重創	廬山溫泉區發生歷年來最嚴重的洪水災害，塔羅灣溪兩岸共有10多家飯店遭洪水侵入；其中綺麗溫泉旅館與公主小妹渡假屋因為溪水淘刷地基而倒塌，廬山賓館則是遭後方崩塌的土石所掩埋，造成1人死亡。
3	2009 08/08	莫拉克颱風 高雄市甲仙區小林 里大規模崩塌災害	小林里後方獻肚山發生大規模崩塌，崩塌面積約350公頃，崩塌土方量高達2,500萬立方公尺。當地居民同時遭受崩落的土石與堰塞湖潰壩所害，最後造成491人罹難與失蹤的悲劇。
4	2010 04/25	基隆市七堵區 國道3號順向坡 滑動災害	國道3號3K+100處師公格山，整片順向坡山壁向下崩落到路面上，堆積土石量最高可達33公尺（約11層樓高）。滑落的土石除毀壞了橫跨國道上方的大埔人行跨越橋，造成交通中斷外，並導致4人死亡。
5	2010 09/19	凡那比颱風 屏東縣來義鄉來義 村遭土砂掩沒	來社溪於颱風期間溪水暴漲，將上游河道上嚴重淤積的土石沖向下游，導致來義村的臨時土堤潰決，洪水挾帶土砂直接溢淹到社區內部，造成來義東、西部落內約有52戶民宅受損，掩埋深度最深達1層樓高。
6	2010 10/21	梅姬颱風 蘇花公路蘇澳到東 澳路段落石坍方	蘇花公路蘇澳到東澳路段（112K-116K）發生七處大坍方，數十輛遊覽車因此受困於蘇花公路上，土石崩塌造成至少23人死亡，其中又以116K的災害規模最嚴重，下邊坡路基坍塌深達200公尺。
7	2010 10/21	梅姬颱風 宜蘭縣蘇澳鎮白雲 寺土石流災害	白雲寺後方坡地發生土石流災害，造成寺廟損毀，且直接掩埋寺廟旁的2戶民宅，導致當時在房舍內避難的9名人員全數罹難。
8	2011 02/20	基隆市安樂區 基金一路邊坡 滑動破壞	基金一路上的穎泰家具行後方發生邊坡滑動破壞，崩塌土石瞬間壓毀佔地200多坪的3層樓鐵皮屋，並波及行經當地的4部車輛，造成2人受傷。
9	2011 08/29	南瑪都颱風 屏東縣滿州鄉老佛 野溪土石流災害	老佛野溪在颱風期間陸續爆發三次土石流災害，土石流溢淹影響到周遭民宅、農田以及順天宮，造成8棟房屋受損，其中順天宮完全被掩埋。
10	2012 08/02	蘇拉颱風 花蓮縣秀林鄉和中 村土石流災害	和中村、和仁村與崇德村等地均發生土石流災情，和中野溪流出大量巨石與土砂，撞擊、掩埋了和中村的房屋，造成13戶民宅損毀，所幸無人傷亡。

二、山坡地環境特徵

臺灣有 70% 以上的土地屬於山坡地 ，在地狹人稠的情況下，各項土地利用難免會與山坡地區域有所交集。除此之外，又因山坡地區域地質敏感破碎，一遇豐沛降雨或地震，便容易發生坡地災害；每年的颱風豪雨往往又使得坡地災害頻繁復發，讓大地來不及生息復原。坡地災害的發生除了可以歸因於地形演育的自然過程外，人為因素也可能導致坡地災害的發生，且造成的災害規模與嚴重性更不容忽視 .



參考資料：洪如江 (1999)。坡地災害防治。國立臺灣大學防災國家型科技計畫辦公室執行，行政院國家科學委員會補助。

為了降低坡地災害對人身安全和財產所造成的危害，居住在山坡地的民眾，應該保有居安思危的觀念，盡早具備坡地防避災等相關知識，以期能降低坡地災害的衝擊程度。舉例來說，學習如何尋找容易發生坡地災害的地區，瞭解與掌握坡地災害發生的初期徵兆，並規劃安全的疏散路線與避難地點，以及定期舉辦演練與防救災技能訓練等，皆是社區於平時就可以採取的行動。



山坡地：本手冊中所稱的山坡地，主要是指標高在 100 公尺以上者，或標高未滿 100 公尺，但平均坡度在 5%（即邊坡角度 $\theta = 2.86^\circ$ ）以上者。山坡地的詳細定義可參考「山坡地保育利用條例」第三條規定。



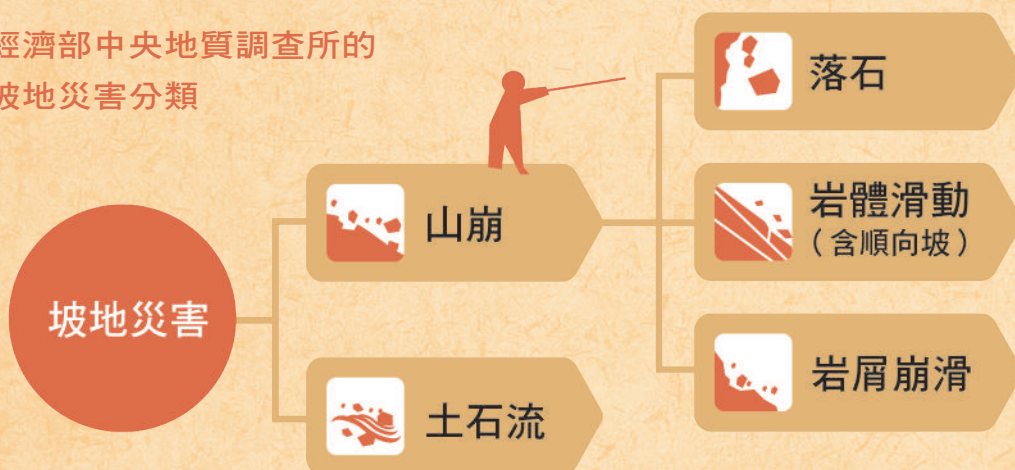
坡地災害發生原因：

- 潛因：指山坡地本身的自然條件，如地形、地質材料、地質構造以及地下水等。
- 誘因：指誘發坡地災害發生的驅動因素，如豪雨、長期降雨、地震、河流淘刷、工程以及人為等因素。

三、坡地災害類型

坡地災害類型相當廣泛，不過目前坡地災害相關管理單位，對於坡地災害的分類尚無統一標準。本手冊參考經濟部中央地質調查所的坡地災害分類¹，將社區可能面臨的坡地災害分為落石、岩體滑動、順向坡、岩屑崩滑以及土石流共五種類型。

經濟部中央地質調查所的
坡地災害分類



坡地災害分類：經濟部中央地質調查所依據「移動種類」與「移動方式」，將坡地災害分為山崩與土石流兩大類，其中山崩又可再細分為落石、岩體滑動與岩屑崩滑。根據前述分類，順向坡屬於岩體滑動災害的一種，但考量近年來順向坡災害頻傳，且災情往往十分嚴重，故本手冊特別獨立介紹順向坡。

坡地災害慣用名詞：坡地災害廣義泛指土壤、岩屑與岩石等坡地材料，因受到重力作用，而發生往向下運動的現象。通常提及坡地災害時，會有以下幾種較常聽到的名詞：

- 一般民眾普遍用「山崩」來統稱所有坡地災害。
- 土木工程界常稱之為「坍方」或「邊坡破壞」。
- 水土保持界則稱為「崩塌」。
- 地質學界中有時稱為「崩山」。
- 公路沿線山崩，多特定使用「坍方」。
- 敘述山崩發生地點時，則多會用「崩塌地」來稱呼。

參考資料：楊樹榮、林忠志、鄭錦桐、潘國樑、蔡如君、李正利（2011）。臺灣常用山崩分類系統。「第十四屆大地工程研討會」發表之論文，桃園。



▲ 陡峭坡地附近常設置有注意落石的警示標誌。



▲ 裸露峭壁地區容易發生落石災害。

1. 落石

指岩塊或岩體從陡峭的岩壁上分離後，以自由落體、滾動或彈跳的方式，快速向下移動的現象。由於落石掉落的力道很大，凡是在落石運動範圍內的人和設施物，都可能被砸到。一般來說，峭壁、斷崖以及峽谷等地形，都是容易發生落石的地區。

2. 岩體滑動

岩體滑動的滑動破壞面通常會深入岩層內，滑動時多是整片岩體完整地往下滑動，滑動範圍甚至可以達數十公頃以上，屬於規模較大、滑動面較深的坡地災害現象。另外，岩體滑動災害也常被稱為地滑或順向坡災害。

▼ 1997 年溫妮颱風所帶來的豐沛雨量導致林肯大郡發生順向坡與擋土牆崩落等災害，共造成 28 人罹難（洪如江攝）。



▲ 臺 24 線往高雄市那瑪夏區途中的順向坡路段，在莫拉克颱風侵襲期間發生滑動與崩塌災害。

3. 順向坡

順向坡災害屬於平面型岩體滑動的一種，臺灣曾發生過的大規模岩體滑動，大多是由順向坡地形所產生的。不過並不是順向坡地形存在，就一定會發生坡地災害，除非有如地下水位變化或順向坡的坡腳  遭切斷而露出等誘因，才會誘發順向坡的滑動。因為順向坡滑動通常事出突然，且滑動速度可能超過每小時 100 公里（或是每秒 28 公尺），不但難以預知且往往逃避不及，所以容易釀成重大災害。

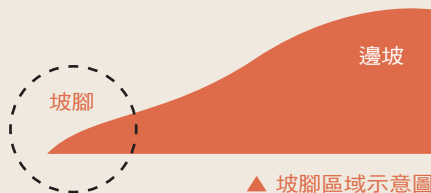


順向坡：指自然邊坡（尤其是岩坡）的坡面與岩層中存在的不連續面（如層面、節理面、劈理面等），兩者間的傾斜方向一致或大致相同者。



▲ 由順向坡剖面可以明顯看出岩層的不連續面方向多呈現一致。

坡腳：指邊坡下方與平地、道路、河流或建築物交接的區域。



▲ 坡腳區域示意圖



4. 岩屑崩滑

岩屑崩滑是臺灣最常見的山崩現象，指較鬆軟破碎的岩屑、崩積層或土壤等材料，在陡坡與緩坡發生崩落與滑動的情形。岩屑崩滑後的裸露坡面經常呈現細長條狀，崩滑下來的土石則大多堆積於坡腳處。

◀ 邊坡發生岩屑崩滑，滑落的土石堆積於坡腳處。



5. 土石流

土石流是指泥、砂石、礫石以及巨石等材料與水混合後，受到重力的影響，沿著斜坡、河道或溝渠等路徑，由高處流至低處的現象。土石流的流速快、沖蝕力道強且衝擊力又大，所以土石流所流經的田地、房屋、道路以及其他設施物，都會遭到嚴重的破壞。

▲ 莫拉克颱風期間，臺南市南化區玉山里羌黃坑社區的建築物遭土石流撞擊沖毀。

▼ 莫拉克颱風期間，高雄市六龜區新發里六龜大佛後方發生土石流，土石掩埋佛像兩側的房舍。







第三章 坡地災害 環境檢查重點

第三章

坡地災害 環境檢查重點



根據過去所發生的坡地災害事件可以發現，坡地災害經常在同一區域重複發生。主要是因為這些地點本身環境比較脆弱（例如：地質條件不佳、坡度陡峭或坡面裸露，且無植被覆蓋等原因），或者位處於容易受到外在因素影響處（例如：溪流攻擊岸或溪流下游出口處），所以在颱風豪雨期間容易再次發生坡地災害。也因此，大家需要親自前往檢查、確認這些容易致災的地點，才能具體掌握社區的坡地災害風險和影響範圍，以便提早作好整備與應變的工作。

這一章將坡地災害環境檢查分為「整體環境」與「細部環境」兩個基本面向。整體環境是從較大的空間尺度來檢視社區周遭的坡地環境，找出易致災環境的特徵與區位所在。細部環境則是在整體環境檢查結束並找出易致災區域後，針對這些地區仔細觀察是否有坡地災害發生的徵兆存在。這兩個基本面向的檢查項目架構可以參考手冊附錄，而每個檢查項目的內容將在本章中加以說明。

社區坡地災害環境檢查流程



一、整體環境檢查項目

坡地災害的整體環境檢查不應侷限在社區主要聚落所處的區域，而是要從宏觀的角度來檢視社區面臨的坡地災害風險。例如，若社區周遭有順向坡、社區聯外道路上有土石流潛勢溪流，或者河川上游有堰塞湖等，都可能會直接或間接影響社區安危。換句話說，不僅要觀察社區聚落所在位置是否安全，還要擴大到社區鄰近地區，才能完整找出可能威脅社區安全的坡地災害潛在因子。

坡地災害的整體環境檢查共分為七個項目，以下逐一說明每個項目的檢查重點和判釋方法。在每個整體檢查項目後，也一併列出了對照的細部環境檢查項目；若發現社區整體環境中有坡地災害的易致災地區，則可再詳細進行細部環境檢查，以確認是否有坡地災害的發生徵兆存在。



▲ 環境整體檢查應擴及涵蓋到社區周遭區域，如此才能詳細完成坡地災害環境檢查。

圖片來源：Google 地圖，<https://maps.google.com.tw/>



1



2

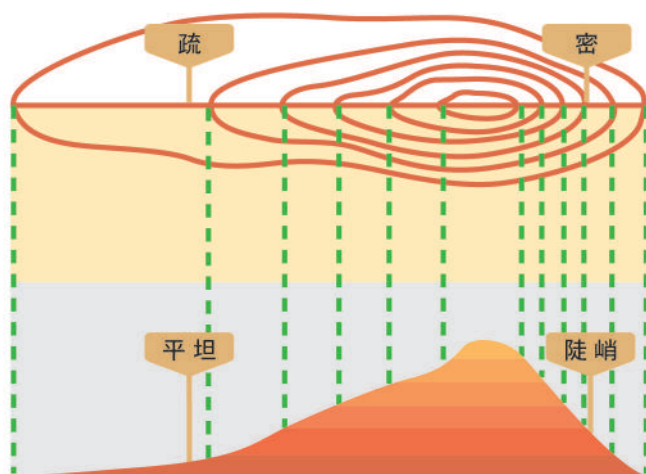
1. 位於陡峭邊坡下方的社區，上邊坡容易發生落石災害。
2. 位於陡峭邊坡上方的社區，下邊坡易發生場陷破壞。

1. 陡峭邊坡

社區內的建築物或設施物若太接近陡峭邊坡，就比較容易受到坡地災害的影響。一般來說，建築物上方區域若有陡峭邊坡，需注意上邊坡的土石可能會發生墜落或滑動等意外；而建築物下方區域若有陡峭邊坡，則需留意若下邊坡的土石流失，可能導致建築物地基下陷或懸空，建築物因此發生傾斜或塌陷等破壞。



等高線：將地表上相同高度的各點所連成的曲線，垂直投影在一基準平面上，在基準平面上所形成的封閉曲線就稱為等高線。等高線分布的情形可以用來顯示該地的地表起伏樣貌。



▲ 等高線示意圖。



檢核點

- ☐ 社區內的建築物、重要設施或聯外道路鄰近陡峭邊坡或位於陡峭邊坡上。
- ☐ 陡峭邊坡的坡面上有崩塌、裸露或土石流出等現象。



【細部檢查項目索引】

1. 道路與橋梁（1-2 道路路面）
3. 邊坡（3-1 崩場地、3-2 裂縫、3-3 樹木或電線桿、3-4 異常出水）
4. 擋土設施（4-1 擋土牆高度與距離、4-2 擋土牆結構、4-3 地錨錨頭）
5. 建築物（5-1 外觀與結構、5-2 排水溝）



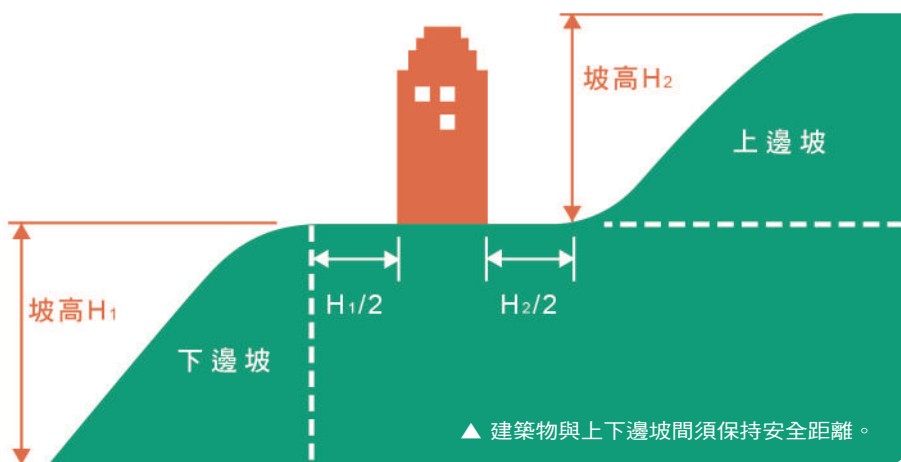
陡峭邊坡

- (1) 參考建築技術規範定義，陡峭邊坡是指平均坡度在 55%（即邊坡角度 $\theta = 29^\circ$ ）以上之邊坡；另外當坡度超過 60%（即坡度 $\theta = 31^\circ$ ），則較容易發生山崩。
- (2) 可以透過等高線  輔助判釋陡峭邊坡所在區域，若在地形圖上看見等高線密集分布處，則代表此處在一定距離內高程變化劇烈，為陡峭邊坡所在之位置。



▲ 等高線密集處為陡峭邊坡所在位置。底圖來源：農林航測所。

- (3) 若要在山坡地上興建建築物，最好蓋在平均坡度 30%（即邊坡角度 $\theta = 17^\circ$ ）以下的緩坡上較為安全。
- (4) 建築物與上下邊坡間的距離，至少需要保持 $1/2$ 坡高（ H_1 與 H_2 ）的安全距離，若兩者間小於這距離，表示建築物太鄰近陡峭邊坡。



2. 填方區

坡地社區在興建期間為了增加可使用面積，往往會在山坡地進行開挖或填土的工程 。然而，填方區  內若為黏土或腐植土等不良回填材料，或者施工時未確實滾壓夯實，日後填方區發生沉陷與滑動的機會較高。建築物若位於不良填方區上，常會因為不均勻沉陷，導致開裂、歪斜或傾倒等破壞情形，嚴重的話，建築物可能會隨邊坡沉陷而往下移動。此外，也要注意社區周遭是否有堆置人為棄填土、礦渣及垃圾等未經夯實處置的區域 。這些不當堆置的區域，常常因為堆積材料鬆散，可能在颱風豪雨或地震發生時，發生崩滑現象並危害社區。

► 2001 年臺北藝術大學游泳館旁的填方邊坡，受連日豪雨沖刷而發生滑動破壞（洪如江攝）。



挖填方區：在開發山坡地時，為了增加可使用面積，經常進行挖填方工程。將原本陡峭的山坡地開挖並整平的區域，就稱為挖方區；而將原本低窪的地方利用土石加以回填整平的區域，就稱之為填方區。





填方區

(1) 大規模的填方區通常位於山谷或邊坡的下緣，因為填方區的基地是經由填平低窪處所生成，所以看起來會與周圍的地勢明顯不協調。



▲ 填方區的地形往往與周遭環境不連續且不協調。

圖片來源：李咸亨 (1998)。坡地社區安全居住手冊。台北：內政部營建署。

(2) 若建築物位在由較高聳型擋土牆所圍起的區域上方，其所在位置就有可能是填方區。



▲ 位於填方區上方的社區，多具有高聳型擋土牆之外觀（洪如江攝）。



棄填方區

可至經濟部中央地質調查所的「地質資料整合查詢系統」網站，查詢「環境地質圖」的「棄填土區」圖層，並配合實地踏勘以確認社區周遭棄填土區域的位置所在。



檢核點

- ☐ 社區周遭有填方或棄填土區。
- ☐ 填方區或棄填土區的上方或下方有建築物、重要設施或聯外道路。
- ☐ 棄填土區有土石崩落或流出現象。



【細部檢查項目索引】

1. 道路與橋梁（1-2 道路路面）
3. 邊坡（3-2 裂縫、3-4 異常出水）
4. 擋土設施（4-2 擋土牆結構、4-3 地錨錨頭）
5. 建築物（5-1 外觀與結構、5-2 排水溝）

3. 崩積土坡

山坡地的岩石因為風化或侵蝕作用而變成碎石與土壤，並且容易崩落成為崩積土坡。崩積土的性質差異很大，可能是大石塊，也可能是細土。崩積土坡表層可能早已完全風化為細土，上面甚至生長了茂盛植物，所以表層不易透水，但是內部卻很疏鬆且容易滲水，因此周圍的地下水往往會集中到崩積土坡內部。當崩積土坡內部累積了大量地下水時，整個邊坡的穩定性就會變得很低，若再遇到颱風豪雨或小規模開挖擾動等因素，便會導致崩積土坡產生沉陷或滑動破壞。



▲ 位於南投縣力行產業道路旁的舊崩積土坡，因土坡內部材料組成散，易受到降雨後而產生滑動，有時滑動後邊坡上方植生保留完整，且可明顯看出滑動塊體的原始位置。



檢核點

- ☐ 社區周遭有崩積土坡存在。
- ☐ 崩積土坡的上下方有建築物、重要設施或聯外道路。



【細部檢查項目索引】

- 3. 邊坡（3-2 裂縫、3-3 樹木或電線桿、3-4 異常出水）



崩積土坡

(1) 可以藉由觀察社區周圍山勢的連續性來判釋。當四周均為陡峭山壁，但中間突然出現一塊明顯平緩的谷地時，則此一地區有可能為崩積土坡所在位置。

► 南投縣仁愛鄉翠巒部落，雖經人工墾植茶園，整體地形相較於四周較為平緩。但是現地土砂材料顆粒大小混亂，因此仍可判釋出為崩積土坡。



(2) 可以利用地形圖與等高線來輔助判釋。一般來說，崩積土坡處的等高線通常很凌亂。坡頂處的等高線間距較為緊密，然後突然變得很寬鬆，也就是等高線會出現上緊密下寬鬆的狀況。這是因為在主要崩崖處坡度較陡，所以等高線較密，而在接近坡腳處，因為崩積物的堆積而突起，等高線表現出中間突起的形狀。配合觀察地形圖，若能在該邊坡的兩側找到坑溝存在的話，就更有可能為崩積土坡。

圖例

— 等高線

••• 濕地帶

○ 分離小丘

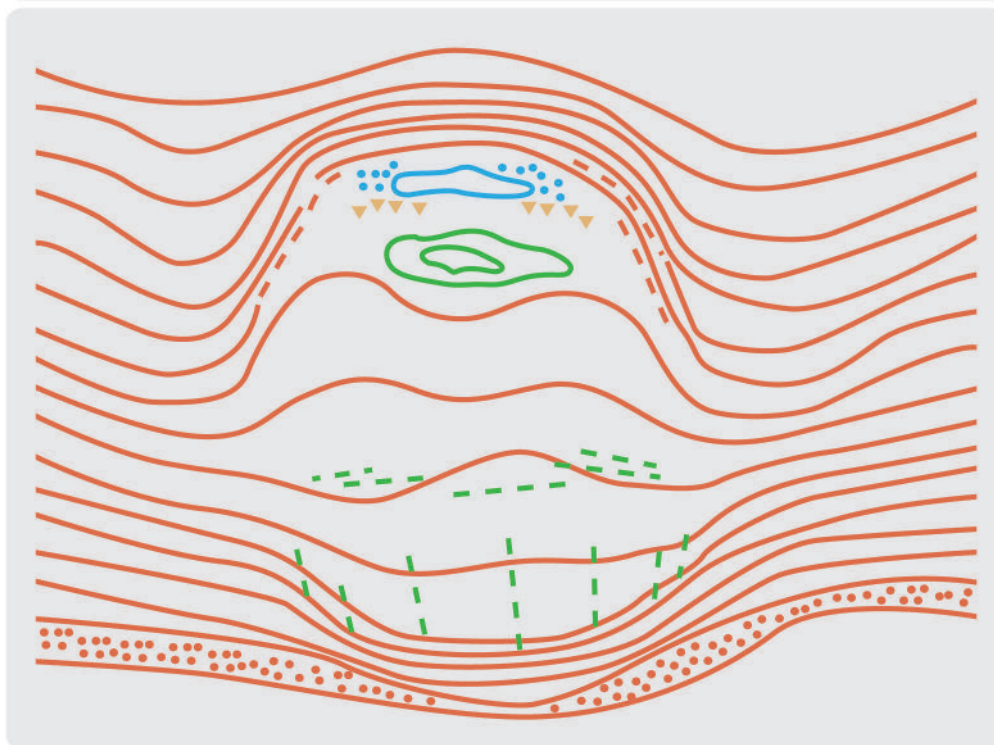
▼▼ 張力裂縫

☁ 湖沼

--- 壓力裂縫

⤴ 頭部滑落崖

~ 末端隆起部



▲ 標準山崩地形的等高線分布情形。

圖片來源：改繪自 MOE 防災教育 @ 數位平台網頁，<http://disaster.edu.tw/index.htm>

4. 順向坡

順向坡滑動破壞是臺灣最常見且最嚴重的坡地災害之一，因此建築物或重要設施若鄰近順向坡，應特別注意順向坡的穩定情況。一般來說，順向坡地形若遭到河岸侵蝕，或土地開發利用時隨意削去坡腳，會使得層面露出；若再加上雨水從層面入滲，將增加坡面的荷重，順向坡就更容易沿滑動面往下滑落，且有可能誘發大規模的順向坡滑動災害。



▲ 順向坡層面露出，雨水入滲後可能會造成滑動發生。



順向坡

- (1) 可至經濟部中央地質調查所「地質資料整合查詢系統」網站，查詢「環境地質圖」的「順向坡」圖層。
- (2) 可以在現地判釋是否具有單面山與豚背脊等順向坡地形特徵的區域，不過除非岩盤層面有露出，否則很難只靠判釋邊坡外觀，便得知是否有順向坡地形存在。
- (3) 雖然查詢「順向坡」的圖層或透過現地判釋，可以找到順向坡的可能位置，但建議仍需由專家確認順向坡的所在位置，並檢查穩定情形，以進一步評估是否會危及社區安全。



◀ 豚背構造又稱豚背脊，俗稱單面山，山脊地形面一邊呈順向坡（緩坡），一邊呈逆向坡（陡坡），形狀類似豚背。



檢核點

- ☐ 社區鄰近或座落在順向坡上。
- ☐ 順向坡有滑動徵兆、人為開挖或坡腳破壞之現象。



【細部檢查項目索引】

3. 邊坡（3-2 裂縫、3-3 樹木或電線桿、3-4 異常出水）
4. 擋土設施（4-1 擋土牆高度與距離、4-2 擋土牆結構、4-3 地錨錨頭）
5. 建築物（5-1 外觀與結構、5-2 排水溝）



- ◀ 平時無常流水存在的溪溝，在颱風豪雨時可能會流出大量土石。
- ▶ 溪溝流路若直接指向社區，將對社區產生高度威脅。

5. 溪溝或土石流潛勢溪流

5-1 溪溝

許多坡地社區周遭皆存有大小規模不一的溪溝，這些溪溝在平時可能水量不大，或是根本沒有水流；不過在颱風豪雨期間，這些溪溝卻可能會爆發山洪並淘刷山坡地，且造成邊坡崩塌。崩落的土石材料再與大量的雨水或溪水匯集後，若直接流向社區，恐怕將造成建築物或公共設施被土砂淤埋之嚴重災情。



溪溝

- (1) 觀察社區周遭的邊坡水流匯集處，可能就是溪溝所在位置。
- (2) 可以透過等高線來輔助判釋。連結兩山稜線間，等高線呈倒V形狀上的尖端處，所連結而成的線段，就可能是溪溝所在位置。
- (3) 可至經濟部中央地質調查所「環境地質查詢系統」網站，查詢「環境地質基本圖」的「向源侵蝕」圖層，作為調查溪溝位置的參考圖層。



- ▲ 等高線搭配地形圖可協助判釋溪溝的可能所在位置。
底圖來源：農林航測所。



向源侵蝕：河流在向下切深河床時，會使河流源頭向上游延伸的過程，即稱為向源侵蝕。向源侵蝕會導致河流源頭區發生崩塌或土石流失現象。臺灣山區與丘陵地帶河系發達，各河系的支流又因為向源侵蝕發達，使得原本不明顯的侵蝕溝，在短短十年間就有可能發育成較大規模的溪溝。

- ◀ 向源侵蝕多發生於河谷處，且時常伴隨著崩塌發生。

5-2 土石流潛勢溪流

在颱風豪雨期間，山區經常爆發土石流，對社區內的民眾與建築物往往造成嚴重威脅。土石流是泥砂、礫石或巨石等物質與水的混合物，外型就跟一般常見之混凝土砂漿極為相似，因此又有「天然預拌混凝土」的別稱。社區周遭若有土石流潛勢溪流存在，則鄰近潛勢溪流中上游地區的建築物或人員，在土石流災害發生時，可能會遭受土石流的沖刷、撞擊或磨蝕等嚴重破壞；而鄰近下游地區者，則較可能遭到大量土石淤埋。



- ◀ 2012 年蘇拉颱風期間，花蓮縣秀林鄉和平村和中部落發生土石流災害，土石撞毀建築物導致民眾財產嚴重毀損。
- ▶ 莫拉克颱風期間，高雄市六龜區新發里慘遭土石流淤埋。



檢核點

- ☐ 社區周遭存有溪溝或土石流潛勢溪流。
- ☐ 溪溝與土石流潛勢溪流的沿岸與下游出口處，有建築物、重要設施或聯外道路存在。
- ☐ 下雨時，溪溝內的水流匯集後有流向社區聚落之情形。
- ☐ 溪溝或土石流潛勢溪流上游的邊坡有發生崩塌，或河床有土石堆積現象。



【細部檢查項目索引】

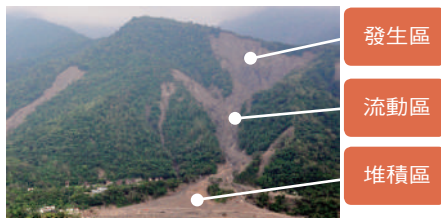
1. 道路與橋梁（1-3 聯外橋梁）
2. 河岸與河床（2-2 土砂淤積、2-3 防砂設施）



土石流潛勢溪流：由行政院農業委員會水土保持局依據現地土石流發生之自然條件，配合土石流影響範圍內是否有保全對象等因素，經過綜合評估後，判斷有可能發生土石流災害之溪流或坑溝，公告為土石流潛勢溪流。

土石流的運動方式：

- (1) 發生區：溪谷的橫剖面形狀多呈 V 字形，谷壁崩落的碎屑大量堆積於此處，所以四周植生常顯得相當稀疏。
- (2) 流動區：溪谷的橫剖面形狀為 U 字形，通常位於山溝河谷流域的中下游，河床上會有河谷兩岸崩塌下來的碎屑物。
- (3) 堆積區：大多在溪流下游出口處，常形成沖積扇狀的平坦地形。



▲ 土石流源頭發生區、流動區至下游堆積區。

資料來源：土石流防災資訊網，<http://246.swcb.gov.tw/debrisClassInfo/toknew/toknew1.aspx>



土石流潛勢溪流

- (1) 現地有架設土石流潛勢溪流告示牌。
- (2) 可至行政院農業委員會水土保持局「土石流防災資訊網系統」網站，查詢年度公告的土石流潛勢溪流分布位置。



▲ 土石流潛勢溪流告示牌。

土石流沖積扇

- (1) 指土石流堆積區，大多在溪流下游出口處或谷口處，呈現扇狀或錐狀。扇頂會向著上游，扇尾則朝向下游，扇面上常呈現有扇狀水系，巨大的岩塊堆積其表面與前緣為主要的特徵。一般來說，沖積扇的橫剖面具有中央高、兩側低的特徵，此一特徵可以與河階台地有所區別。
- (2) 可至水保局「土石流防災資訊網」網站，查詢土石流潛勢溪流圖中的土石流影響範圍。



▲ 陳有蘭溪支流之土石流谷口沖積扇。



河岸侵蝕

- (1) 可以直接觀察河川的流向，通常位在河道轉彎處，水流直接侵蝕坡腳的位置就是攻擊岸，也是河岸侵蝕較嚴重的區域。
- (2) 至經濟部中央地質調查所「環境地質查詢系統」網站，查詢「環境地質基本圖」的「河岸侵蝕」圖層。



▲ 河岸邊坡若位於攻擊岸之坡腳，容易遭受河流侵蝕而產生崩塌。

6. 河流

6-1 河岸侵蝕

河岸侵蝕主要發生在河道彎曲的攻擊岸處。此一區位因為長期遭受河流侵蝕，土石不斷地被河水帶走，河岸邊的坡腳處會逐漸被淘空，導致邊坡越變越陡，並且容易發生崩塌。若河岸上方有道路或建築物，其基礎會因此失去支撐，導致塌陷或傾倒破壞。另外，也要注意河流主流與支流匯流處，如果支流上游處發生崩塌，大量土石隨支流進入主流，主流受到土石擠壓，導致河流流動方向改變，而河流攻擊岸位置也將隨之改變。



1. 高雄市荖濃溪河岸侵蝕情況相當嚴重。
2. 莫拉克颱風期間，陳有蘭溪的洪水沖刷臺 16 線，導致集集段嚴重場陷。
3. 從航照圖可以發現河川支流流出的土石擠壓到主流，導致主流原本的流向改變。

底圖來源：Google 地圖，<https://maps.google.com.tw/>

6-2 河階台地

河階台地為沿河岸地區所出現的階梯狀地形。當河流出現河階地形，表示這條河流在早期曾經因為地質、氣候或水文變化的影響，使得河流在舊河床上急速向下切割，形成新的河床。若與新河床所在高程相比，舊河床的地勢相對變高。由於河階台地地形平緩，又鄰近河流，所以常成為早期社區聚落定居發展的良好基地。然而，如果土砂不斷淤積墊高河床，導致河床高度與聚落距離過近，在颱風豪雨期間，河床上的土砂與河水就有可能直接溢流到社區內部。



▲ 屏東縣霧臺鄉大武村小山部落屬於位在河階台地上的聚落。



河階台地

- (1) 指位在河流兩岸，高出河面，且有斷崖的平台。河階台地所在位置有的時候會橫跨谷口，但與支流的谷口沒有絕對關係，其形狀較沖積扇的扇面平坦，且沒有像沖積扇具有中間高、兩側低的現象。
- (2) 依據過去經驗得知，當河流歷史最高水位高度與社區所在河階地高度間的垂直距離，若少於 3 公尺，則較容易發生土砂溢淹的災害。



▲ 南投縣仁愛鄉法治村位處於地勢平緩之河階台地上。



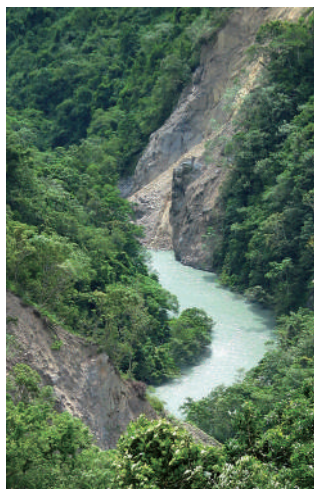
檢核點

- ☐ 社區位在河階台地上。
- ☐ 河流歷史最高水位高度過於接近社區所在的河階台地高度。
- ☐ 社區內的建築物或聯外道路所在位置的下邊坡為河流攻擊岸。
- ☐ 河川主流與支流匯流處有大量土石堆積，導致主流原本流動方向改變。



【細部檢查項目索引】

1. 道路與橋梁（1-2 道路路面）
2. 河岸與河床（2-1 坡腳侵蝕、2-2 土砂淤積、2-3 防砂設施）



▲ 2006 年的豪雨造成新竹縣爺巴堪溪旁的邊坡坍方，河道遭到落石阻塞而形成一長約 100 公尺、深約 20 公尺的堰塞湖。

7. 堰塞湖

豪雨或地震後所引發之山崩與土石流，若堵塞了河谷及河床，就可能形成天然壩體，並阻斷河道；當河水儲存到一定程度後，就可能形成堰塞湖。速成的天然壩體結構比較鬆散，更沒有人工土石壩的擋水設施或過濾層等結構，所以只要受到河水沖刷、侵蝕或蓄水量持續上升等影響時，大量湖水就可能會瞬間潰決。到時候，大量壩體土石與河水立即沖向下游，恐怕將對下游的社區聚落造成毀滅性的破壞。



堰塞湖

- (1) 平時可以透過航照圖判釋或經由現勘，調查目前河道上是否有大量土石堆積形成壩體，且有水流逐漸蓄積成湖泊的現象。
- (2) 颱風豪雨期間，位在河流下游的社區或民眾，若觀察到河流水位異常減少，甚至出現沒水的狀況，此時顯示上游可能有堰塞湖形成。



檢核點

- ☐ 河流上游的河床上，有大量土石堆積，或有水流逐漸蓄積成湖泊。
- ☐ 颱風豪雨期間，河流水位有異常減少，甚至出現沒水的狀況。
- ☐ 若鄰近社區之河川的上游有堰塞湖，在颱風豪雨期間，應監測堰塞湖水位是否有異常升降情形。



【細部檢查項目索引】

2. 河岸與河床（2-2 土砂淤積） 3. 邊坡（3-1 崩塌地）

二、細部環境檢查項目

大部分的坡地災害在發生之前，都可以提前在周圍的自然環境或建成環境中觀察到發生徵兆。大家只要平時對於社區環境能多加留心、仔細觀察，並確認環境中潛在的災害線索，便可以掌握社區的坡地災害風險。在細部環境檢查項目方面，總共分為道路與橋梁、河岸與河床、邊坡、擋土設施以及建築物等五大項目。除了依據整體環境檢查結果，對照相關的細部環境檢查項目之外，大家也可以針對社區所在的範圍，依照本章所介紹的項目逐一檢查。在檢查過程中若發現已經有坡地災害徵兆產生，可以利用拍照與文字將目前觀察到的徵兆記錄下來。如果發現這些徵兆有持續擴大或益發嚴重的趨勢，除了應盡速通報相關主管單位之外，社區若能採取適當的因應措施，將可大幅降低坡地災害發生機會。以下針對坡地災害的細部環境檢查項目，逐項說明社區應該如何進行檢查。



▲ 山區排水溝必需引導到區域排水系統內，才能避免地表逕流破壞邊坡。

1. 道路與橋梁

1-1 排水溝設計

為了確保坡地社區開發利用之安全，在邊坡或道路側邊經常設置排水溝，用以匯集、宣洩大量的地表逕流 ，並引導至安全地點予以排放，以防止坡面土壤沖蝕或造成路面沖刷破壞。然而，在山坡地社區或山區道路經常可以看見排水溝的末端任意終止，或者沒有引導至區域排水系統內，也就是俗稱的無尾溝。無尾溝所排放出來的水流若在路面上亂流或集流，將造成路面沖刷破壞；另外，若大量的逕流直接沖刷邊坡表面，將形成沖蝕溝，嚴重的話能導致大片坡地崩塌。



地表逕流：指降雨後有部分的雨水沒有入滲到土層裡，所形成在地表流動的水流。



檢核點

- ☐ 山區道路或邊坡的排水溝為無尾溝。
- ☐ 無尾溝出水口的下方邊坡有出現侵蝕溝。



道路裂縫的處理方法：

道路路面上的細小裂縫雖然沒有立即危險，但是仍應採取一些補救措施（例如：以填縫料填補防水，或用防水布鋪於其上），避免雨水入滲軟化土壤，導致路面塌陷。

▼ 莫拉克颱風期間，高雄市六龜區新開部落因為交通中斷而成為孤島。

1-2 道路路面

在山區道路的路面上經常可以看見裂縫產生，這些裂縫可能是道路塌陷的前兆。在颱風豪雨期間，一旦道路塌陷，除了會危及往來的人車外，若剛好是社區唯一的聯外道路，在對外交通中斷的情況下，社區就可能會形成「孤島」。此時，社區內的居民無法對外求援或避難，而外界也無法進行搶救或提供救助物資，將使得災情更加嚴重。

當道路的上邊坡或下邊坡有滑動的情形時，路面便會產生變形或裂縫。當道路上邊坡整個往下滑動時，會推擠到在滑動前方的道路、擋土設施或土壤，隨著邊坡往前推擠，在坡腳處的路面將可以觀察到凸出隆起現象。而在路面靠近下邊坡側，若出現方向一致的長裂縫或陷落情況時，就表示道路下邊坡可能已經發生滑動現象。





1. 南投縣哈比蘭明隧道因山崩，導致聯外交通中斷。
2. 道路路面接近下邊坡處出現明顯長裂縫。
3. 道路路面出現陷落情形。
4. 坡腳處的道路路面，因後方邊坡滑動擠壓而隆起（陳天健攝）。



檢核點

- ☐ 上邊坡坡腳處的道路路面有隆起現象。
- ☐ 道路路面接近下邊坡側，有出現方向一致的長裂縫或陷落情形。
- ☐ 颱風豪雨過後，道路路面裂縫或塌陷有持續擴大趨勢。

1-3 聯外橋梁

橋梁是山區聚落對外交通的重要管道，社區若僅依靠一條橋梁對外聯絡，就需要特別注意橋梁安全，避免颱風豪雨期間因為橋梁中斷而形成「孤島」。一般來說，橋梁附近若有崩塌地發生，且崩塌規模有擴大趨勢，將來橋梁就可能被崩落的土石攻擊破壞或被掩埋。如果平時橋梁的橋涵處已被土石或漂流物阻塞，那麼當下次颱風豪雨來襲時，水流與土石可能會直接溢淹到橋面上，阻斷往來交通。除此之外，橋梁結構有時因山洪沖蝕與撞擊，而發生開裂或變形破壞，此時應通知相關單位設置警告標誌，或委請專業技師或公務單位協助檢查，避免因橋梁斷裂、路面塌陷而造成人員傷亡。



▲ 照片中的橋梁為社區僅有的聯外道路。



▲ 橋梁下方土石嚴重淤積，導致通水斷面不足，在颱風豪雨期間容易因溪水溢淹，造成交通中斷。



檢核點

- ☐ 社區主要聯外交通管道為橋梁。
- ☐ 聯外橋梁附近已有崩塌地存在。
- ☐ 橋涵處有土石或漂流物淤積堵塞現象。
- ☐ 橋梁結構有破壞情形產生。

2. 河岸與河床

2-1 坡腳侵蝕

河流沿岸因為洪水侵蝕的關係，經常出現河岸側蝕與淘刷現象。如果社區內的建築物或道路正好位在河流攻擊岸上方，在河水的淘刷之下，地基將會逐漸流失，嚴重的話可能導致建築物傾倒或道路塌陷。因此，社區應該定期針對這些危險地點進行調查，透過實地觀察來掌握河流攻擊岸的淘刷情況；一旦發現有地基流失現象，應設置警告標誌，並盡速通報相關單位處理。



- ◀ 莫拉克颱風期間，臺 21 線的道路路面與路基因遭到陳有蘭溪溪水淘空，而產生地基流失現象。
- ▶ 河流淘刷道路下邊坡坡腳，造成土石流失，邊坡上可明顯看見裂縫產生。



檢核點

- ☐ 河流攻擊岸處之坡腳有土砂淘刷，或護岸、堤防工程損毀的情況。
- ☐ 河流攻擊岸處之坡面有裂縫或塌陷產生。
- ☐ 河流攻擊岸處上方的道路路面有塌陷或成群且平行河岸的裂縫產生，或道路鋪面有常常更新的狀況。
- ☐ 河岸淘刷、邊坡或道路路面的裂縫與塌陷，有持續擴大趨勢。

2-2 土砂淤積

若河流中上游兩側邊坡發生山崩，崩落的土砂將堆積到河床上，而河水會將這些土砂往下游挾帶，並墊高下游河床的高度。當下游河床高度與聚落位處的高度越來越接近時，代表在颱風豪雨期間，河水與土砂很有可能會溢淹到聚落內，對居民的人身與財產安全將造成極大威脅。所以，平時除了注意聚落與河流的水平距離之外，也要注意聚落與河床間的垂直距離，尤其是在颱風豪雨過後，更應留意河床是否有墊高的狀況。同時，透過詢問社區耆老，也可以掌握過去曾經遭受洪水溢淹的區域，有助於及早針對易致災區域進行防避災整備。



▲ 位於溪流旁的聚落，須注意社區所在位置與河床間的距離是否過近。



◀ 土砂淤積墊高陳有蘭溪河床。



▶ 2010 年凡那比颱風期間，來社溪溪水與土砂越過堤防後，溢淹至屏東縣來義鄉來義村。



檢核點

- ☐ 社區內過去有遭受河水與土砂淹沒的地區。
- ☐ 目前的河床高度太接近社區聚落所在位置高度。
- ☐ 河流中上游地區兩側邊坡有大規模崩塌發生，或河床上有大量土砂堆積。

2-3 防砂設施

為了避免山崩或土石流災害發生時所產生的巨大沖刷力量，危及鄰近野溪或土石流的房舍與道路，相關單位通常會在河流或侵蝕溝內設置固床工、護岸與沉砂池等防砂設施。河流防砂設施的主要功能為攔阻土砂與土石流，不過有時因為土石撞擊、邊坡滑動擠壓、土石淘刷護岸基礎等緣故，防砂設施可能產生破裂、變形或基礎淘空等破壞，因而喪失原有的保護功能，甚至導致水流與土石直接從破壞缺口處衝出，進而影響到鄰近社區的安全。



▲ 防砂壩是土石流攔阻工程中最常使用的工法之一。



檢核點

- ☐ 防砂設施有變形或破裂現象發生。
- ☐ 河流護岸發生基礎淘空或陷落現象。

3. 邊坡

3-1 崩塌地

坡地災害具有復發之特性，所以在颱風豪雨影響作用下，邊坡上原本舊有的崩塌地 ，有可能會逐漸擴大，甚至演變成大規模的崩塌，並危及鄰近社區的安全。一般來說，無論是坡面上的舊有崩塌地或是新生成的崩塌地，大部分都可以用目視觀察；不過一些舊有崩塌地因年代久遠，上面已經覆蓋植物，因此較不容易判釋。此外，當山勢較高而無法直接觀察到山頂邊坡上是否有崩塌地時，也可以間接觀察邊坡坡腳處的土石堆積狀況。因為一旦有新崩塌地產生，坡腳處可能就會有零星的土石從崩塌處墜落下來，而當落石堆積數量逐漸增加，代表了上邊坡的崩塌可能在持續擴大中。



- ◀ 邊坡上出現的裸露崩塌地。
- ▶ 邊坡上方土石崩落後堆積於擋土牆前方。



檢核點

- ☐ 社區周遭的邊坡有崩塌地存在。
- ☐ 颱風豪雨過後，社區周遭的邊坡上有新生崩塌地產生。
- ☐ 在山勢較高的坡腳處有落石堆積情形。
- ☐ 崩塌地的裸露面積或坡腳處的落石有擴大發展趨勢。



▲ 邊坡發生崩塌破壞時，土石會堆積在坡腳處。



舊有崩場地

- (1) 觀察邊坡上的林相與周遭區域明顯不同者，如果有一片山坡地周遭都是樹林，而其中一塊只有長草，那麼長草的區域可能曾經發生崩塌。
- (2) 利用衛星影像圖輔助判釋，邊坡上有長條灰白色的地區，就代表可能有崩場地存在。



- ◀ 舊有崩場地上的植生與林相通常和周遭環境不相同。
- ▶ 在衛星影像圖上可直接看到崩場地的位置與範圍。

圖片來源：Google 地圖，<https://maps.google.com.tw/>



- ◀ 邊坡滑動後會在坡面上產生裂縫。
- ▶ 屏東縣滿州鄉港仔村發生邊坡滑動破壞，在邊坡的頂部邊緣呈現圓弧狀破壞。

3-2 裂縫

當邊坡出現滑動現象時，邊坡滑動的部分與原本連接的地方會產生相對位移。此時，邊坡坡頂處可能出現長條圓弧狀的張力裂縫。另外，邊坡坡面也可能出現成群成組同方向垂直於滑動方向的裂縫，或者是產生局部陷落。而在颱風豪雨時，大量的雨水將會沿著這些裂縫入滲到更深的岩層或滑動面中，有機會觸發較大規模的坡地災害，因此社區若發現周遭的邊坡有上述情況發生時，應盡速通報相關單位處置。



檢核點

- ☐ 邊坡頂部出現長條形塌陷或圓弧形長裂縫。
- ☐ 邊坡坡面有成群成組同方向的裂縫或局部塌陷出現。

3-3 樹木或電線桿

邊坡在滑動時，坡面上原來筆直的樹林或電線桿，會隨著邊坡下滑的過程而改變原本直立的姿態。例如：當樹木受到邊坡下滑影響時，在滑動前緣的樹木會往前傾斜，或在滑動後緣的樹木會往後傾斜。所以當看到社區周遭的坡面上，有一大片樹林呈現一致不自然的傾斜樣子，或是原本垂直設置的電線桿突然傾斜，就需特別注意邊坡是否有正在滑動的趨勢。邊坡滑動除了會改變樹林生長方向外，也可能因為滑動體下陷的關係而破壞樹根，導致樹木枯死；因此當坡面上出現一片與周遭林相極為不協調的枯死樹林時，也表示邊坡可能有滑動的跡象。



1. 邊坡曾經發生過滑動，導致檳榔樹傾斜生長。
2. 邊坡崩塌造成部分竹林倒塌與死亡。
3. 邊坡旁的電線桿隨著邊坡滑動而傾倒。



檢核點

- ☐ 邊坡上有一大片樹林枯死情形。
- ☐ 邊坡上的樹林有傾斜生長情形。
- ☐ 設置在邊坡附近的電線桿有傾斜情形。

▼ 原本乾涸的坑溝，突然有出水現象，是邊坡滑動徵兆。

3-4 異常出水

當邊坡開始有滑動徵兆時，地下水壓力會因為擠壓的關係而上升，造成地下水位會有顯著的變化，可能會使得邊坡上原本乾涸的坑溝，重新冒出混濁的泥水，甚至出現噴泉現象。此外，邊坡在滑動的過程中，滑動體前端附近的濕土區域也會變多，而且範圍會不斷擴大。上述這些出水現象都表示邊坡可能快要發生滑動了，千萬不可忽視。



檢核點

- ☐ 邊坡坡腳處突然出現一區濕土，且範圍有持續擴大之傾向。
- ☐ 邊坡上原本無水的坑溝有異常出水現象。
- ☐ 邊坡或擋土結構物表面有異常出水現象。

4. 擋土設施

4-1 擋土牆高度與距離

擋土牆的用途主要是用來防止填土區或開挖面崩塌，以保護邊坡安定，並維持坡地社區的安全。但是如果擋土牆太高，或太接近建築物，一旦擋土牆發生破壞、損毀，就可能危及擋土牆前方的建築物。



◀ 擋土牆若過高，反而容易產生裂縫或發生崩塌。

▶ 建築物緊貼擋土牆，沒有保持適當安全距離。



擋土牆之相關設計規範：

- 有關各種類擋土牆（三明治式、重力式、半重力式、懸臂式、扶臂式、疊式與錨定式）的適用範圍，請參閱「水土保持技術規範」第三章第二十二節第一百十八條之詳細條文內容。
- 有關建築物至擋土牆坡腳間的退縮距離，其詳細數據與計算公式，請參閱「建築技術規範」第十三章山坡地建築專章。



擋土牆

- (1) 擋土牆的高度最好小於 4 公尺，若超過 6 公尺（約兩層樓高），則需分階段設計，以減少每一階段擋土牆的高度與其承受的土壓力。
- (2) 建築物與擋土牆兩者間的基本安全距離，至少應該要大於擋土牆高度的一半，一般來說至少為 2-3 公尺。
- (3) 擋土牆後方的土坡坡度若超過 60%（即邊坡角度 $\theta = 31^\circ$ ），就容易發生土石崩落現象。



檢核點

- ☐ 擋土牆的高度過高。
- ☐ 建築物與擋土牆間沒有保持安全距離。
- ☐ 擋土牆後方的土坡太陡。



擋土牆裂縫的觀察方法：

如果對擋土牆上的小裂縫會不會擴大有所疑慮，建議可以用噴漆在小裂縫處標示一道與裂縫方向相互垂直的線，日後如果觀察到該處的噴漆線已經不連續，就表示擋土牆上的裂縫在持續擴大中。此外，也可以將尺擺放在裂縫處，透過定期拍照記錄方式，掌握裂縫的變化情形。

4-2 擋土牆結構

若擋土牆結構發生破壞或喪失原本設計功能，在颱風豪雨來臨時就有倒塌的危險。一般來說，造成擋土牆結構破壞或功能喪失的可能原因，包括以下幾項：



擋土牆後方邊坡發生滑動，在往前擠壓擋土牆的過程中，造成擋土牆發生開裂、變形或傾倒破壞。

◀ 擋土牆因後方邊坡滑動而產生開裂破壞。



擋土牆的排水孔若無法正常出水，擋土牆所承受的水壓會暴增，恐超過原本設計的抵抗強度，而發生破壞。

◀ 擋土牆的排水孔遭土石與雜草堵塞。



排水孔若排出混濁帶泥的水流，表示擋土牆面背後的回填土正在流失或淘空，將會造成擋土牆的不穩定，而有潛在危險存在。

◀ 擋土牆的排水孔排出泥水。

若社區發現上述擋土牆破壞或功能喪失情形，須盡快委請專業技師或公務單位調查鑑定擋土牆的結構安全狀況。



檢核點

- ☐ 擋土牆有外凸、開裂或往前傾倒等情況。
- ☐ 擋土牆裂縫有持續擴大趨勢。
- ☐ 擋土牆排水孔被土石或者被長出的雜草所阻塞。
- ☐ 降雨期間擋土牆排水孔沒有正常排水，或是有排出泥水的情形。

4-3 地錨錨頭

地錨通常被用來穩定陡峭坡地的邊坡，一旦地錨發生破壞，邊坡恐怕有滑動或崩塌的危險。一般常見的地錨破壞方式，包括錨頭與擋土牆之間發生開裂、剝離，或者錨頭出現鏽蝕現象。若社區對於地錨結構有安全疑慮時，建議委請專業技師或公務單位協助檢查。

錨頭
損毀



▲ 地錨遭到破壞後，會降低穩定邊坡的能力。



檢核點

- ☐ 地錨錨頭與擋土牆間有開裂或剝離現象。
- ☐ 地錨錨頭有鏽蝕或滲水現象。

參考資料：李咸亨（1998）。坡地社區安全居住手冊。台北：內政部營建署。



5. 建築物

5-1 外觀與結構

社區內的建築物可能受到上下邊坡滑動所影響，導致建築物結構與建築基地地面出現裂縫，甚至導致建築物發生傾斜破壞的情形。當發覺建築物疑似有傾斜現象產生時，可以先用簡易水準氣泡儀器  量測歪斜程度。另外，當在建築物緊貼山側的牆壁與地下室地板上，發現有嚴重裂縫與滲水現象時，代表建築物可能受到邊坡滑動擠壓而產生裂縫，導致降雨與地下水從此處入滲，此時需特別留意建築物結構安全問題。

一般來說，若只是出現細小裂紋，或者是因為管線施工不良所造成的裂縫，則無太大的安全顧慮，但仍需持續觀察。但如果發現小裂縫逐漸演變成區域性裂縫，或者滲水、發霉區有逐漸擴大的傾向，應該要立即委請專業技師或公務單位，協助鑑定是否是因為地層滑動或是沉陷不均勻所致。



水準氣泡儀：水準氣泡儀是一種用來量測水平的簡易儀器。水準氣泡儀內有一氣泡（水準氣泡），當氣泡位在黑色圈圈中間，表示目前所在位置為水平；若水準氣泡偏離了黑色圈圈，則代表目前所在位置有明顯傾斜。

1. 1995 年新北市三峽區白雞地區發生填土邊坡破壞，導致社區建築物整個傾倒（洪如江攝）。
2. 建築物因下方地基遭淘空，而產生傾斜現象。
3. 建築物的梁柱與牆面上出現開裂與細縫。



1. 門窗遭擠壓變形，導致關閉有困難。
2. 因為建築物有裂縫，而導致地下室出現滲水現象（王貞儒攝）。
3. 建築物與其周遭水溝間產生位移落差。



檢核點

- ☐ 建築物的梁柱、外牆磁磚或隔間牆粉刷層上，有裂紋或傾斜之現象。
- ☐ 建築物內裝飾材料或家具，有開裂、鏽蝕或傾斜之現象。
- ☐ 建築物門窗有因為變形而產生關閉困難或卡死等無法使用之現象。
- ☐ 建築物貼山側的牆壁或地下室的地板、牆壁或角落上，有滲水、發霉、裂縫或浮凸之現象。
- ☐ 建築物周圍樓梯或排水溝與建築物間，有開裂、落差之現象。

參考資料：李咸亨（1998）。坡地社區安全居住手冊。台北：內政部營建署。

5-2 排水溝

排水溝變形常常是坡地災害的發生徵兆之一。建築物旁的排水溝結構強度往往會比建築物主體結構來得弱，如果排水溝的排水量因裂縫滲漏而減少，在長期滲水的情況下，建築物的地盤強度可能遭到淘空或軟化，最終將導致建築物產生沉陷或傾斜。此外，當建築物發生傾斜或下陷變形時，也會造成建築物地下水管脫落或開裂，並產生漏水之現象。當對建築物安全有所疑慮時，應委請專業技師或公務單位協助檢查，以避免災情擴大。



- ▶ 可以檢查自家水錶，或者注意用水量或水費是否有異常的情形產生。
- ▶ 建築物旁排水溝出現開裂。

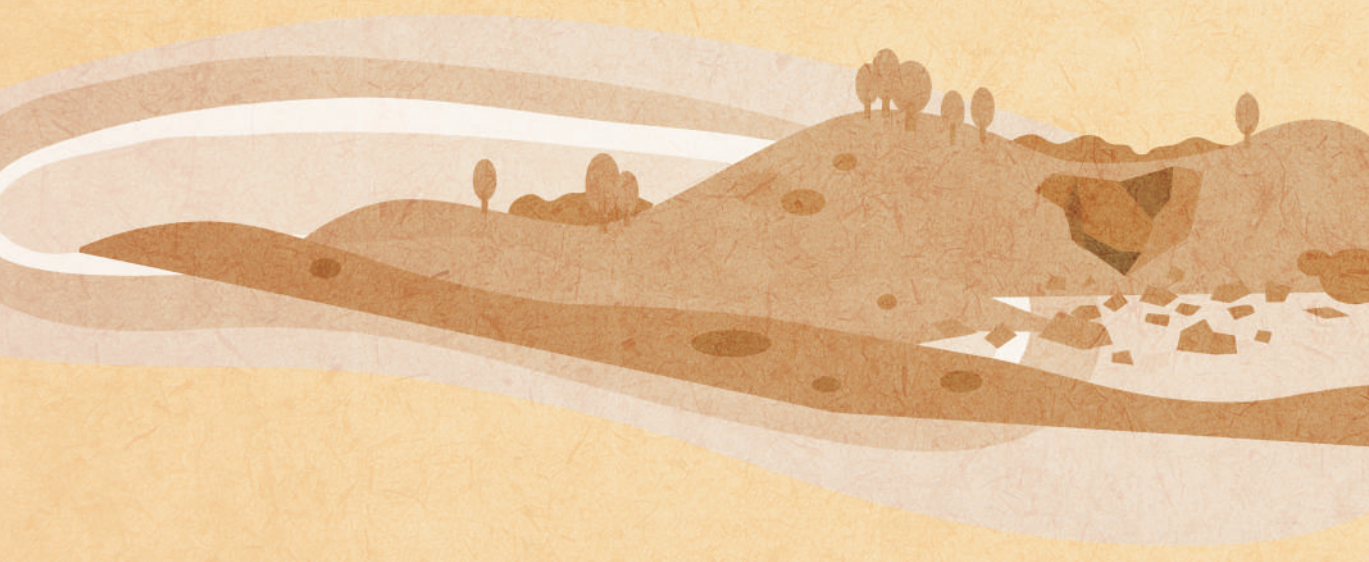


檢核點

- ☐ 建築物周圍排水溝渠有裂縫、變形之現象。
- ☐ 建築物周圍排水溝渠的排水狀況有異常之現象。
- ☐ 屋頂水塔進水量與水壓不穩定。
- ☐ 自來水水費有異於往常之暴漲現象。

參考資料：李咸亨（1998）。坡地社區安全居住手冊。台北：內政部營建署。

Note





第四章 檢查後的 下一步





第四章

檢查後的下一步

在社區環境檢查活動結束後，相信大家對於社區坡地災害的風險有更深地認識，接下來就可以開始著手繪製社區的坡地防災地圖。而有了防災地圖之後，便可以延伸進行一連串的坡地防災工作了！

一、繪製坡地防災地圖

坡地防災地圖主要的功能為傳遞坡地災害風險區位、疏散路線與避難據點等資訊，期望藉此讓大家更加認識社區環境中所隱藏的坡地災害風險，並促成社區自主防災、疏散避難等保護行為的產生。在製作坡地防災地圖時，可以用先前製作的社區實地踏勘地圖為基礎，將上面的資訊進一步分類整理為颱風豪雨時可能發生坡地災害的地點、疏散避難資訊與防救災資源等類別，然後加上圖名與圖例等資訊，再透過 PowerPoint、Corel DRAW、Photoshop 或其他電腦繪圖軟體，繪製成社區的坡地防災地圖。

社區防災地圖最重要的功能是與民眾進行風險溝通，因此在設計地圖版面與樣式時，應該要使用容易閱讀的語言與圖示，且要能清楚傳遞坡地災害風險資訊。此外，建議可以透過多元的管道或媒介，有效傳播、流通社區防災地圖；因此無論海報大圖、折頁傳單、戶外告示板、雜誌專書、影片廣告或網路瀏覽等，皆是設計社區防災地圖時可以考量的型式。



▲ 以電腦軟體繪製社區坡地防災地圖。

二、建立社區防救災組織

社區防救災工作需要長時間持續地推動，因此社區內需要有一個組織來負責相關工作的執行。然而這樣的組織，並不是憑空建立的，它必須依據社區在災害、環境、人口等面向上的特徵，因地制宜規劃組織架構。在製作坡地防災地圖的過程中，大家一方面掌握了威脅社區的坡地災害類型，也瞭解可能發生坡地災害的區位，同時一併發掘社區在坡地防救災工作上面臨的問題；事實上，上述這些資訊都可以作為規劃社區防救災組織編組與任務分工的基礎。

► 社區防救災組織可以由既有的組織加以調整，以可有效運用人力與資源。



一般來說，根據社區防災地圖所討論出來的社區防救災組織，比較能符合社區實際的運作情況與任務需求，組織成員也比較能具體執行各項防救災任務。不過並不需要大費周章找人來擔任社區防救災組織的組長及組員，社區內一些既有的組織就很適合做為社區防救災組織的基本班底，例如社區巡守隊、里辦公室、社區發展協會、環保志工、烹飪班等。結合社區內這些定期運作的組織，轉變成為社區防救災組織，不但能更有效運用人力及資源，組織成員也因為平常就有在互動，災時更能立即動員展開應變救援的行動。

而社區在發展防救災組織編組架構時，若發現某一組的工作任務特別繁重，則可以討論是否要另外成立其他組別以分攤工作。例如：在討論過程中，發現搶救組要負責疏散引導、災情搶救以及救護的工作，若在災時可能會有分身乏術的情況產生，此時便可考慮是否要另外成立疏散組或是救護組來分攤工作。又如，村長認為發布陸上颱風警報後，社區需要有一組人馬進行土石流潛勢溪流、危險地點及河川的巡邏與通報，藉以掌握災情狀況並作為疏散避難撤離時機的參考，所以又再成立巡邏組。因此，社區在進行防救災組織建立時，可以視社區的環境條件、災時面臨狀況以及過去的應變作為，發展出一套符合社區需求且可實際運作的防救災組織編組。



▲ 建立社區防救災組織過程。

案 例 說 明

莫拉克颱風來襲時，屏東縣霧台鄉阿禮部落發生地滑災害，導致下部落多戶民宅嚴重塌陷，當時社區唯一的聯外道路臺 24 線發生大規模崩塌，使阿禮部落孤立其中。由於莫拉克颱風時正值頭目弟弟的喪禮，因此阿禮部落由原本的三十多位居民，一下聚集了八十三位民眾全部受困於山中。部落當時觀察雨勢具有危急後，便由頭目指揮族人一起避難，並將人員進行造冊與分組。

當時分組的方式，首先由年輕人先背行動不便的老人與小孩至高處避難，之後再返回部落勘災，討論逃離的路線，並將蒐集到的泉水供應大家飲用。接著請婦女回到家中將糧食帶到避難處所，負責烹煮食物與照顧族人起居生活的工作。另外又編一組人馬負責勘查地形，專門記錄受災的情況。而村子裡的牧師則扮演撫慰民眾心情的角色，並有人員負責照顧老弱婦孺。而頭目自己則每天至少傳一通簡訊，向外界傳遞村民受困的訊息。直到直升機來到阿禮部落救援時，部落採病人優先、老人與小孩搭乘第二梯次、青年壓後的方式進行撤退。最後到了山下，頭目再次點名確認所有人員名單，如此有系統的組織分工，使阿禮部落可以平安脫困，也沒有人員傷亡。

資料來源：中國時報 2009/08/14 報導。



由上述這段新聞當中，可以知道阿禮部落在面對颱風災害時，可能面臨聯外道路中斷、飲用水不足、民眾驚嚇等狀況，因此需要有人負責指揮、搶救，也要有人可以煮食或者安撫村民。阿禮部落的頭目在與社區幹部們討論這些受災情況以及面臨的防救災問題後，即自行發展解決對策與因應行動，並且共同決定每一項行動或任務應歸屬的編組。

參考社區防救災地圖規劃的災害境況內容

依照社區防救災組織架構進行緊急應變計畫的擬定

〇〇颱風社區應變計畫

6月1日 星期六【中午】

- 氣象局發布海上颱風警報，預計颱風1天後會影響臺灣
- 社區內艳阳高照，但開始颳起強陣風

境況 · 社區有人結婚，很多人回到社區慶祝

1 · 公所通知村里長海上颱風警報訊息，並發布勸告疏散命令

6月2日 星期日【中午】

- 氣象局發布海上陸上颱風警報，〇〇社區位於警戒區域內，颱風預計約半天後登陸
- 雲層很厚，風勢逐漸增強，並開始飄雨

境況 · 公所通知陸上颱風警報訊息

2 · 社區聯外橋梁將於「傍晚」封閉管制

6月3日 星期一【下午】

- 發布〇〇社區土石流黃色警戒
- 有局部陣雨的情形產生，且雨勢有逐漸增強的傾向

境況 · 公所通知〇〇社區發布土石流黃色警戒，請村里長協助強制疏散弱勢居民

3 · 社區產業道路崩塌處再度有土石掉落及零星崩塌，土石堆積在溪流交會處，造成道路上方下方通行危險

6月3日 星期一【晚上】

- 颱風登陸
- 雨勢與風勢均很大，且持續降下大雨

境況 · 道路中斷

4 · 派出所回報聯外橋梁溪水暴漲阻斷

· 2條土石流潛勢溪流水量很大，並挾帶土石，溢淹到路面，車輛無法通行

6月4日 星期二【中午】

- 解除颱風警報
- 風勢、雨勢開始減弱，但仍然有持續降雨的情形

境況 · 有居民因大雨路滑跌倒，血流不止

5 · 社區後方侵蝕溝水量變大，開始淹到路面

指揮中心



行政組



搶救組



三、擬定坡地災害緊急應變計畫

面對每年都可能來襲的颱風，如果社區能預先制定緊急應變計畫，並定期演練；一旦坡地災害發生，社區的防救災組織就能臨危不亂，有效進行各種緊急應變行動。事實上，在討論坡地災害緊急應變計畫時，可以先規劃災害時序，例如將颱風影響社區的時間點劃分為海上颱風

案 例 說 明

社區防救災組織——初步任務分組

				可與 D 合併為 1 組
災害階段	境況	A 指揮中心	B 行政組	C 搶救組
災前整備	發布海上颱風警報	確認應變小組成員	清點社區（公有） 儲糧飲水	清點社區防救災器材
		確認通訊器材能否操作		
	發布陸上颱風警報	成立應變小組	清點部落實際人口數	
		發布颱風警報訊息給居民		
	預測雨量超過社區土石流雨量警戒 400mm	聯繫鄉公所		
災時應變	開始颱風，還沒下雨			
	開始下雨，伴隨大風，但雨小（土石流黃色警戒）		確認各戶物資	
	開始下雨，且雨勢有逐漸變大的趨勢	召集應變會議	應變會議記錄	
		決策、發布疏散避難指令	心靈安撫、禱告	
	大雨連續下了 3 天，天氣很差，能見度低（土石流紅色警戒）	全村廣播，提醒進入警戒狀態	物資集中管理	
	出現災情	回報災情給政府單位	煮飯共食	運送物資
		操作衛星電話聯繫外界	尋找野菜野食	受困居民救援
		調度應變小組成員	撰寫救災日誌	協助低窪地區堆置沙包
		對外聯繫、發言	送飯給救災的成員	
	雨勢開始變小	分配人員後送順序	分配物資	尋找、搶救水源
		決策收容所是否解散	災情整理	向外開路 接水源到各住戶
災後復原	解除颱風警報 雨停	募集、申請物資	剩餘物資總清點	運送物資
		指揮全村居民清理家園		清理家園
	出大太陽	回報鄉公所社區整體狀況	災情統整呈報	確認水源使用情況
說明		1. A-C 組乃依據訪談記錄歸納之編組，是社區於莫拉克颱風當時有實際運作的組織。 2. D-F 組為自行假設研擬的組別。		

可與 C 合併為 1 組		
D 疏散組	E 預警組	F 收容組
確認非聚落、 危險區域、弱勢住戶 當時人口	巡邏社區環境	收容所物資 (睡袋、臉盆、 飲水等) 確認
勸告遊客於颱風前離開	架設雨量計 / 筒	收容所環境檢查、清理
	觀察、記錄危險區域 災前實況	
通知、勸告非聚落、 危險區域、弱勢住戶		
引導獨居弱勢居民 疏散避難	巡邏社區環境	收容所開設
	監測並回報雨量	
	巡邏社區環境	
引導遊客疏散避難	危險區域管制	收容所管理、維護
引導一般居民疏散避難	觀測溪水狀況	收容人數清點、確認
		照顧病患、老人
	道路交通管制	照顧病患、老人
	收容所安全性評估	收容所安全性檢查
	巡察、回報社區環境災情	收容安置受困遊客
	巡察、回報是否有人受困	醫療救護、包紮
	發電設備操作	小朋友教育、管理
	照明設備操作	
	記錄環境變化與狀況	收容所解散、 協助居民返家
	尋找可對外通訊的地點	
清理家園	清理家園	清點收容所物資
環境消毒	記錄環境變化與狀況	收容所復原
3. 黑色字體任務為依據訪談紀錄歸納，是社區於莫拉克颱風當時有實際運作的工作。 4. 紅色字體為幕僚單位認為社區目前較缺乏的工作項目，自行假設研擬的組織任務。		



由社區防救災組織幹部針對災害境況討論各編組的行動任務，各編組提出的因應行動與對策便可成為社區的坡地災害緊急應變計畫。

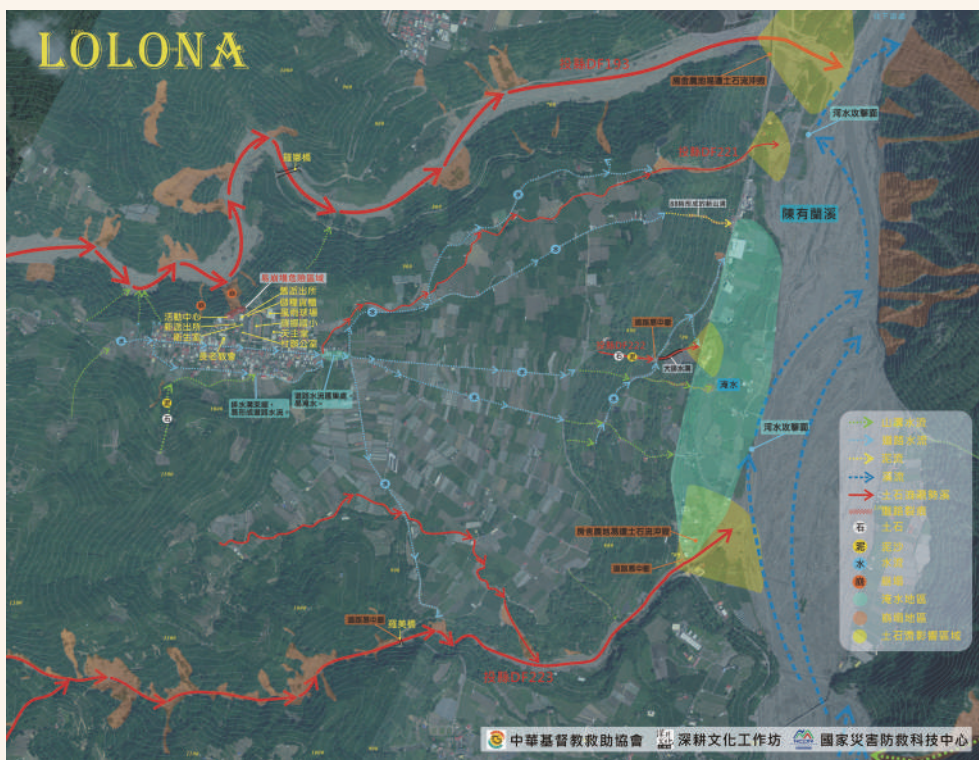
當未發布土石流紅色警戒或社區未出現災情，此部分工作暫緩。

四、掌握社區坡地災害風險

當重大坡地災害發生時，社區可能有房屋遭到土石掩埋、道路坍方，甚至發生人員受困等災情產生。檢視過去的坡地災害事件，可以發現外來的救援單位往往因為不熟悉社區環境，而無法及時發揮救援功用。若能經由社區防災地圖，讓外界快速掌握社區環境整體概況、研判坡地災害風險，並進行救援人力、器材設備及防救災資源的布署與安排，就能迅速展開救援行動。同時，有了這張地圖後，地方政府也可以利用地圖上的資訊作為轄區內坡地災害應變、救災指揮及資源調度時的參考。

案 例 說 明

從南投縣信義鄉羅娜村的防災地圖，可以得知社區的指揮中心、避難處所及直升機起降地點等資訊，而從航照圖與等高線則可以判讀出社區的地形與聚落分布位置。另外，由歷史坡地災害事件與災害潛勢等資訊，則可進一步判斷社區可能發生災害的位置和相對安全的地區。也因此當坡地災害發生時，外部救援單位或地方政府很容易根據這張地圖，判斷羅娜村的災情概況，並擬定適宜的救援行動。



▲ 羅娜村社區防災地圖。

五、規劃社區未來發展方向

基於社區防災地圖上所顯示的災害風險資訊，考慮災害特性下所規劃的社區發展方向，將可降低社區的災害風險，亦可減輕未來的災害衝擊與損失，進而朝向永續社區的目標邁進。也就是說，若社區未來要進行土地開發、工程建設、觀光規劃或進行小規模的基地改造等，都可以透過社區坡地防災地圖檢視開發的地點與路線是否適宜。若開發地區位於坡地災害潛勢地區，則應謹慎評估可行性，以避免提高社區的坡地災害脆弱度。

案 例 說 明



▲ 多納里的溫泉在莫拉克颱風時遭土石流沖毀，社區應思考未來是否要於此一地區進行觀光產業的重建。

位於高雄深山的「多納溫泉」曾經是極富盛名的觀光景點，絡繹不絕的遊客為多納里帶來了可觀的經濟收入。莫拉克颱風時，位於溫泉區上方的兩條野溪爆發土石流，導致河道兩側的觀光設施、店鋪皆遭土石沖毀，而溫泉也被土石掩沒。該地也因通往主要聚落的道路中斷，而產生孤立無援的情況。

在莫拉克颱風過後，對於多納里的居民來說，如果能重建溫泉區，當然可以提振當地的經濟。然而，原本的溫泉區已成為土石流的高風險地區，因此應盡量避免在此地再進行任何的觀光建設或土地開發等工程，以避免未來颱風豪雨來襲時可能再次發生災情。

案 例 說 明



位於南投縣水里鄉新中橫沿線的上安村，也是同樣曾經遭受重大土石流災害衝擊的社區。上安村的聚落中心分布在三廊溪的兩側，桃芝颱風時因三廊溪爆發嚴重土石流，沖毀主要道路與數座聯絡橋梁，導致兩岸居民無法通行，亦無法相互救援。上安村在進行災後重建規劃時，考量到三廊溪兩岸的交通聯繫，因此興建了一座名為「鵲橋」的吊橋，在災時可以發揮兩岸居民聯繫與互救的重要功能。同時，也配合社區總體營造，連結兩岸的青梅產業、飲茶文化與觀光旅遊，成功轉型為極具魅力的觀光休閒農村。

◀ 橫跨三廊溪的鵲橋，平時是著名的觀光景點，災時則可肩負兩岸的交通聯繫功能。

整體環境檢查項目一覽表

1. 陡峭邊坡

- ☐ 社區內的建築物、重要設施或聯外道路鄰近陡峭邊坡或位於陡峭邊坡上。
- ☐ 陡峭邊坡的坡面上有崩塌、裸露或土石流出等現象。

2. 填方區

- ☐ 社區周遭有填方區或棄填土區。
- ☐ 填方區或棄填土區的上方或下方有建築物、重要設施或聯外道路。
- ☐ 棄填土區有土石崩落或流出等現象。

3. 崩積土坡

- ☐ 社區周遭有崩積土坡存在。
- ☐ 崩積土坡的上下方有建築物、重要設施或聯外道路。

4. 順向坡

- ☐ 社區鄰近或座落在順向坡上。
- ☐ 順向坡有滑動徵兆、人為開挖或坡腳破壞之現象。

5. 溪溝或土石流潛勢溪流

- ☐ 社區周遭存有溪溝或土石流潛勢溪流。
- ☐ 溪溝與土石流潛勢溪流的沿岸與下游出口處，有建築物、重要設施或聯外道路存在。
- ☐ 下雨時，溪溝內的水流匯集後有流向社區聚落之情形。
- ☐ 溪溝或土石流潛勢溪流上游的邊坡有發生崩塌，河床有土石堆積現象。

6. 河流（河岸侵蝕、河階台地）

- ☐ 社區位在河階台地上。
- ☐ 河流歷史最高水位高度過於接近社區所在的河階台地高度。
- ☐ 社區內的建築物或聯外道路所在位置的下邊坡為河流攻擊岸。
- ☐ 河川主流與支流匯流處有大量土石堆積，導致主流原本流動方向改變。

7. 堰塞湖

- ☐ 河流上游的河床上，有大量土石堆積，或有水流逐漸蓄積成湖泊。
- ☐ 颱風豪雨期間，河流水位有異常減少，甚至出現沒水的狀況。
- ☐ 若鄰近社區之河川的上游有堰塞湖，在颱風豪雨期間，應監測堰塞湖水位是否有異常升降情形。

細部環境檢查項目一覽表

1. 道路與橋梁

1-1 排水溝設計

- ☐ 山區道路或邊坡的排水溝為無尾溝。
- ☐ 無尾溝出水口的下方邊坡有出現侵蝕溝。

1-2 道路路面

- ☐ 上邊坡坡腳處的道路路面有隆起現象。
- ☐ 道路路面接近下邊坡側，有出現方向一致的長裂縫或陷落情形。
- ☐ 颱風豪雨過後，道路路面裂縫或塌陷有持續擴大趨勢。

1-3 聯外橋梁

- ☐ 社區主要聯外交通管道為橋梁。
- ☐ 聯外橋梁附近已有崩塌地存在。
- ☐ 橋涵處有土石或漂流物淤積堵塞現象。
- ☐ 橋梁結構有破壞情形產生。

2. 河岸與河床

2-1 坡腳侵蝕

- ☐ 河流攻擊岸處之坡腳有土砂淘刷，或護岸、堤防工程損毀的情況。
- ☐ 河流攻擊岸處之坡面有裂縫或塌陷產生。
- ☐ 河流攻擊岸處上方的道路路面有塌陷或成群且平行河岸的裂縫產生，或道路鋪面有常常更新的狀況。
- ☐ 河岸淘刷、邊坡或道路路面的裂縫與塌陷，有持續擴大趨勢。

2-2 土砂淤積

- ☐ 社區內過去有遭受河水與土砂淹沒的地區。
- ☐ 目前的河床高度太接近社區聚落所在位置高度。
- ☐ 河流中上游地區兩側邊坡有大規模崩塌發生，或河床上有大量土砂堆積。

2-3 防砂設施

- ☐ 防砂設施有變形或破裂現象發生。
- ☐ 河流護岸發生基礎淘空或陷落現象。

細部環境檢查項目一覽表

3. 邊坡

3-1 崩塌地

- ☐ 社區周遭的邊坡有崩塌地存在。
- ☐ 颱風豪雨過後，社區周遭的邊坡上有新生崩塌地產生。
- ☐ 在山勢較高的坡腳處有落石堆積情形。
- ☐ 崩塌地的裸露面積或坡腳處的落石有擴大發展趨勢。

3-2 裂縫

- ☐ 邊坡頂部出現長條形塌陷或圓弧形長裂縫。
- ☐ 邊坡坡面有成群成組同方向的裂縫或局部塌陷出現。

3-3 樹木或電線桿

- ☐ 邊坡上有一大片樹林枯死情形。
- ☐ 邊坡上的樹林有傾斜生長情形。
- ☐ 設置在邊坡附近的電線桿有傾斜情形。

3-4 異常出水

- ☐ 邊坡坡腳處突然出現一區濕土，且範圍有持續擴大之傾向。
- ☐ 邊坡上原本無水的坑溝有異常出水現象。
- ☐ 邊坡或擋土結構物表面有異常出水現象。

4. 擋土設施

4-1 擋土牆高度與距離

- ☐ 擋土牆的高度過高。
- ☐ 建築物與擋土牆間沒有保持安全距離。
- ☐ 擋土牆後方的土坡太陡。

4-2 擋土牆結構

- ☐ 擋土牆有外凸、開裂或往前傾倒等情況。
- ☐ 擋土牆裂縫有持續擴大趨勢。
- ☐ 擋土牆排水孔被土石或者被長出的雜草所阻塞。
- ☐ 降雨期間擋土牆排水孔沒有正常排水，或是有排出泥水的情形。

4-3 地錨錨頭

- ☐ 地錨錨頭與擋土牆間有開裂或剝離現象。
- ☐ 地錨錨頭有鏽蝕或滲水現象。

細部環境檢查項目一覽表

5. 建築物

5-1 外觀與結構

- ☐ 建築物的梁柱、外牆磁磚或隔間牆粉刷層上，有裂紋或傾斜之現象。
- ☐ 建築物內裝飾材料或家具，有開裂、鏽蝕或傾斜之現象。
- ☐ 建築物門窗有因為變形而產生關閉困難或卡死等無法使用之現象。
- ☐ 建築物貼山側的牆壁或地下室的地板、牆壁或角落上，有滲水、發霉、裂縫或浮凸之現象。
- ☐ 建築物周圍樓梯或排水溝與建築物間，有開裂、落差之現象。

5-2 排水溝

- ☐ 建築物周圍排水溝渠有裂縫、變形之現象。
- ☐ 建築物周圍排水溝渠的排水狀況有異常之現象。
- ☐ 屋頂水塔進水量與水壓不穩定。
- ☐ 自來水水費有異於往常之暴漲現象。

※ 進行社區坡地災害環境檢查時，可將此附錄表格影印後方便攜帶進行環境檢查。

國家圖書館出版品預行編目 (CIP) 資料

社區坡地災害環境檢查手冊 / 林又青等作. -- 第一版. --

- 新北市 : 國家災害防救科技中心, 2014.05

82 面 ; 181×255 公分

ISBN 978-986-04-0594-1 (平裝)

1. 社區 2. 防災教育 3. 山坡地

545.0933

103003444

社區坡地災害

環境檢查手冊

書 名 社區坡地災害環境檢查手冊

發行人 陳亮全、陳宏宇

作者 林又青、林聖琪、張志新、劉怡君、曾敏惠

總編輯 劉怡君、曾敏惠

助理編輯 吳郁珽、簡頌愷

出版機關 行政法人國家災害防救科技中心

地 址 新北市新店區北新路三段 200 號 9 樓

電 話 02-8195-8600

美術設計 也樂設計有限公司

插圖繪製 宋明鋌、王胤卓、莊子瑄

製版印刷 威創彩藝 / TEL:02-2226-9070

出版年月 2014 年 5 月

版 次 第一版

非 賣 品

I S B N 978-986-04-0594-1

版權所有，欲利用本書內容，須徵求本中心同意。