

山坡地住宅社區安全維護手冊

Hillside Residential Community Inspection Manual

內政部營建署 編印

編輯群

指 導 高文婷
樂中丕
盧昭宏
洪信一

總 編 輯 廖瑞堂

副總編輯 陳昭維
王世昌
賴典章

諮議委員 周功台
范正成
潘國樑
冀樹勇

執行編輯 呂家豪
汪俊彥
邱昶瀚

美術編輯 林玉涵



序 |

山坡地空氣清新、視野廣闊及綠意盎然的環境，是一個適合居住的地方。然而山坡地住宅社區開發時所設置的山坡地防災設施，後續會隨時間增加而功能會逐漸降低，致使山坡地社區會潛藏不利的致災因子，但如果可以經常性或定期的檢查，於發現異常徵兆時，進行必要之修復及改善，通常可以適度延長其使用年限，確保坡地之安全性。

從過去的經驗看到，山坡地社區安全的確保非單靠政府來關心，或由幾位專業技師每年定期來為坡地社區作初步的安全檢查就能達成，如果社區居民能主動關心，積極做好減災、預防以及整備的工作，將更能減少災害發生的機會。

坡地災害發生前，大多有跡可循，本「山坡地住宅社區安全維護手冊」整理常見的山坡地防災設施，以及坡地災害發生前可能的徵兆，提供社區居民在環境診斷時可實際操作的檢查項目與方法，以及時發現異常並進行維護管理，確保安全。

這本手冊的內容，希望可以增進大眾對山坡地的認識，惟有知道山坡地的可能風險及問題，才能落實山坡地住宅的安全維護，並使山坡地安全獲得真正的保障！

內政部營建署 署長 **許文龍**



目錄 |

第一章 山坡地住宅社區與坡地災害

1.1 認識山坡地住宅社區	1-2
1.2 山坡地住宅社區潛在的威脅：坡地災害	1-5
1.3 山坡地住宅社區的管理維護	1-14

第二章 常見的山坡地防災設施

2.1 擋土護坡工程	2-3
2.2 沉砂及滯洪池設施	2-10
2.3 排水設施	2-12
2.4 大地防災監測系統	2-15

第三章 坡地社區的安全檢查

3.1 坡地社區安全檢查的三部曲	3-3
3.2 社區居民自主檢查 DIY	3-5
3.3 居民自主檢查後的下一步：找到專業協助	3-18

第四章 山坡地的故事

故事(一) 邊坡發生滑動前會有徵兆嗎？	4-3
故事(二) 邊坡發生滑動徵兆後會自然改善或停止嗎？	4-4
故事(三) 坡地設置監測系統有用嗎？	4-6
故事(四) 自動化監測能達到預警防災功效嗎？	4-8

山坡地住宅社區 安全維護手冊



第一章 山坡地住宅 社區與坡地災害

1.1 認識山坡地住宅社區	1-2
1.2 山坡地住宅社區潛在的威脅：坡地災害	1-5
1.3 山坡地住宅社區的管理維護	1-14

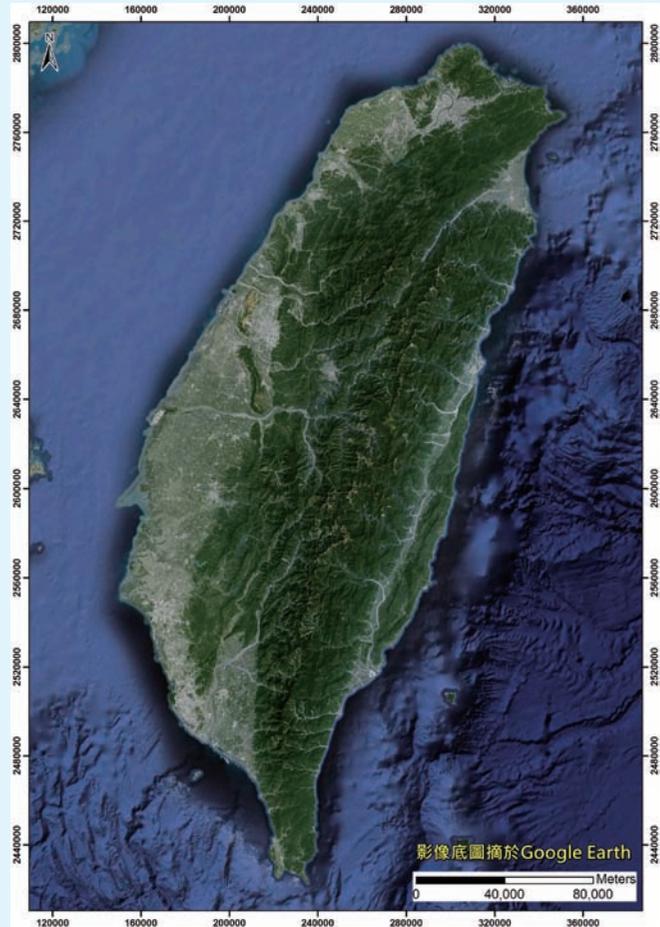
山坡地住宅社區

安全維護手冊

第一章、山坡地住宅社區與坡地災害

台灣約有 73.6% 的土地屬於高山、丘陵及台地，平地面積僅佔約 26.4%，在地狹人稠而房屋需求持續增加的情形下，在鄰近都會地區，具有交通便利、景觀優美及空氣清新等特性之山坡地，作為建築用地，亦為不錯的選擇之一。

然而山坡地與平地不同，不當的開發利用及管理維護都可能引發坡地災害，若人們能對山坡地妥善規劃、合理的利用及有效的管理，則坡地災害大都能控制在可接受的範圍內。



▲ 圖 1-1 台灣山多平地少
(摘自 Google Earth 衛星影像)

1.1 認識山坡地住宅社區

■ 法定之山坡地

山坡地係指具傾斜、高低起伏或海拔較高的陸地，比平地高，具有坡度之地帶。其中依照《山坡地保育利用條例》第三條，對於山坡地之定義如下：

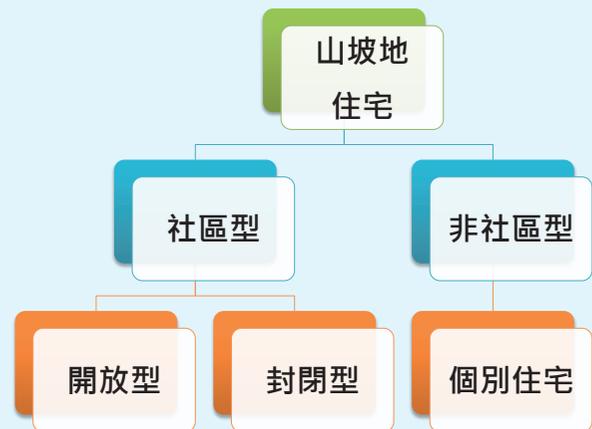
本條例所稱山坡地，係指國有林事業區、試驗用林地及保安林地以外，經中央或直轄市主管機關參照自然形勢、行政區域或保育、利用之需要，就合於左列情形之一者劃定範圍，報請行政院核定公告之公、私有土地：

- 一、標高在一百公尺以上者。
- 二、標高未滿一百公尺，而其平均坡度在百分之五以上者。

■ 山坡地住宅社區

位於山坡地上的住宅可以稱作是山坡地住宅，而山坡地住宅依照建築型態可概分成 (1) 社區型及 (2) 非社區型等二種。

非社區型主要指的是個別住宅，而社區型則為建築物群，可概分為 (1) 封閉型及 (2) 開放型二種。「開放型社區」主要為建於山坡地上的各自獨立建築物，但可能共用某些不可分割的社區設施或設備的集居地區；而「封閉型社區」目前於法律並無明確規定，但大致可參考《公寓大廈管理條例》第 53 條：「多數各自獨立使用之建築物、公寓大廈，其共同設施之使用與管理具有整體不可分性之集居地區者，其管理及組織準用本條例之規定」。



▲ 圖 1-1-1 山坡地住宅之類型

■ 開放型山坡地住宅社區



▲ 照片 1-1-1

開放型山坡地住宅社區，大多屬於散居之傳統聚落，以里鄰形態存在。(屏東○○聚落) (呂家豪 攝)

山坡地住宅社區

安全維護手冊

■ 封閉型山坡地住宅社區



▲ 照片 1-1-2

封閉型山坡地住宅社區，通常屬於整體開發型山坡地社區，具有一致性之規劃、設計，並設有社區管理委員會，共同設施之使用與管理具有整體不可分性。(新北某坡地社區)(廖瑞堂 攝)

■ 山坡地個別住宅



◀ 照片 1-1-3
位於山坡地上之
個別住宅
(鄒鄭翰 攝)

■ 緊鄰山坡地之住宅



◀照片 1-1-4

有些住宅不在山坡地上，但由於山坡地在附近（緊鄰邊坡），仍有受坡地災害威脅之可能。

1.2 山坡地住宅社區潛在的威脅：坡地災害

■ 坡地災害是怎麼一回事？山坡地與山坡地災害

山坡地長時間受地質作用力下，形成某一平衡及穩定狀況，然而當外在條件改變時，例如豪雨、地震或重力的作用下，就可能會造成不穩定現象，使山坡地產生往下坡方向的運動，如山崩、地滑、土石流等。當這些原是環境中自然的「地質現象」，若涉及人命或財產房舍的損失時，就轉變成具危害的「地質災害」。



◀照片 1-2-1

民國 104 年 8 月 8 日蘇迪勒颱風挾帶豐沛雨量，誘使桃園市○○部落上邊坡土石流潛勢溪流爆發，於道路附近溢流後，堆積於下邊坡聚落，造成 15 戶民宅受損。所幸當地居民已於前一日全數撤離，共 25 人，故未造成傷亡（鄒鄭翰攝）

山崩、地滑、土石流等現象，原屬於自然界正常的「地質現象」，但若影響居民生命財產時，就轉變成具危害的「地質災害」

山坡地住宅社區 安全維護手冊

■ 台灣坡地災害頻繁的原因

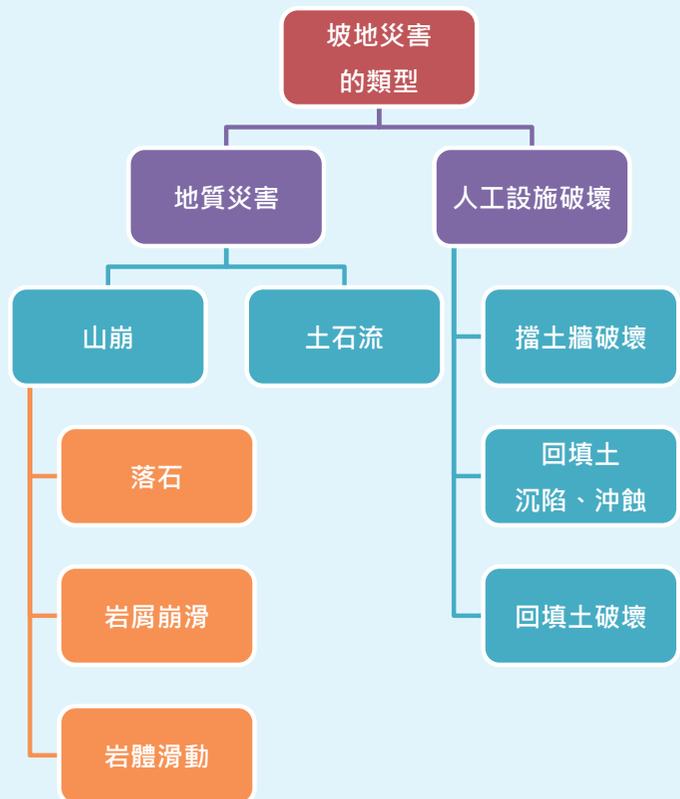
台灣地區有風景特殊迷人的高山峻嶺、深壑溪谷，然這些美景背後隱藏台灣地區先天的不利三「多」條件：「山多」、「雨多」、「地震多」，生活在這島嶼的人民隨時都要面對大自然多重災害的威脅及挑戰，故先天條件不佳，在山坡地開發如何趨吉避凶，使坡地災害的損失減至最少，是我們必須持續學習的。



▲圖 1-2-1 坡地災害的原因 (改自廖瑞堂，2010)

■ 坡地災害的類型

坡地災害的類型相當廣泛，目前尚無統一的分類，但大致可從自然及人工設施之災害等二方面來看，其中自然的地質災害包含落石、岩體滑動(如順向坡、地滑等)及岩屑崩滑；而人工設施破壞包含擋土牆等，主要可能為開發不當、設計不良、施工疏失等人為因素導致災害發生。



▶圖 1-2-2
坡地災害的類型

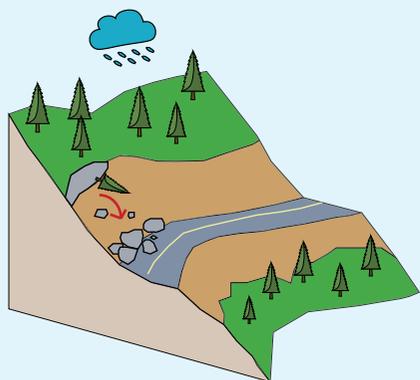
坡地 災害

落石

落石係指岩塊或岩體自陡峻岩壁上分離後，以自由落體、滾動或彈跳等方式快速向下移動之現象。



▲ 照片 1-2-2 落石經常發生於陡峭的山坡上（廖瑞堂 攝）



▶ 照片 1-2-3
巨石掉入民宅內，影響周圍住戶安全甚鉅



山坡地住宅社區 安全維護手冊

坡地
災害

土石流

土石流係指泥、砂、礫及巨石等物質與水之混合物，受重力作用所產生之流動體，沿坡面或溝渠由高處往低處流動之自然現象。



◀照片 1-2-4

民國 104 年 8 月 8 日蘇迪勒颱風過後拍攝。颱風影響期間，位於新北市烏來區○○農場附近溪流爆發土石流，挾帶之土石沖毀多間木屋及餐廳（鄒鄭翰攝）



▶照片 1-2-5

民國 104 年 8 月 8 日蘇迪勒颱風過後拍攝。颱風影響期間，民宅附近溪流土石流爆發，挾帶之土石沖毀民宅（鄒鄭翰攝）

坡地
災害

岩體滑動

屬於規模較大、滑動面深度較深的山崩，滑動面常深入岩層內。在地表多可觀察到各種明顯的山崩現象。

坡地
災害

岩屑崩滑

為土壤、崩積層、煤渣堆積、棄填土以及其他鬆軟破碎之地質材料等發生之崩落或滑動現象。



◀ 照片 1-2-6

民宅後方邊坡，於民國 104 年 8 月 8 日蘇迪勒颱風，受大雨沖刷而發生崩塌，崩落之土石並沖毀下方民宅後牆。(鄒鄭翰攝)



▶ 照片 1-2-7

南投霧社地區下方邊坡坍塌，影響上方民宅安全(廖瑞堂攝)

山坡地住宅社區 安全維護手冊

坡地
災害

擋土牆破壞



◀ 照片 1-2-8

民宅後方緊鄰山坡地，採地錨格梁工法保護邊坡，然當地錨功能受損或甚至失效時，區域邊坡在豪大雨等特殊環境條件下，邊坡產生崩塌，崩落之土石並沖毀下方民宅後牆（廖瑞堂攝）



◀ 照片 1-2-9

加勁擋土牆破壞案例（廖瑞堂攝）



▶ 照片 1-2-10

漿砌擋土牆破壞案例（廖瑞堂攝）

回填土之沉陷及淘空，可能使建築物發生不均勻沉陷。



▶ 照片 1-2-11

建築物間之巷道為填土區，巷道之地表原本即有明顯的沉陷現象，至 2004 年時約有 30 公分沉陷，設置在巷道之排水溝為社區主要的地表排水系統，因受沉陷影響導致水溝拉裂，大量雨水滲入填土，使沉陷情形愈來愈嚴重。

(廖瑞堂 攝，2004/6/23)



◀ 照片 1-2-12

至 2008 年 9 月辛樂克颱風來襲時，產生地表嚴重坍塌，下陷約 1.5 公尺

(廖瑞堂 攝，2008/9/16)



◀ 照片 1-2-13

受地表下陷影響，周圍建物亦產生不均勻沉陷問題，可見附屬設施變形明顯

(廖瑞堂 攝，2008/9/16)

山坡地住宅社區

安全維護手冊

坡地
災害

回填土破壞

坡地開發常會採取回填土方式，以取得較平緩之建築基地，如果填方施工未能確實滾壓夯實，則日後產生沈陷或滑動現象之可能性較高。



▲ 照片 1-2-14

於 1994 年 7 月 21 日，地基發生掏空滑移，共計約有 8 戶房屋損毀 (廖瑞堂 攝，1994/7/26)

◀ 照片 1-2-15

坡地社區建築基地位於人工填方之上，下邊坡的穩定度完全靠擋土牆來支撐，擋土牆承受極大之壓力 (廖瑞堂 攝，1994/7/26)

◀ 人工填土未經充分壓實，土質鬆軟密度低，含有較大的孔隙及空洞，易於蓄水，其不均勻性、高壓縮性及低強度，連帶容易發生破壞

▼表 1-2-1 國內近年重大坡地災害事件

項次	時間	事件	說明
1	1994/07/21	淡水米蘭山莊坍滑	米蘭山莊位於台北縣淡水鎮鄧公路，於 1997 年 10 月 27 日發生災變，造成房屋下滑與地基淘空流失，以及 8 戶房屋全毀。
2	1995/06/25	三峽白雞山莊災變	白雞山莊（萬代福社區）1995 年 6 月 25 日發房屋下滑與地基流失，以及 13 戶房屋全毀。
3	1996/11/16	汐止瑞士山莊道路坍滑	瑞士山莊於 1996 年 11 月 16 日發生嚴重的路面下塌及龜裂現象，最大裂口約 15 公分寬，深約 60 公分，下陷面高差 25 公分。
4	1997/08/18	溫泥颱風 汐止林肯大郡順向坡災變	林肯大郡於 1997 年 8 月 18 日因溫泥颱風來襲而發生災變，造成居民 28 人罹難、50 人輕重傷，房屋 80 戶全毀、20 戶半毀。
5	1997/04/02	桃園上巴陵 田旺山莊崩塌	田旺山莊疑因地基土石滑動，導致整棟百坪五層樓建築直接滑落兩百公尺深谷全毀。山莊旁兩間民宅也受到牽引波及，房屋龜裂半毀。所幸房屋傾斜前，人員及時疏散，沒有重大傷亡。
6	1998/08/12	基隆健康博士 順向坡災害	健康博市位於基隆市深澳坑路與「美的世界」社區交界處工地於 1998 年 8 月 12 日發生災變，造成 4 戶民宅外部結構嚴重龜裂損壞，2 人受傷。
7	1998/09/28	木柵豐華 天藍社區滑坡	位於台北市木柵軍功路的豐華天藍社區，由於大雨不斷，造成社區後方土石崩落，泥漿淹沒住戶，導致 60 戶居民緊急撤離。
8	1998/10/18	五股登林路災變	位於台北縣五股登林路 99 之 6 號後面山坡，因瑞伯颱風豪雨，造成雨水蓄積山坡地災難現場上方的灰渣掩埋場。因擋土牆承受不了連日來的大量雨水而倒塌。大量的土石泥漿隨著山勢沖下，5 間民房、1 座工廠遭到沖毀，7 人遭到活埋，8 人受傷。
9	1998/10/16	瑞伯颱風 內湖路一段災變	1988 年 10 月 16 日，因瑞伯颱風使得台北市內湖路一段四十七巷旁的水利溝渠發生土石崩塌現象，大量的土石迅速的掩沒了 47 巷 24 號 3 戶靠山的老舊住宅，計有 2 戶人家內共 5 人逃避不及，被活埋在屋內。
10	1998/10/27	芭比絲颱風 新店甜蜜蜜社區災變	甜蜜蜜社區因受到芭比絲颱風豪雨的影響，發生嚴重的土石崩塌現象，造成和成街 15 巷的地基整個被掏空。而大量的土石也整個覆蓋了低處的籃球場，同時壓毀了 4 部小客車，所幸無人傷亡。
11	1998/10/26	芭比絲颱風 三芝鄉圓山村土石流	圓山村木屐寮 40 之 1 號後山坡，因芭比絲颱風挾帶大量強風豪雨，雨水蓄積災難現場上方之山坡地，導致坡地崩塌，大量的土石泥漿滑落，沖毀建物，而 2 位災民遭到活埋。
12	1999/06/23	新店大千豪景 邊坡崩塌	大千豪景社區活動中心旁，於 1999 年 6 月 23 日發生災變，造成地基淘空，邊坡崩塌，活動中心結構受損。
13	1999/09/21	921 地震	921 地震導致草嶺及九份二山發生崩塌，另外台中克林頓山莊之出入口斜坡為斷層抬高近 1 公尺，社區住宅皆嚴重受損。
14	2008/09/15	辛樂克颱風 南投豐丘明隧道口 邊坡崩塌	臺 21 線上豐丘明隧道南端沙里仙洞溪發生土石流災害，不久隧道北端 91K+600 處也接著發生嚴重地邊坡崩塌災害，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。
15	2008/09/15	辛樂克颱風 南投廬山溫泉區 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，塔羅灣溪兩岸有 10 多家飯店遭洪水傾入；其中綺麗溫泉旅館因為溪水淘刷地基而倒塌，廬山賓館則是遭後方崩塌土石掩埋，造成 1 人死亡。
16	2009/08/08	莫拉克颱風 高雄小林里 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，崩塌土石量高達 2500 萬立方公尺。當地居民同時遭受崩塌土石與堰塞湖潰壩所害，最後造成 491 人罹難與失蹤的悲劇。
17	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。
18	2010/09/19	凡那比颱風 屏東縣來義村 土砂災害	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，導致來義村地臨時土堤潰決，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。
19	2010/10/21	梅姬颱風 蘇花公路蘇澳到東 澳段落石坍方	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，其中有以 116K 的災害規模最嚴重，下邊坡路基坍陷身達 200 公尺。
20	2010/10/21	梅姬颱風 宜蘭縣白雲寺 土石流災害	白雲寺後方坡地發生土石流災害，造成寺廟毀損，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。
21	2011/02/20	基隆市安樂區 基金一路邊坡 滑動破壞	基金一路上的穎泰傢俱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。
22	2011/08/29	南瑪都颱風 屏東老佛野溪 土石流災害	老佛野溪在颱風期間陸續爆發 3 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 棟民房受損，其中順天宮完全被掩埋。
23	2012/08/02	蘇拉颱風 花蓮和中村 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，和中野溪流出大量土石與土砂，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。
24	2015/08/08	蘇迪勒颱風 新北市烏來區 土石流、崩塌災害	蘇迪勒挾帶豪雨重新創新北市烏來區、忠治部落及福山部落，多處發生土石流淹沒民宅。烏來國中小、溫泉街清流園紛紛坍方、瀑布公園出現走山情形，災情嚴重。
25	2015/08/08	蘇迪勒颱風 桃園合流部落 土石流	蘇迪勒颱風強大雨造成嚴重災情，桃園市復興區台七省道 21 K 合流部落遭受土石流掩埋，所幸中央與地方通力合作以及居民危機意識高，趕在土石流警戒發布前就完成撤離，事後土石流雖然掩埋部落，但成功保住 25 位居民生命，成為國內因應土石流災害的正面教案。

山坡地住宅社區 安全維護手冊

1.3 山坡地住宅社區的管理維護

台灣地狹人稠，往山坡地開發居住在所難免，然而山坡地與平地不同，有地形的高差，不當的開發利用及管理都可能引發坡地災害，因此需要更高強度的管理。

若能對山坡地妥善規劃、合理的利用及有效的管理，坡地災害大都能控制在可接受的範圍內，環境清幽、空氣清新的山坡地仍是一個適合居住的地方。

■ 山坡地住宅社區開發，步步為營

國內早期坡地開發，由於法令不周、管制不嚴，而有開發選址、規劃設計不當、施工不良或維護不善等情況，加上設施老化等因素，坡地建築之災變屢見不鮮。自從民國七十二年山坡地建築管理辦法，及民國八十六年賀伯颱風造成林肯大郡重大傷亡與損失災變之後，山坡地安全問題漸獲重視，在山坡地之開發及使用管理，法令逐漸健全，從法令沿革可見隨著時期之演進，管制方式日漸嚴格之趨勢，以確保公共安全，並提升居住品質。



◀ ▼ 照片 1-3-1a、b

民國 86 年 8 月間，臺北縣汐止市林肯大郡社區因溫妮颱風帶來豪雨，致所坐落順向坡滑動，釀成 169 戶全倒、313 戶半倒、28 人喪生慘劇。(廖瑞堂 攝)

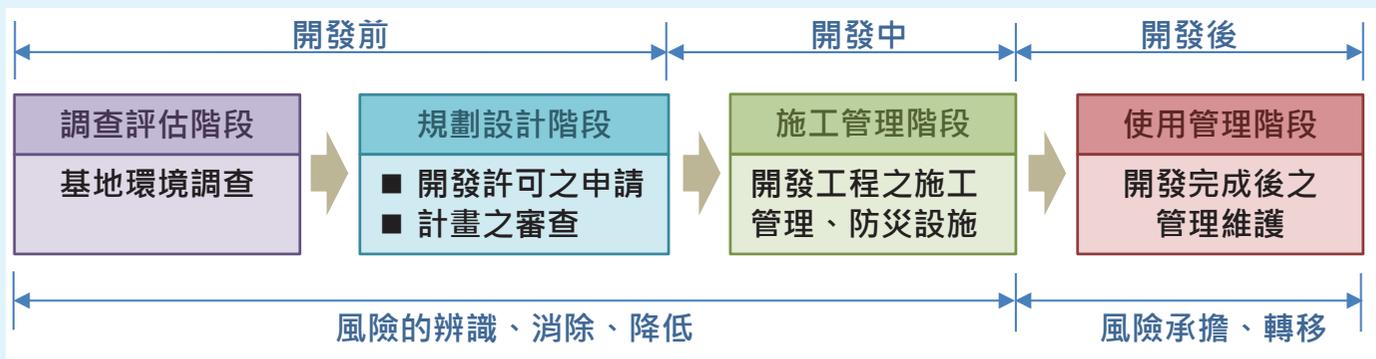


自從民國 86 年林肯大郡發生災變後，政府開始重視山坡地社區的安全，除了對全國既有的山坡地社區進行總體檢外，對於新建之山坡地社區的安全加強要求，不論從設計、施工至完工後的管理維護，有較詳細且嚴格的規定，其目的就是避免類似的災變再度發生。

■ 山坡地住宅社區完工後：使用管理維護的重要性

山坡地住宅社區之災害，開發錯誤、施工不當及天然災害固然佔了絕大部份原因，然而開發完成後的使用維護管理，也是重要關鍵之一。因此目前政府相關單位陸續推行山坡地住宅社區安全檢查，希望由山坡地住宅社區居民及專業人員，透過平時檢視山坡地住宅社區的安全性，以期望能夠早期發現異常徵兆，加強相對應措施以減少災害發生的機率，達到天助自助的目的。

若我們把山坡地住宅社區，從啟用的那一刻起，當作一個新生的嬰兒，而陪伴在她左右的我們便是她的父母，山坡地住宅社區有了任何的微小變化，應該是自己最為瞭解、清楚的。山坡地住宅社區有了瑕疵就像一般人有了小感冒，會自覺不舒服，而自行前往診所就醫。因此山坡地住宅社區要從發現異常徵兆，乃至尋找專業人員進行維護修繕乃至補強，關鍵仍在居民關心自己的安全，自我了解，才能主動就醫。



▲ 圖 1-3-1 山坡地住宅社區安全維護的三個階段

山坡地住宅社區的安全，從開發前到開發後環環相扣，開發後的使用維護管理，關鍵在於山坡地住宅社區的居民，能否主動關心，於日常生活中發現異常，並找到專業管道協助。



第二章 常見山坡地 防災設施

2.1 擋土護坡工程	2-3
2.2 沉砂及滯洪池設施	2-10
2.3 排水設施	2-12
2.4 大地防災監測系統	2-15

第二章、常見山坡地防災設施

山坡地的開發利用，需要審慎的調查及設計後，設置許多防災設施，才能確保坡地的安全。而山坡地的防災設施與我們的身家性命息息相關，如何在平時發現不尋常的徵兆，進而防微杜漸，阻止令人遺憾的災難發生，是每個生活在山坡地的居民都必須擁有的警覺心與責任。

要如何防患未然？首先必須從認識山坡地防災設施做起！以下介紹各項防災設施設置目的及功能。

■ 山坡地防災設施大致可分為四大類

- 1 擋土護坡工程
- 2 沉砂及滯洪池設施
- 3 排水設施
- 4 大地防災監測系統

2.1 擋土護坡工程

山坡地的護坡工程，依其功能可分為兩大類：

■ 坡面保護工：

具有保護坡面防止風化，或抗沖蝕的護坡，但不具擋土或穩定邊坡功能，稱為坡面保護工。常見的坡面保護工，例如植生帶法、打樁編柵植生護坡、噴漿護坡及格樑植生護坡等。其主要目的係為了減緩風化或避免地表沖蝕擴大，引致土石流或山崩等災害。

坡面
護坡

植生帶植生護坡

植生帶係以纖維或棉織品等其他材料所製成可附著植物種子之帶狀構造物，鋪植於坡面上，可達保溫、保濕之效果，以提高種子之發芽率及成活率，達到快速植生之效果，並防止雨水沖刷坡面。

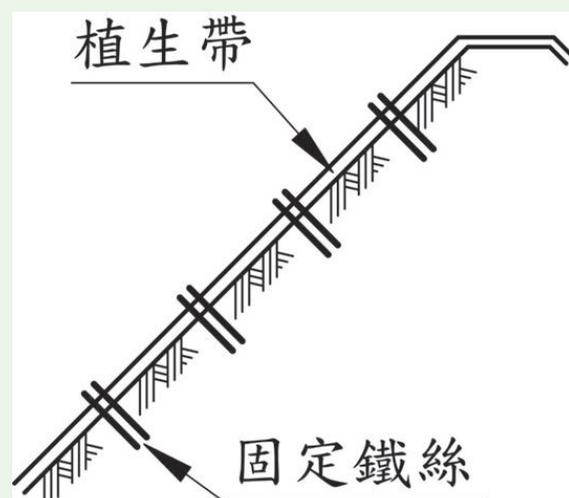


▲照片 2-1-1 植生帶植生護坡遠照



▲照片 2-1-2 植生帶植生護坡近照

▼圖 2-1-1 植生帶工法示意圖



山坡地住宅社區 安全維護手冊

坡面
護坡

打樁編柵植生護坡

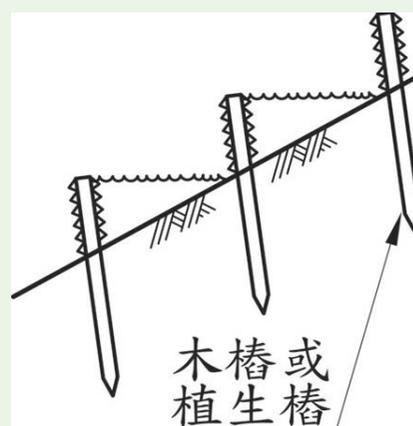


▲照片 2-1-3 打樁編柵植生護坡施工中 (廖瑞堂 攝)

打樁編柵植生護坡係使用萌芽樁、木樁或其他材料製成之樁，打入土中，並採用鐵絲網等材料編織成柵，用來固定不安定土石、改善坡度、防止沖蝕之植生方法。

▼圖 2-1-2

打樁編柵植生護坡示意圖



▲照片 2-1-4 打樁編柵植生護坡完工後 (廖瑞堂 攝)

坡面
護坡

格梁植生護坡

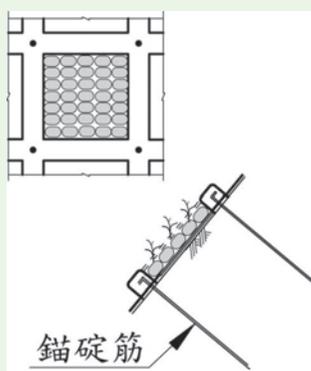
格梁植生護坡係於邊坡面上，以場鑄或預鑄鋼筋混凝土或噴凝土或圓木製作縱橫之格梁，然後在每一格子中襯砌植生包或植草。

預鑄指事先將於工廠中生產的構造物組件組合，並安裝至現場。場鑄即為於現地施工，包含澆鑄混凝土。

▼照片 2-1-5 格梁植生護坡施工過程 (廖瑞堂 攝)



▲照片 2-1-6 格梁植生護坡完工後 (廖瑞堂 攝)



◀圖 2-1-3
格梁植生護坡示意圖

坡面
護坡

噴漿護坡

噴漿護坡係針對坡面施以水泥噴漿處理，或中間加設鋼絲網及固定筋，可減緩岩坡表面風化的持續進行，固結鬆散的浮石，防止落石的發生。

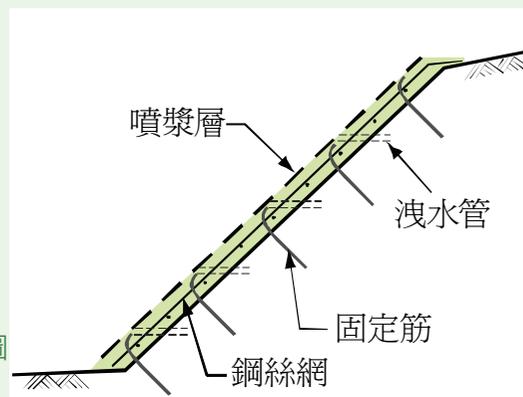


▲照片 2-1-7 噴漿護坡遠照



▲照片 2-1-8 噴漿護坡易因老化產生龜裂或滲水現象

▶圖 2-1-4
噴漿護坡示意圖



山坡地住宅社區 安全維護手冊

■ 擋土護坡工

可提供抗滑及邊坡穩定功能的構造物稱為擋土護坡或擋土牆。常見的擋土護坡，包括 RC 懸臂式擋土牆、錨拉式擋土牆、蛇籠或加勁擋土牆等，其設置的主要目的為：

- 1 克服地形高差，提供可供利用的建築或道路用地
- 2 提供邊坡穩定之擋土功能



▲照片 2-1-9 擋土護坡提供邊坡之穩定功能 (廖瑞堂 攝)



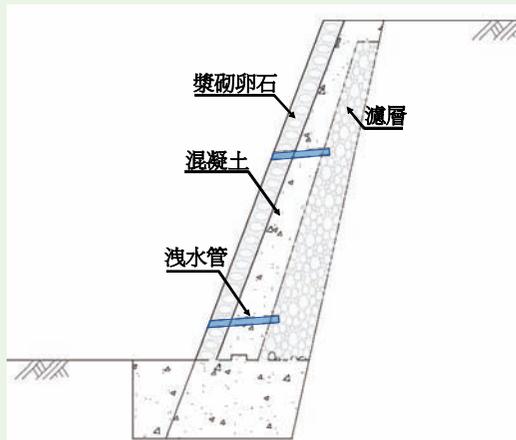
▲照片 2-1-10 山坡地開闢道路必須設置擋土護坡，確保用路人安全 (廖瑞堂 攝)

擋土
護坡

砌石擋土牆



▲照片 2-1-11 乾砌擋土牆 (廖瑞堂 攝)



砌石擋土牆係藉由堆砌石塊間之摩擦力及砌石牆本身自重，以提供抵擋水平土壓力之阻抗能力。

◀圖 2-1-5
砌石擋土牆示意圖

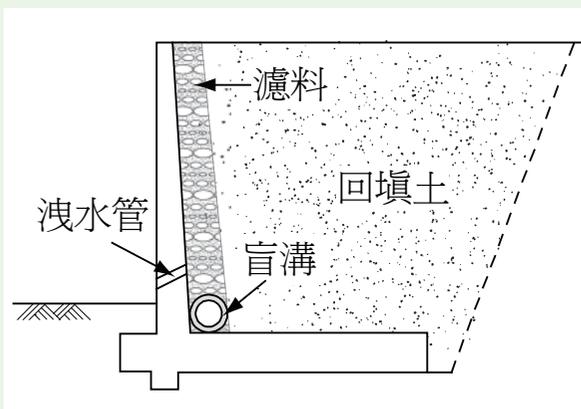


▲照片 2-1-12 漿砌擋土牆 (廖瑞堂 攝)

擋土
護坡

懸臂式 RC 擋土牆

懸臂式 RC 擋土牆係由垂直牆臂與底座所構成，並由固定在底座之牆臂來擋土。



▲圖 2-1-6 懸臂式擋土牆示意圖



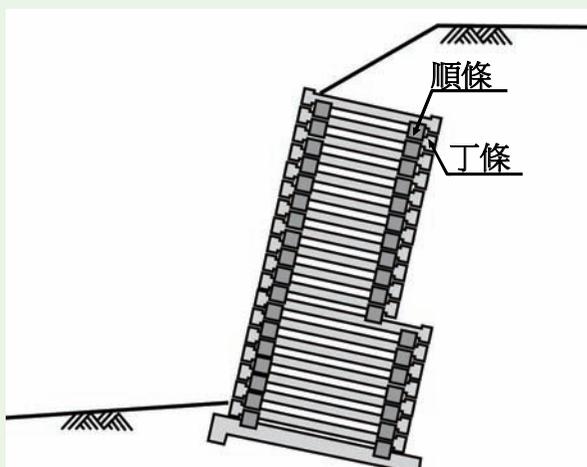
▲照片 2-1-13 懸臂式擋土牆

山坡地住宅社區 安全維護手冊

擋土
護坡

格床式擋土牆

格床式擋土牆係由木條、預鑄混凝土條或金屬條組成框箱，內疊砌卵石或粗粒料而成。



▲圖 2-1-7 格床式擋土牆示意圖



▲照片 2-1-14 格床式擋土牆施工中 (廖瑞堂 攝)



▲照片 2-1-15 格床式擋土牆完工後 (廖瑞堂 攝)

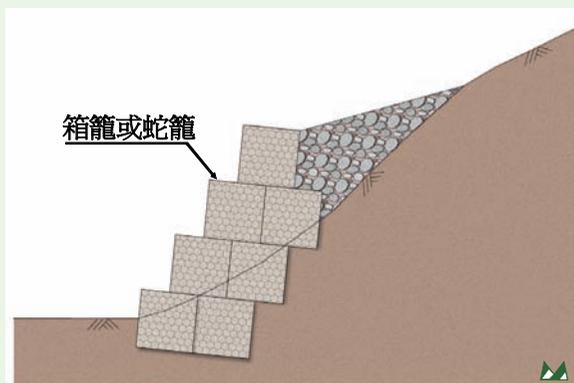
擋土
護坡

蛇籠擋土牆



▲照片 2-1-16 箱籠擋土牆

蛇籠擋土牆係以鉛絲編成蛇籠，裝填卵石石疊築而成，其作用原理類似於重力式擋土牆。鐵絲編織呈長條狀堆置者稱為蛇籠，呈方型塊狀堆置者稱為箱籠。

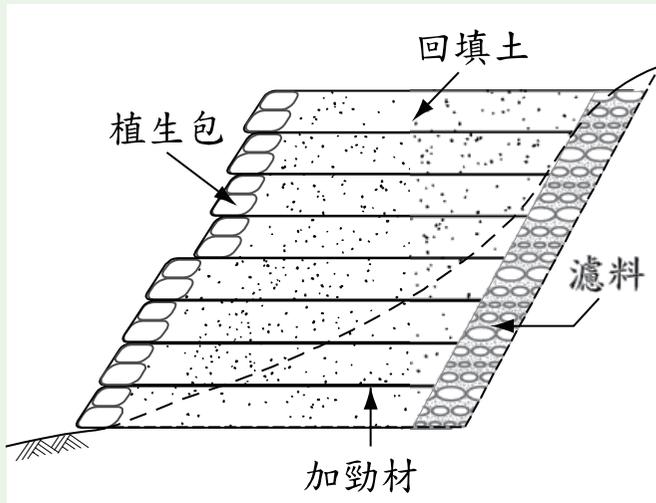


▲圖 2-1-8 蛇籠擋土牆示意圖

擋土護坡

加勁擋土牆

加勁擋土牆係利用加勁材料如鋼片、鋼筋網、土工織物、土工格網等地工合成材，埋置於土壤內，在土壤中鋪設加勁材料，藉由土壤與加勁材間之互制行為產生摩擦阻力以穩定土體。



▲圖 2-1-9 加勁擋土牆示意圖



▲照片 2-1-17 加勁擋土牆施工中 (王至中 提供)



▲照片 2-1-18 加勁擋土牆完工後 (王至中 提供)

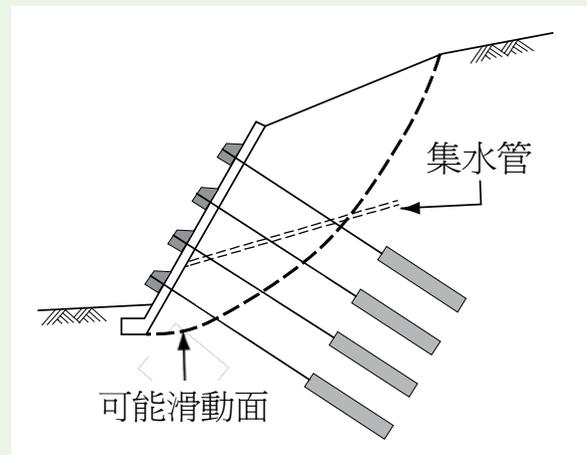
擋土護坡

錨拉式擋土牆



▲錨拉式擋土牆 (高振誠 攝)

錨拉式擋土牆係以鋼材穿過可能產生滑動的土體或岩體，將其錨碇於穩定的地盤內，對鋼材施加預力，以確保邊坡之穩定。



▲圖 2-1-10 錨拉式擋土牆示意圖

地錨施工中若未能妥善處理，則可能產生地錨與地層間的膠結減弱、抗張材因銹蝕而強度降低，預力損失，地盤承載力降低等不良後果，嚴重影響錨定系統之長、短期強度及穩定性。

山坡地住宅社區 安全維護手冊

2.2 沉砂及滯洪池設施

山坡地社區開發時，先期需進行大面積的開挖及整地，故在施工初期會破壞原有坡面的植生狀況，使翠綠的坡面裸露。當地表裸露且無植生保護的狀況下，易受降雨及地表逕流的影響，造成較嚴重的沖蝕及土石災害。故在施工期間，必需設置大型的臨時沉砂池，減少土石對下游土地或排水設施的危害。山坡地社區開發完成後，由於道路及住宅等不透水面積增加的關係，導致降雨時，地表水能入滲到地下的量明顯減少，當降雨時入滲地下量減少時，地表的逕流量會增加。

為減少山坡地開發對下游的不利影響，山坡地社區需設置滯洪池，豪大雨期間，將增加的逕流量，先行蓄容在開發基地內，俟非洪峰時，再將地表逕流慢慢排放，以避免下游排水系統無法負荷增加之逕流量，導致下游河岸沖刷或淹水。為管理維護的方便，通常將沉砂池及滯洪池一起規劃。



▲照片 2-2-1 永久性沉砂池通常設置在基地的最下游 (廖瑞堂 攝)

知識補給站

降水落入地表之後，部分因為入滲作用直接進入土壤層中，其他來不及入滲或是因土壤飽和無法容納過多水分時，則會在地表面順著地形向下流動，稱為地表逕流。



◀照片 2-2-2

台北藝術大學設置的沉砂池滯洪池，在平時維持放空情形，降雨時才能降低下游的洪峰流量。
(廖瑞堂 攝)

知識補給站

當發生暴雨時，在流域各處所形成的逕流，都依其遠近先後匯入河槽，河水流量逐漸增至最大值，稱此時流量為洪峰流量

▶照片 2-2-3

滯洪池往往不是灰色的水泥就是堅硬的石塊。其實，就算是人工打造的水土保持設施也可以綠意盎然、充滿生機，生態滯洪池正具有這種特色。(摘自高雄市生物多樣性資料庫網站，2016)



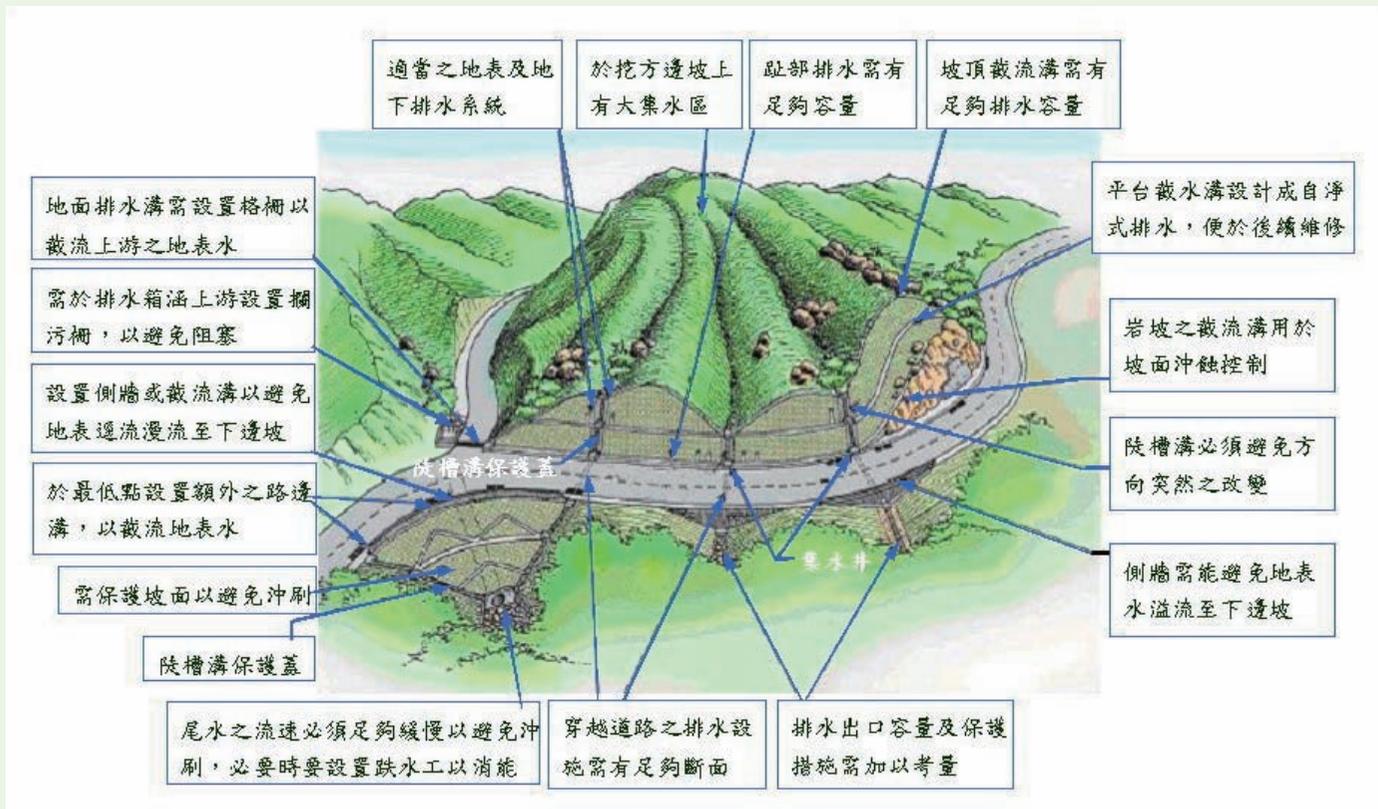
滯洪池降低洪峰流量、延遲水流達到洪峰的時間，使下游地帶免於淹水。在平日，在不影響其滯洪功能的情況下，滯洪池可暫作為庭園景觀、儲水等其他用途，但絕不可隨意移做它用，以免豪雨時無法發揮功能。

山坡地住宅社區 安全維護手冊

2.3 排水設施

■ 排水設施的目的及功能

根據統計，山區道路的地表排水不良，係山區道路發生災害的主要原因，可見坡地排水設施的重要性，圖 2-3-1 係香港大地工程處 (GEO)，山區道路排水設施之示意圖。



▲圖 2-3-1 山區道路地表排水設施示意圖【譯改自香港大地工程處 GEO (2000)】

■ 地表排水設施

山坡地的排水設施包括 (1) 截水溝、(2) 陡槽溝、(3) 跌水工及 (4) 各種過路箱涵 (或涵管)，設置目的係將降雨時產生的漫地流及地表逕流，儘速截流與導排至安全的下游，不致因地表逕流四處亂竄，產生嚴重的地表沖蝕或擋土護坡的破壞。



▲照片 2-3-1 截水溝 (汪俊彥 攝)



▲照片 2-3-3 陡槽溝 (汪俊彥 攝)



▲照片 2-3-2 跌水工 (汪俊彥 攝)



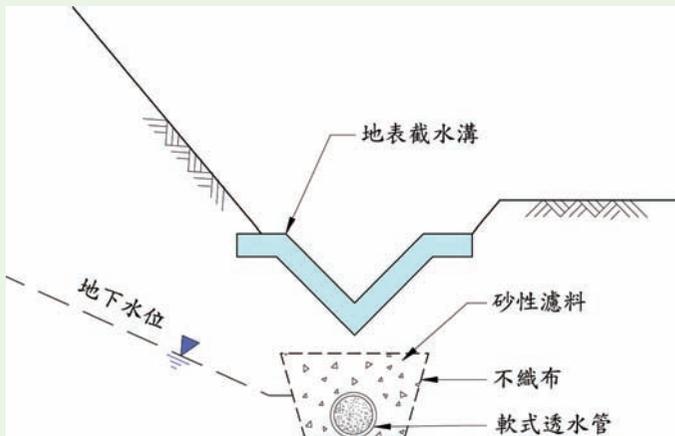
◀照片 2-3-4
過路涵管 (廖瑞堂 攝)

山坡地住宅社區 安全維護手冊

■ 地下排水設施—坡地的地表水及地下水排水需兼顧

山坡地排水設施除一般常見的地表水排水設施外，另外還有一種外觀不易看見，但與安全有關的重要地下排水設施。常見的地下水導排設施，包括盲溝、水平集(排)水管、大口徑集水井或排水廊道等，其中以盲溝及水平集(排)水管最常使用。

盲溝大都用以收集淺層(地表下約4m以內)的地下水，或收集回填土與原地層界面間的滲流水。



▲圖 2-3-2 盲溝示意圖

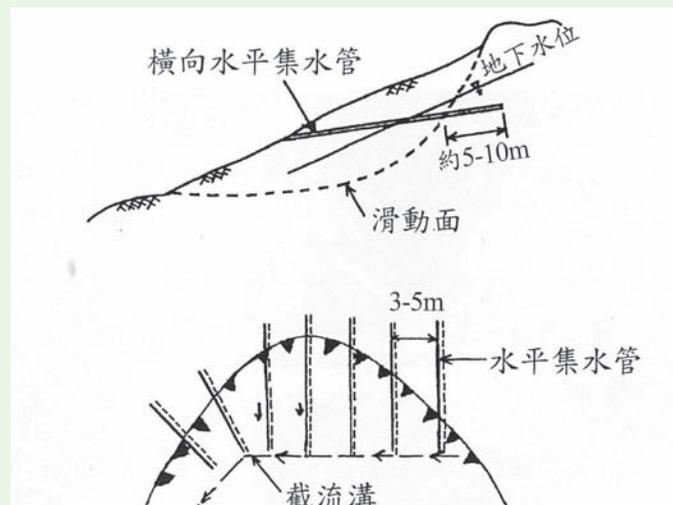


▲照片 2-3-5 盲溝施工情形 (廖瑞堂 攝)



▲照片 2-3-7 水平集(排)水管 (廖瑞堂 攝)

水平集(排)水管主要用以收集較深層的地下水或地下水脈。一般而言，水平集水管的水平間距大都距3~5m左右，深度及方向則以打到水脈或打至滑動面後方，能將地下水有效導出為原則。



▲圖 2-3-3 水平集(排)水管示意圖



◀照片 2-3-8 水平集(排)水管 (廖瑞堂 攝)

知識補給站

地下水常會充塞於岩層的破碎帶之間，成為所謂的水脈。

2.4 大地防災監測系統

■ 監測目的

由於坡地具傾斜的地表，加上地質變化性較大，故發生災害的風險性較平地為高，為了掌握山坡地的安全狀況，或瞭解災害發生機制，常設置山坡地防災監測系統，利用精密的儀器或感應器，對於肉眼無法觀察或發現的現象，加以觀測，以提前深入掌握山坡地更細微的變化，可以提供坡地預警防災功能。

▼表 2-4-1 常見的大地防災監測儀器 (摘自廖瑞堂等人，2013¹)

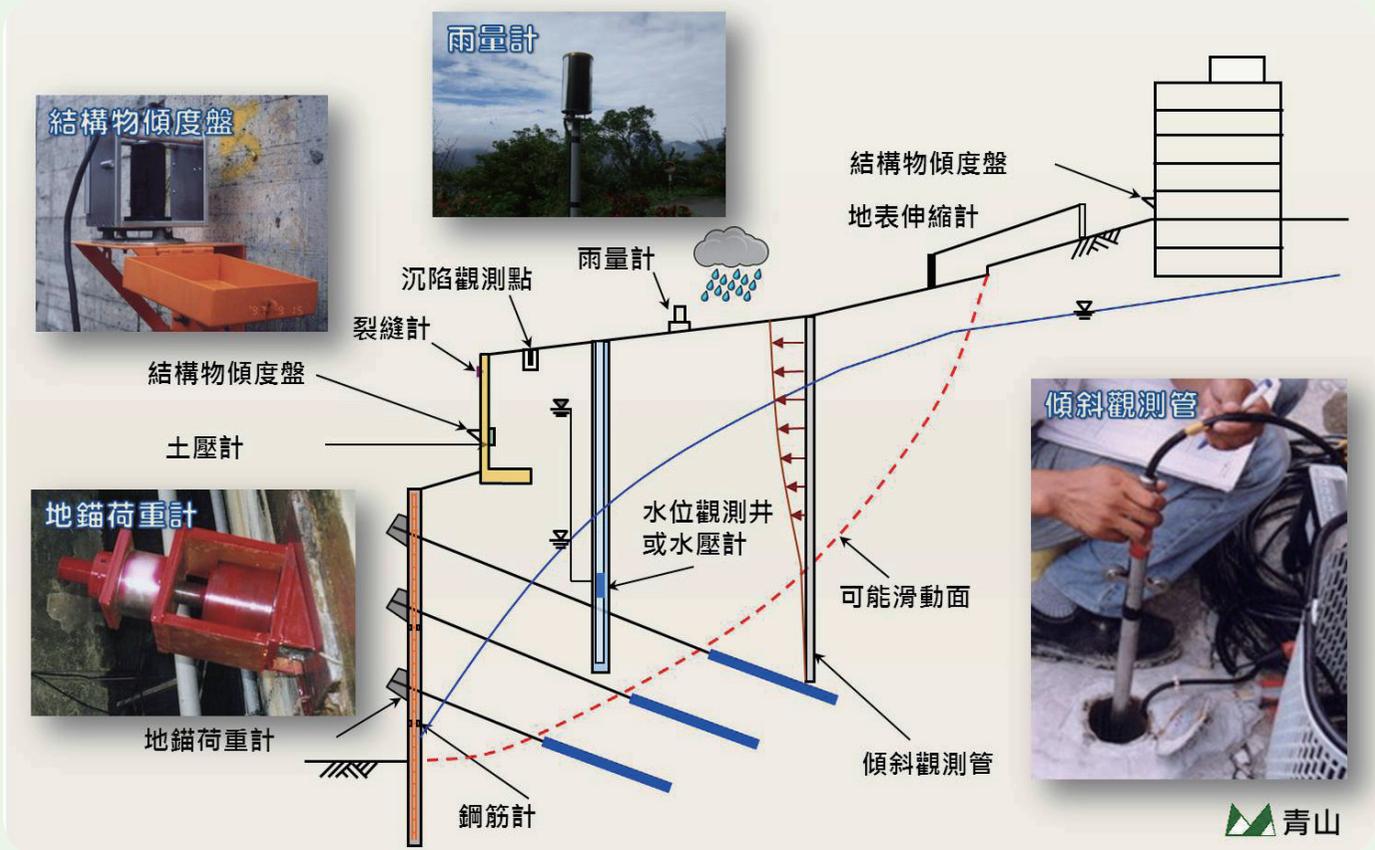
監測儀器名稱	量測之物理量	坡地災害型態適用性 *		監測方式 **
		山崩及地滑	土石流	
傾斜觀測管 (Inclinometer)	地層水平位移量	○	△	M
定置型孔內傾斜計 (In-Place Inclinometer)	地層水平位移量	△	△	A
地表伸縮計 (Surface Extensometer)	地表相對位移量	○	X	M、A
孔內伸縮計 (Borehole Extensometer)	地層相對位移量	△	X	A
地表傾斜計 (Surface Tiltmeter)	地表傾斜量	○	X	M、A
地錨荷重計 (Anchor Load Cell)	地錨預力	○	X	M、A
裂縫計 (Crackmeter)	裂縫寬度變化量	△	X	M、A
水位觀測井 (Water-level Observation Well)	地下水位	○	△	M、A
水壓計 (Piezometer)	地下水壓力	○	△	M、A
流量計 (Flowmeter)	地下水流量	△	X	A
雨量計 (Rain Gauge)	降雨量	○	○	A
液位計 (Level Meter)	溪溝水位高度	X	△	A
鋼索感測器 (Steel Wire Sensor)	鋼索完整性	X	○	A
地聲感測器 (Geophone Sensor)	大地聲波	X	○	A

* 符號說明：○：經常使用 △：偶而使用 X：甚少使用

** 符號說明：A：自動監測 M：手動監測

¹ 廖瑞堂、陳昭維、紀宗吉、林錫宏 (2013)。「由台灣監測案例探討邊坡位移量之管理直」，地工技術，No.136，pp.59-70。

山坡地住宅社區 安全維護手冊



▲ 山坡地監測系統儀器配置示意圖

山坡地監測系統的設置及觀測，係山坡地防災重要的一環、有用的工具之一，該系統能充份掌握坡地現況之穩定性，提供預警防災及避難參考，但對於坡地安全性本身並無實質的改善，不可將監測系統視為萬靈丹而濫用。

■ 常用的監測儀器

監測儀器 水位觀測井、水壓計

藉由埋設水位觀測井，以量測該井體之地下水位變化。



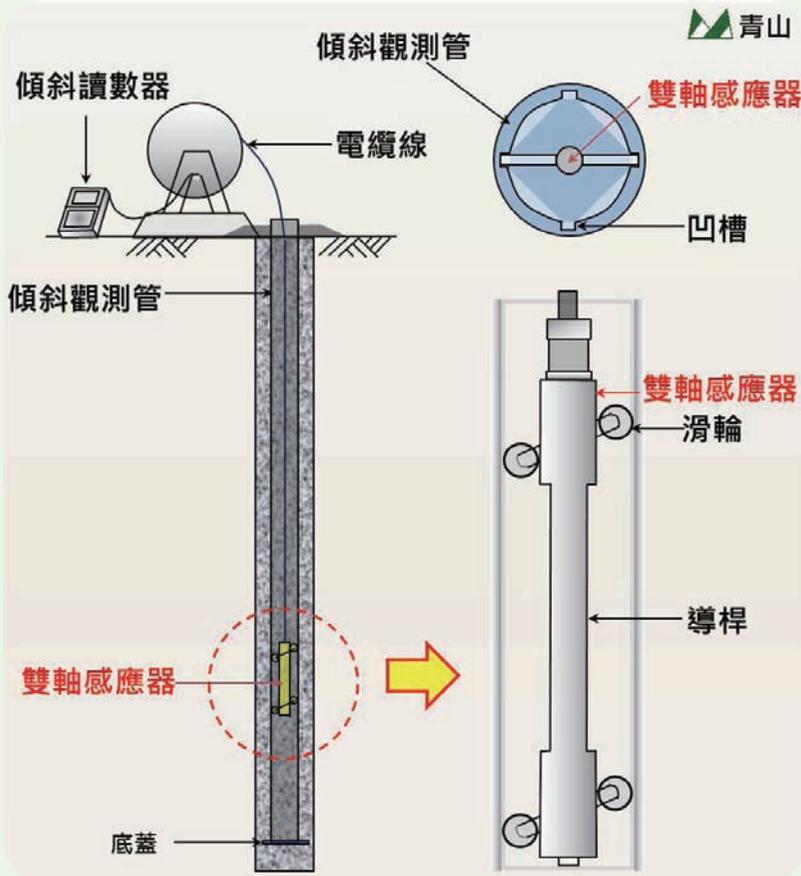
▲ 照片 2-4-1
利用水位指示計手動量測地下水位情形 (郭致中 攝)



▲ 照片 2-4-2
將水壓計置入水位觀測井中，利用水壓計自動記讀功能，可取得豪大雨期間地下水位之連續性變化資料，對於地下水位變化有更完整的掌握 (呂家豪 攝)

監測儀器

傾斜觀測管



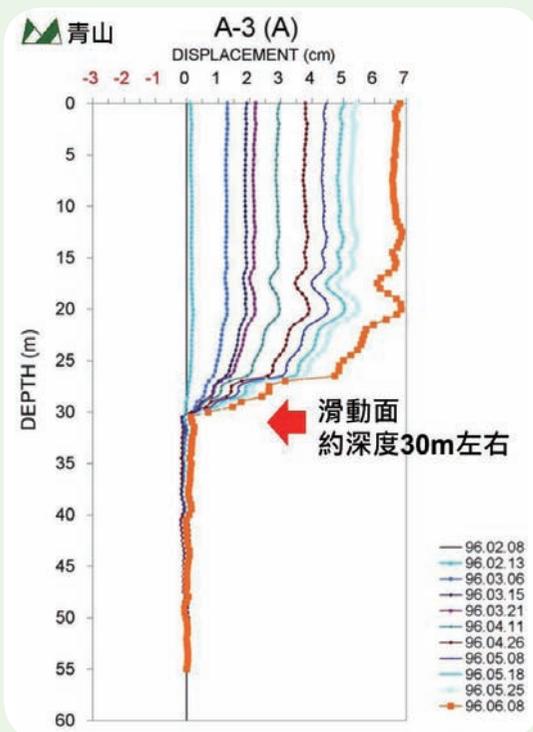
◀圖 2-4-2

傾斜觀測管示意圖，利用傾斜觀測管可監測邊坡穩定情形及位移量。



▲照片 2-4-3

傾斜觀測管現地手動量測情形



▲圖 2-4-3

典型的不穩定邊坡傾斜管觀測成果

山坡地住宅社區 安全維護手冊

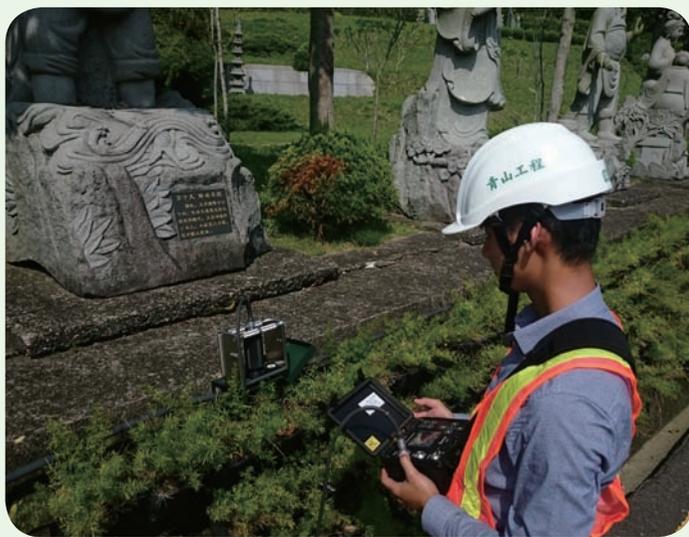
監測
儀器

結構物傾度盤

利用結構物傾度盤可監測地表、建物或擋土牆傾斜量。



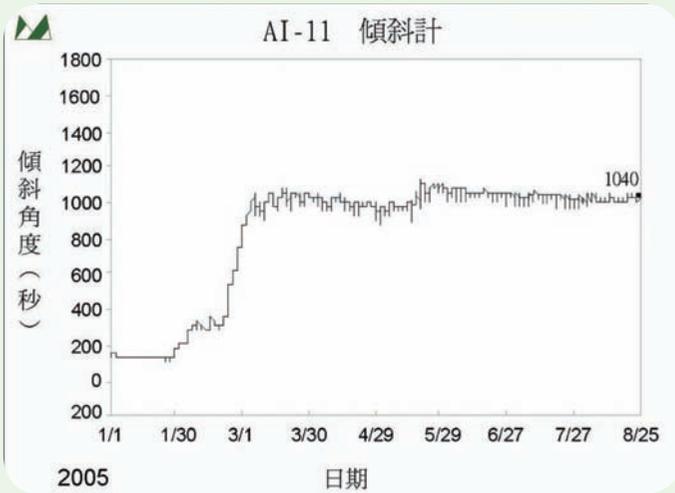
▲照片 2-4-4 結構物傾度盤照片 (手動量測)



▲照片 2-4-5 結構物傾度盤手動量測情形



▲照片 2-4-7 電子式結構物傾度盤，可自動化量測



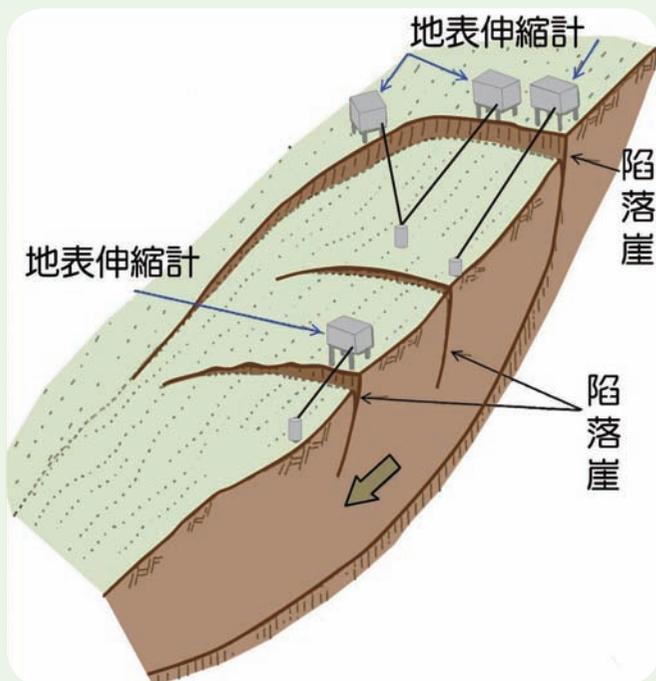
▲圖 2-4-4 電子式結構物傾度盤自動即時監測成果
監測期間發現，由於開挖施工的影響，造成建物下邊坡擋土牆傾斜，緊鄰建築之地表產生長約 15 公尺、寬約 10 至 15 公分的張力裂縫，由監測成果顯示，其傾斜變化甚大故立即通知施工、設計及主管單位，研商因應之道，在進行緊急處理之後，使擋土牆加速傾斜的情形，在短時間內即獲得控制及改善，並未釀成災害。
(摘自 廖瑞堂、陳昭維，2009)



▲照片 2-4-7 電子式結構物傾度盤，內部構造

監測
儀器

地表伸縮計



▲圖 2-4-5 地表伸縮計示意圖

地表伸縮計為量測地表伸縮之量測儀器，通常設置於滑動土體的頭部，可以量測到地表相對兩點伸張的情形，常做為預警防災之用。



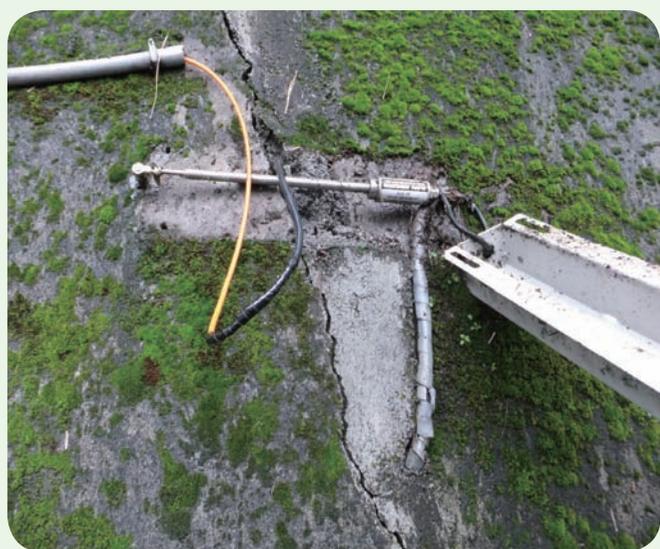
▲照片 2-4-8 地表伸縮計現場安裝情形

監測
儀器

裂縫計



▲照片 2-4-9 利用裂縫計量測結構物裂縫寬度變化



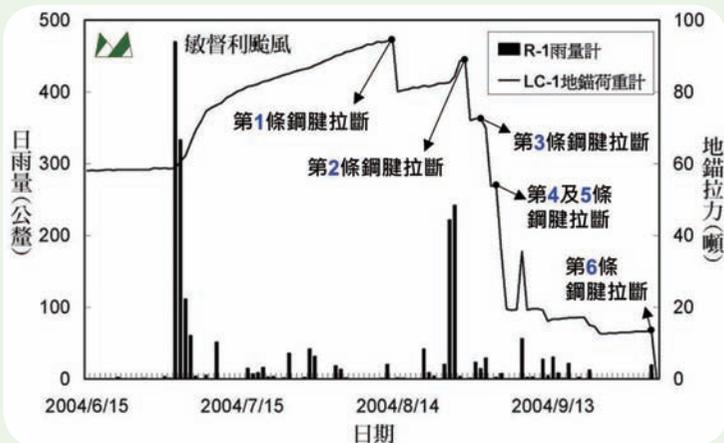
▲照片 2-4-10 電子式裂縫計，可自動化量測

山坡地住宅社區 安全維護手冊

監測
儀器

地錨荷重計

地錨荷重計係最直接瞭解地錨預力變化之觀測方式，其觀測成果清楚反映地錨擋土牆地錨的預力變化，當邊坡產生位移時，地錨預力增加，藉此掌握邊坡行為。

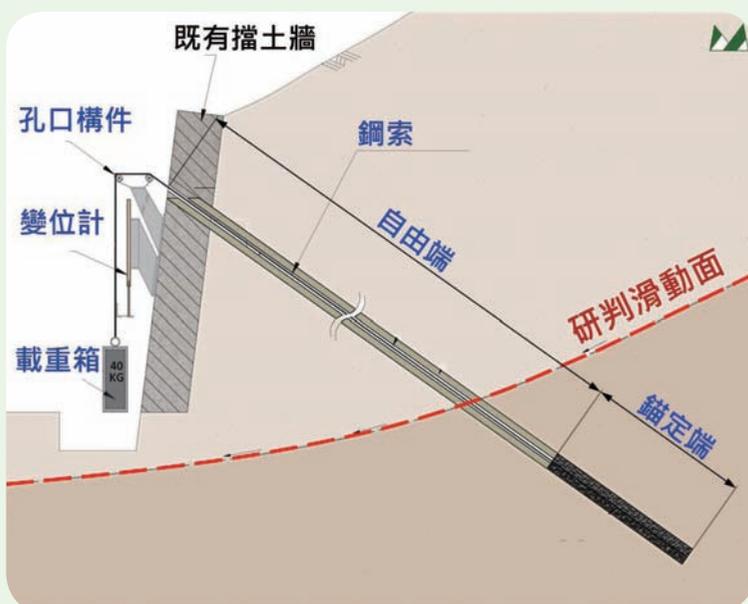


▲ 圖 2-4-6 地錨荷重計觀測成果

監測
儀器

孔內伸縮計

孔內伸縮計係將鋼索固定於地層中，當地層滑動發生時，連動拉伸鋼索，藉此利用變位計量測其地層滑動變位置。



▲ 圖 2-4-7 孔內伸縮計示意圖



▲ 照片 2-4-11a 地錨荷重計現場安裝情形



▲ 照片 2-4-11b 安裝地錨荷重計保護蓋



▲ 照片 2-4-13
斜孔式孔內伸縮計



▲ 照片 2-4-14
垂直式孔內伸縮計

監測
儀器

鋼索檢知器

鋼索檢知器係以一條或數條鋼索橫跨在土石流或山地洪流的可能流路上，由土石流強大的衝擊力將其剪斷之後，來驅動一個脈波信號，以偵測土石流發生之動態。

▶ 照片 2-4-15
鋼索檢知器監測土石流是否發生



監測
儀器

紅外線攝影機



▲ 照片 2-14-17
紅外線攝影機夜間影像

◀ 照片 2-14-16
利用紅外線攝影機，確認土石流是否發生，再發布警報



第三章 坡地社區的安全檢查

- 3.1 坡地社區安全檢查的三部曲 3-3
- 3.2 社區居民自主檢查 DIY 3-5
- 3.3 居民自主檢查後的下一步：找到專業協助 3-18

山坡地住宅社區

安全維護手冊

第三章、坡地社區的安全檢查

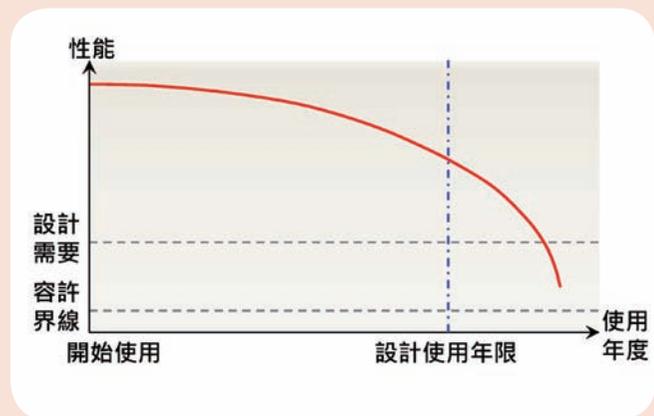
■ 什麼是坡地社區的安全？

山坡地安全係一種概念，亦是一種現象。對山坡地安全的具體概念係指：邊坡、擋土設施、排水設施，無論在平時、暴雨或地震時，均能維持穩定或正常功能，不致發生危害生命財產的情事，此即為安全。

■ 為什麼要做坡地社區的安全檢查？

山坡地住宅社區的安全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，即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。



▲圖 3-1 正常坡地擋土設施的生命週期

一般坡地社區之邊坡防災設施大多會隨時間增加，其功能會逐漸降低，但如果可以經常性或定期的檢查，於發現異常徵兆或功能衰弱低於設計需要時，進行必要之修補維護，通常可以適度延長其使用年限，除確保坡地之安全性，並可大幅減少成本。

3.1 坡地社區安全檢查的三部曲

坡地社區安全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。為確保山坡地是否安全，常視其工程特性及工程規模，採用 (1) 目視檢查法、(2) 調查分析法、(3) 儀器監測法等三種方法加以掌握，分別介紹如下：

目視檢查法

目視檢查法係確保坡地安全最基本且最常使用的方法，當邊坡或擋土牆已發生不安全狀況時，常會在地表或擋土設施發現若干不利徵兆，例如：地面出現連續性之張力裂縫、擋土牆龜裂、地錨錨頭掉落等現象，如能由具經驗之工程師加以檢查，大部份都能提前預知。由於目視方法簡單易行，故大都將目視檢查，列為使用者自主檢查的項目。



▲照片 3-1-1 擋土牆有開裂現象 (呂家豪 攝)



▲照片 3-1-2
道路有開裂，研判可能災害範圍 (邱奕峰 攝)

目視雖可發現邊坡不穩定的現象，但無法用定量的方法去評估邊坡不穩定的原因及其安全性，因而通常發現邊坡有不穩定徵兆後，為充份瞭解其真正的原因及行為，則有必要進一步調查或監測。



▲照片 3-1-3
道路發生裂縫。平時留意社區周圍環境的變化，及早進行調查、整治，就能避免災害擴大發生 (汪俊彥 攝)

山坡地住宅社區 安全維護手冊

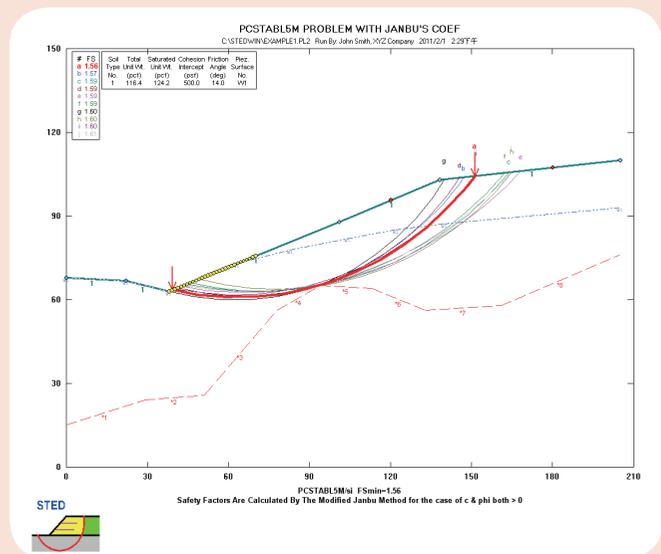
調查分析法

由於目視檢查法僅能就地表徵兆觀察判斷，但邊坡潛在的危險因子，常常無法深入瞭解，故需進行各項詳細調查，以掌握與瞭解山坡地的地質條件、地下水條件、滑動面、地層強度等資料，並決定一合理的地層參數，進行邊坡穩定分析，以求得安全係數，作為後續設計之依據。但調查分析法隱藏最大的不確定性，由於地層強度及地下水調查不易，亦有許多個案，分析設計時達到規範要求的安全係數，但在施工中或完工初期，就有發生破壞的情形。

儀器監測法

由目視安全檢查法及調查分析法，判斷坡地安全性，仍有其侷限性及不確定性，對於已出現危險徵兆或風險性較高之坡地，必須藉由精密的儀器加以監測，對坡地安全的整體行為，會有更充份的掌握，現有的大地監測儀器之正確性及精度已甚高。

一般為兼顧經濟、安全及時效，三種方法常混合使用或同時使用，以大型山坡地住宅開發為例，為充份掌握其安全性，就風險性程度高或已有不穩定徵兆發生之坡地，常將三種方法同時使用。如以大型社區為例，由於涉及的面積及範圍更大，則大都先以目視安全檢查為主，然就問題較嚴重之局部範圍，再輔以更深入的調查分析或監測等方法。



▲圖 3-1-1
使用邊坡穩定分析軟體進行邊坡穩定分析，求得邊坡之安全係數



▲照片 3-1-4 藉由進行監測掌握邊坡活動性

▼表 3-1-1 常見的坡地安全評估方法 (摘自廖瑞堂, 2015¹)

方法	目視檢查法	調查分析法	儀器監測法
工作方法	<ul style="list-style-type: none"> 以目視現場勘查紀錄並加以研判 	<ul style="list-style-type: none"> 藉由地質調查及基本資料蒐集，決定地層分佈及強度參數 以水理分析及邊坡穩定分析加以評估分析 	<ul style="list-style-type: none"> 採用精密儀器對邊坡現況穩定性直接監測
適用時機	<ul style="list-style-type: none"> 基地面積甚大 初步踏勘檢查 	<ul style="list-style-type: none"> 輔助目視檢查法及儀器 監測法之不足 	<ul style="list-style-type: none"> 設置於風險性段較高的邊坡或擋土牆
優點	<ul style="list-style-type: none"> 快速、經濟 可隨時檢視並加以保養維護 	<ul style="list-style-type: none"> 可找出潛在危險因子 可推測邊坡未來地震或豪大雨時安全性 	<ul style="list-style-type: none"> 可掌握現況實際之邊坡穩定狀況 配合自動化可提供更充分的預警防災功能
缺點	<ul style="list-style-type: none"> 從坡地外觀無法掌握危險地區之危害因子無法深入發掘潛在問題 	<ul style="list-style-type: none"> 與時間有關係之特性，如地下水流向之改變無法掌握 費用較高 	<ul style="list-style-type: none"> 邊坡未來安全性的研判，不確定性較高

3.2 社區居民自主檢查 DIY

■ 居民為什麼要自主檢查？

若我們把山坡地住宅社區從啟用的那一刻起，當作一個新生的嬰兒，而居民便是她的父母，若社區有了任何的異常徵兆，應該是居民自己最為清楚的，要政府來關心本是遠水救不了近火，政府也往往要直到發生災害造成人命的損失才能持公權力介入，但那時為時已晚。

就像是一般人生病要看醫生一樣，坡地社區有了瑕疵就像一般人有了小感冒需要進行維護修繕或補強。因此居民如何自我了解，如何認識社區出現了生病的跡象，並主動就醫，才能即時找出社區的坡地災害風險，並擬訂適合的改善方法或因應對策，藉以降低坡地災害威脅。

■ 居民如何進行自主檢查？

坡地社區安全檢查雖然涉及專業技術，但是居民仍可透過簡易的方法進行檢查，即早發現異常徵兆，並尋求專業管道協助。居民如何自主檢查呢？以下針對一般常見檢查項目進行說明，以助於居民對於各式邊坡不穩定表徵之認識。其中項目包括：

1. 自然邊坡
2. 人工邊坡
3. 坡面及道路排水設施
4. 道路
5. 建築物

¹ 廖瑞堂 (2015)。「山坡地社區安全監測及檢測」，坡地安全與智慧防災研討會，簡報資料。

山坡地住宅社區 安全維護手冊

■ 坡地社區異常徵兆自主檢視重點

自主
檢視

自然邊坡

邊坡出現滑動狀況時，邊坡滑動的部分與原本連接的地方會產生相對位移。而在颱風豪雨期間，大量雨水將會沿著這些裂縫入滲到更深岩層或滑動面間，有促使發生坡地災害的機率。



▲照片 3-2-1

社區緊鄰邊坡，邊坡明顯可見裂縫，邊坡裂縫若持續擴大，可能崩塌並影響鄰房安全



▲照片 3-2-2

坡頂有明顯裂縫及差異沉陷產生
(呂家豪 攝)

居民自主檢查

- 坡頂裂縫
- 坡面裂縫
- 坡面滲水

當降雨發生時，土壤沖蝕的現象即開始進行，此時雨滴對裸露地表土壤顆粒與土體分離。倘若降雨持續進行，地表逕流隨即產生，形同對表土進行切割，地表逕流順坡向下方邊坡逐漸匯集，逕流流速逐漸加快，切割能力也隨之增強。



◀照片 3-2-3
民宅上方邊坡裸露，降雨時可能受地表水沖刷而發生淺層崩塌



◀照片 3-2-4
植生良好之邊坡

▶照片 3-2-5
邊坡裸露受降雨有沖蝕現象，邊坡受到沖蝕影響，使得邊坡土壤流失
(廖瑞堂 攝)



居民自主檢查

- 邊坡裸露或沖蝕程度
- 擋土牆或周圍出現崩土、泥流、落石或土石堆

山坡地住宅社區 安全維護手冊

自主
檢視

人工邊坡

社區內擋土牆用途主要用來防止填土區或或開挖面的崩塌，保護邊坡的穩定，以維持坡地社區之安全。若擋土牆結構發生損壞失去原本設計功能時，面臨颱風或豪雨就可能有坍塌之危險。



▲照片 3-2-6
擋土牆若過高，容易傾斜（廖瑞堂攝）



▲照片 3-2-7
擋土牆受到後方邊坡滑動影響，擠壓過程造成擋土牆傾斜（廖瑞堂攝）



▶照片 3-2-8
擋土牆受到後方邊坡滑動影響，擠壓過程造成擋土牆凸出、龜裂（廖瑞堂攝）

居民自主檢查

- 擋土牆牆面傾斜
- 擋土牆牆面凸出



▲▶ 照片 3-2-9a、b
擋土牆混凝土剝落嚴重，致使鋼筋裸露造成鏽蝕 (廖瑞堂 攝)



▶ 照片 3-2-10
擋土牆受到後方邊坡滑動影響，擠壓過程造成擋土牆凸出、龜裂 (鄒鄭翰 攝)



◀ 照片 3-2-11
砌石擋土牆受擠壓變，產生明顯開裂、錯移情形，影響邊坡穩定性 (廖瑞堂 攝)

居民自主檢查

- 擋土牆出現裂縫、龜裂
- 混凝土剝落或鋼筋裸露

山坡地住宅社區 安全維護手冊

自主
檢視

人工邊坡：地錨護坡

地錨是廣泛使用的擋土設施，一般常見的地錨破壞包括錨頭與擋土牆之間的開裂、脫落或錨頭出現鏽蝕現象。



◀照片 3-2-12
地錨錨頭分離



▶照片 3-2-13
地錨錨頭旋轉

居民自主檢查

- 地錨錨頭保護座開裂
- 地錨錨頭掉落或旋轉



▲ 照片 3-2-14 地錨錨頭保護座開裂，功能疑似失效



▲ 照片 3-2-16a
地錨錨頭滲水，鋼鍵可能鏽蝕斷裂
(呂家豪攝)



▲ 照片 3-2-15
地錨鋼鍵鏽蝕斷裂，錨頭掉落，地錨功能失效



▲ 照片 3-2-16b
地錨錨頭滲水，近照
(呂家豪攝)

居民自主檢查

- 地錨錨頭保護座受損或防鏽油脂外漏
- 地錨錨頭受損

山坡地住宅社區 安全維護手冊

自主
檢視

人工邊坡：加勁擋土牆、箱籠擋土牆

加勁擋土牆主要在土壤中鋪設加勁材料，藉土壤與加勁材料間之互制行為產生摩擦阻力及加勁擋土牆本身的重量以穩定邊坡。



▲照片 3-2-17
加勁擋土牆的加勁條破損，影響穩定邊坡的功能
(廖瑞堂 攝)



▲照片 3-2-18
加勁擋土牆牆面有異常外突現象 (廖瑞堂 攝)



▲照片 3-2-19
箱籠擋土牆受後方邊坡擠壓，略有擠出現象。另可觀察到下方邊溝出現開裂，可能是受邊坡位移擠壓造成



▲照片 3-2-20
現況大致良好之箱籠擋土牆 (廖瑞堂 攝)

居民自主檢查

- 箱籠、加勁擋土牆牆面破損或土石外露
- 箱籠、加勁擋土牆牆面有異常外突情形

自主
檢視

人工邊坡：擋土牆洩水孔



擋土牆建築時，均會設置洩水孔，方便牆後地下水排出，經年累月，孔口泥沙暫留或有植生於孔口生長，造成洩水孔堵塞，需進行清淤以恢復排水功能。

◀照片 3-2-21
擋土牆洩水孔遭土石或雜草阻塞
(汪俊彥 攝)



◀照片 3-2-22
擋土牆洩水孔排出泥水後完全堵塞，影響排水功能

▶照片 3-2-23
擋土牆洩水孔功能正常，地下水順利排出
(呂家豪 攝)



居民自主檢查

洩水孔淤積

洩水孔堵塞

山坡地住宅社區 安全維護手冊

自主
檢視

坡面及道路排水



為確保坡地社區之安全，會在道路或邊坡側邊設置排水溝，用以匯集、排放大量地表逕流，導引致安全地點排放，避免坡面或路面因沖刷破壞；排水溝變形常常是坡地災害發生徵兆之一，排水溝強度往往比起建築物設施來的差，如因排水溝裂縫造成長期滲水，可能造成淘空危害。

◀照片 3-2-24

排水溝開裂，穩定性略受影響，裂縫若持續擴大，排水功能將失效（廖瑞堂 攝）



◀照片 3-2-25

皺紋鋼版溝斷裂，排水功能失效（廖瑞堂 攝）

▶照片 3-2-26

缺乏地表水排放系統，地表逕流四處亂竄，導致局部地區出現淺層崩塌



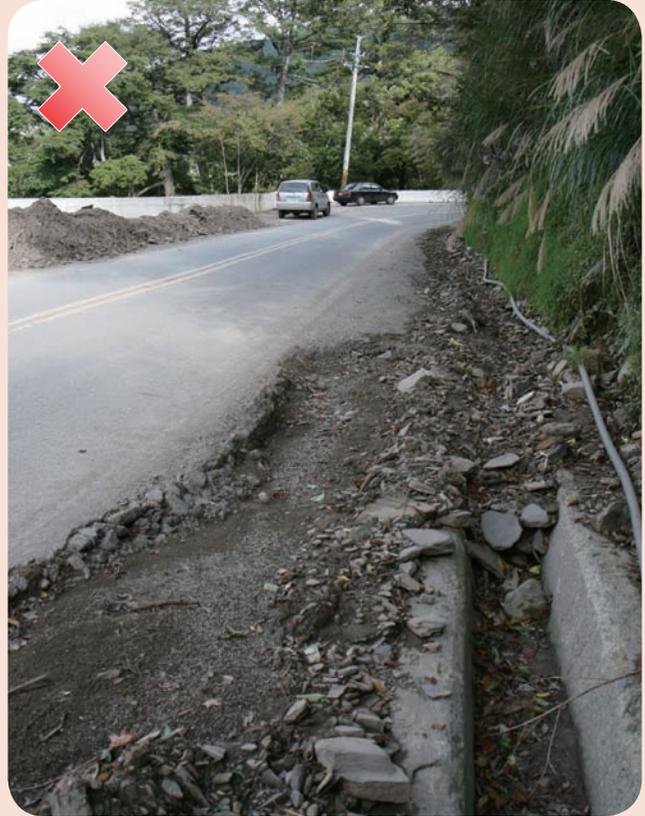
居民自主檢查

- 排水設施破損
- 排水設施開裂



◀照片 3-2-27
排水溝略有土石淤積 (廖瑞堂 攝)

▼照片 3-2-28
排水溝土石淤積情形嚴重，影響排水功能 (廖瑞堂 攝)



▲照片 3-2-29
排水溝整段土石淤積，喪失排水功能 (廖瑞堂 攝)



▲照片 3-2-30
排水設施常因管線佔用造成堵塞，影響排水功能 (廖瑞堂 攝)



▲照片 3-2-31
排水溝現況良好，排水正常 (汪俊彥 攝)

無論石塊、土砂或雜物，堆積於既有排水設施，當豪大雨期間，地表水將於坡面亂竄，無法快速導排，增加邊坡失穩風險。

居民自主檢查

- 排水設施淤積
- 排水設施堵塞

山坡地住宅社區 安全維護手冊

自主
檢視

道路

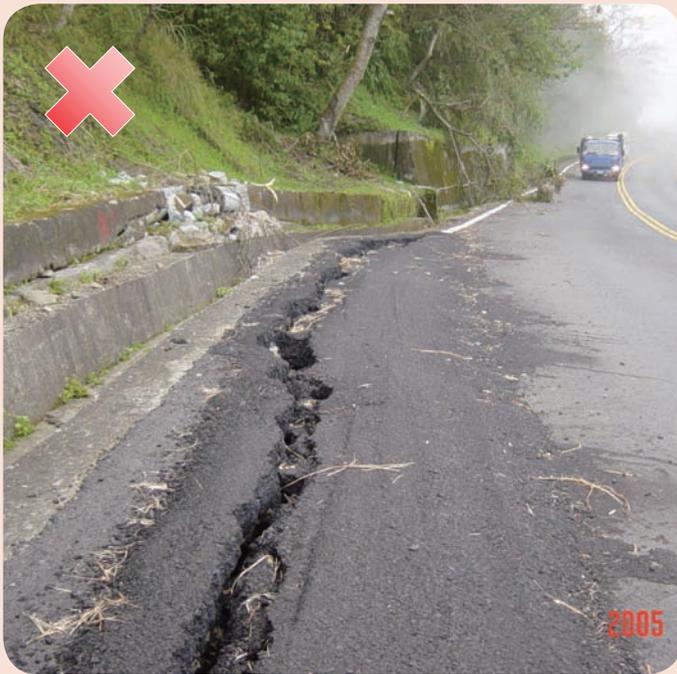
坡地社區道路的路面及建築物上常可以看到裂縫產生，這些裂縫就可能是反應目前不穩定的徵兆，甚至導致發生傾斜或坍塌破壞情形。一般來說，出現細小裂縫紋路，可能是管線或是施工上的造成，若發現小裂縫已經逐漸變成區域性發展，則需專業人員協助調查、鑑定。



▲照片 3-2-32
路面出現開裂及細縫 (汪俊彥 攝)



▲照片 3-2-34
道路下陷，地坪開裂、變形



▲照片 3-2-33
道路面接近下邊坡出現明顯長裂縫



▲照片 3-2-35
道路面下邊坡出現明顯裂縫及下陷

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。

居民自主檢查

- 道路開裂
- 道路下陷

自主
檢視

建築物



▲照片 3-2-36 建物明顯歪斜 (呂家豪攝)

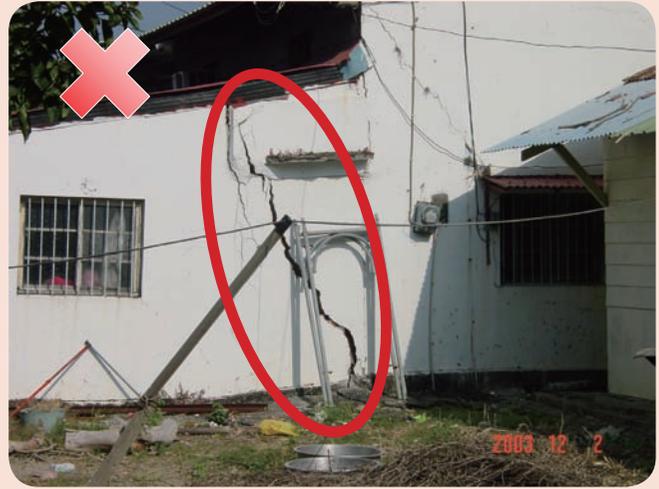


▲照片 3-2-37 建物門窗無法正常開關 (汪俊彥攝)



◀照片 3-2-39
建物外牆開裂錯移

發現建築物梁柱等結構體，發生裂縫且錯移，顯示區域邊坡顯著活動。相關人員需趕快撤離。



▲照片 3-2-39 建物外牆開裂 (廖瑞堂攝)



▲照片 3-2-40
建物柱子開裂錯移情形嚴重 (廖瑞堂攝)

居民自主檢查

- 建築物傾斜
- 建築物外牆或梁柱出現裂縫
- 建築物門窗變形

山坡地住宅社區 安全維護手冊

3.3 居民自主檢查後的下一步：找到專業協助

依據上節介紹的簡易檢查方法，社區居民自主檢查後，若有疑慮，則可以請專業人員協助，評估對於所居住的環境，是否需進一步做整體做詳細的環境檢查，或進行補強工程，以避免災害發生，以下整理可連絡到專業人員的管道。

▼表 3-3-1 直轄市、縣(市)政府山坡地住宅查詢服務窗口

單位	機關名稱	查詢電話	傳真
臺北市	工務局大地工程處	(02)27591228	(02)27592508
新北市	工務局使用管理科	(02)29603456#8930、 8965、8949	(02)89650646
台中市	都市發展局使用管理科	(04)222-89111#64301	(04)22264683
台南市	工務處建物使用管理科	(06)6324146	(06)6371660
高雄市	工務局建築管理處	(07)7995678#1531	(07)7106551
基隆市	都市發展處使用管理科	(02)24201122#1821、1818 (02)24258426	(02)24271344
桃園縣	工務處使用管理科	(03)3322101#6110	(03)3341478
新竹縣	工務處建築管理科	(03)5518101#2542	(03)5513880
新竹市	工務處使用管理科	(03)5216121#451	(03)5266859
苗栗縣	工商發展處建築管理科	(037)559866	(037)334426
南投縣	建設處使用管理科	(049)2227300	(049)2245423
彰化縣	建設處使用管理科	(04)7271081 (04)7222151#0541~0546	(04)7271071
雲林縣	建設處使用管理科	(05)5522176 (05)5329559	(05)5371601
嘉義市	工務處使用管理科	(05)2252712	(05)2279520
嘉義縣	城鄉發展處使用管理科	(05)3620123#176 (05)3620123#157	(05)3623883
屏東縣	建設處建築管理科	(08)7329783 (08)7320415	(08)7348261
宜蘭縣	建設處使用管理科	(03)9251000#1381~1382	(03)9252924
花蓮縣	城鄉發展處建築管理科	(03)2833820	(03)8232578
台東縣	城鄉發展處建築管理科	(089)340416	(089)330290
澎湖縣	建設處建築管理科	(06)9274400 # 568 (06)9272203	(06)9277260
金門縣	建設局建築管理課	(082)3128768	(082)323418 (082)322335
連江縣	工務局建築管理課	(0836)25398#54	(0836)25021

▼表 3-3-2 專業技師公會聯絡管道

單位	查詢電話
中華民國土木技師公會全國聯合會	02-2748-1699
中華民國結構工程技師公會全國聯合會	02-8768-1117
中華民國大地工程技師公會	02-27820022
中華民國全國建築師公會	886-02-2377-5108
中華民國水利技師公會全國聯合會	02-26980980
中華民國水土保持技師公會全國聯合會	02-82581918
中華民國應用地質技師公會全國聯合會	02-8712-4975

▼表 3-3-2 中央政府單位聯絡管道

單位	查詢電話
國家災害防救科技中心 - 坡地與洪旱組	02-8195-8600
內政部建築研究所 - 安全防災組	02-8912-7890#253
內政部營建署 - 建築管理組	02-87712345



第四章 山坡地的故事

故事 (一) 邊坡發生滑動前會有徵兆嗎？	4-3
故事 (二) 邊坡發生滑動發生後會停止嗎？	4-4
故事 (三) 坡地設置監測系統有用嗎？	4-6
故事 (四) 自動化監測能達到預警防災功效嗎？	4-8

山坡地住宅社區

安全維護手冊

第四章、山坡地的故事

每個山坡地社區的環境和面臨的災害都不一樣，社區防災工作項目也不盡相同。社區裡的每位居民是否認識每天身處的環境？清楚瞭解社區可能發生哪些災害？災害發生時對於居住環境衝擊影響程度更是如何？在這之中只要更能瞭解自己的社區環境及防救災資源，許多災害的發生就可迎刃而解。

透過下列故事，讓山坡地居民瞭解環境變化的重要，及若後續施以適當作為，將可以有效避免災害發害及達成減災。

故事 (一) 邊坡發生滑動前會有徵兆嗎？

坡地災害發生前，經常有跡可循，隨著越接近災害發生時間點，邊坡不穩定表徵是否持續加劇？藉由日常關注不穩定表徵，發現環境的變化，將有助後續的防災、減災工作。

故事 (二) 邊坡發生滑動徵兆後會自然改善或停止嗎？

藉由現場觀察及觀測儀器，掌握到邊坡有持續位移情形，然因未即時施作補強措施，最終發生大規模災害，並花費更多成本整治。

故事 (三) 坡地設置監測系統有用嗎？

透過邊坡安全監測，有助於瞭解災害發生前之警訊，並且在適當防範及改善下，可降低災害發生之可能性。

故事 (四) 自動化監測能達到預警防災功效嗎？

於風險較高之區域或有不穩定徵兆之設施，執行自動化安全監測加以判讀，可建構更完整之預警防災系統，並依嚴重性或迫切性採必要之警告及處置措施。

故事 (一) 邊坡發生滑動前會有徵兆嗎？

(1) 地點：嘉義某地滑區

(2) 背景：道路邊坡崩塌前，持續下陷變形，災前具有明顯徵兆

(3) 故事始末：

坡地災害發生前，大都有跡可循，隨著越接近災害發生時間點，邊坡不穩定表徵是否持續加劇？藉由日常關注不穩定表徵，發現環境的變化，將有助後續的防災、減災工作。



◀照片 4-1-1

崩塌前 14 天拍攝，發現道路下陷量約達 50cm 以上。通知相關單位進行人車管制

▼照片 4-1-2

崩塌前 1 天拍攝，道路持續下陷，嚴重變形。路基塌陷，車輛均無法通行



◀照片 4-1-3

崩塌後拍攝，在連日降雨下，邊坡發生大規模崩坍，約 6 公頃，交通中斷三個月



(4) 故事重點：

(a) 在大範圍災害發生前，即有變形表徵，嚴重者利用肉眼即可發現，在未使用適當方式補強下，邊坡位移情形將且持續惡化。

(b) 山坡地住宅社區居民，發生居住環境出現可疑不穩定表徵後，對於安全有所疑慮，應聯絡專業人員，進行詳細調查，並採取相關緊急措施。

山坡地住宅社區 安全維護手冊

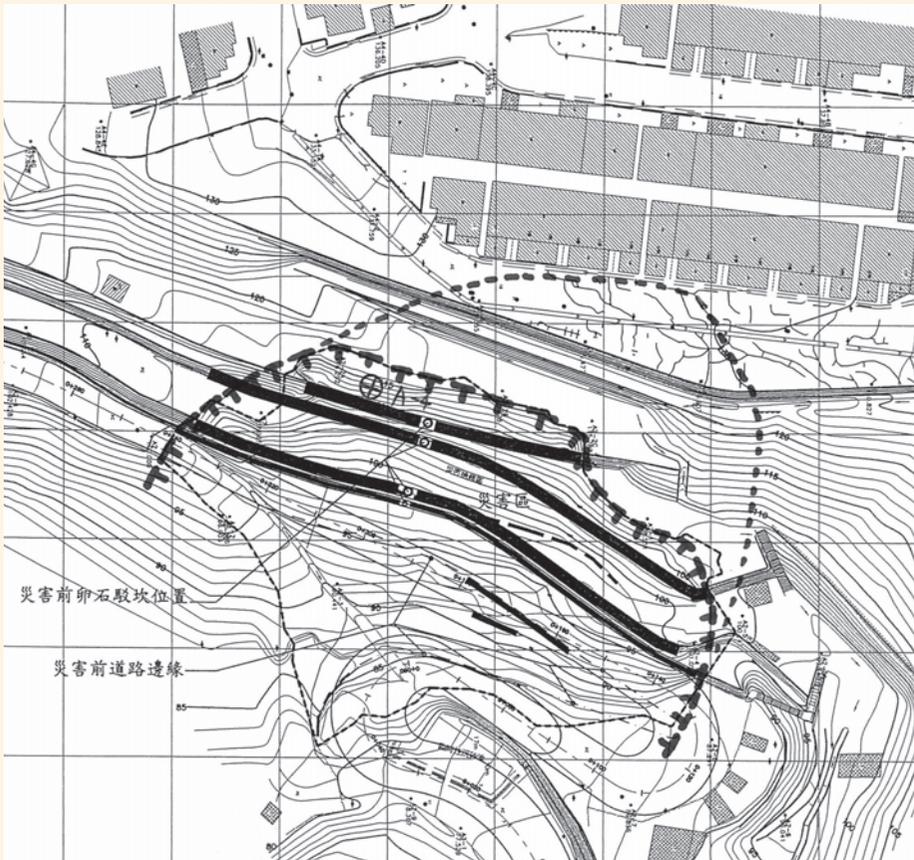
故事(二) 邊坡發生滑動徵兆後會自然改善或停止嗎？

(1) 地點：新北市某坡地社區旁邊坡

(2) 背景：監測成果發現邊坡有位移徵兆，未即時進行補強工程

(3) 故事始末：

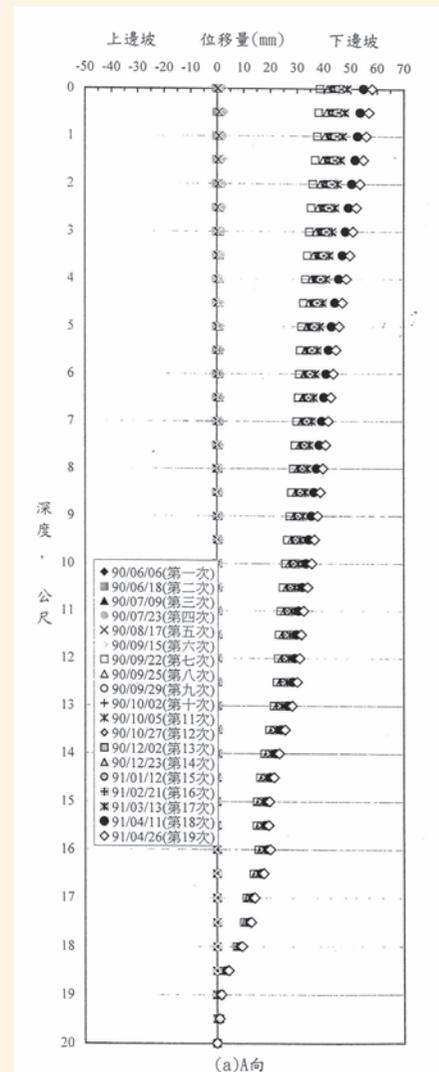
藉由現場觀察及觀測儀器，掌握到邊坡有持續位移情形，然因未即時施作補強措施，最終發生大規模災害，並花費更多成本整治。



▲圖 4-2-1

民國 80 年，發現漿砌卵石護坡，已略有龜裂現象。

民國 90 年，於邊坡裝設監測系統，包括傾斜觀測管，並執行觀測作業。傾斜觀測管觀測成果顯示(圖 4-2)，邊坡在觀測的 10 個月內位移約 6cm，每月位移速率約 0.6m，研判邊坡穩定有問題。



▲圖 4-2-2

A-4 傾斜觀測管觀測成果。

(民國 90 年 6 月至民國 91 年 4 月)



▲照片 4-2-1a
災害發生前，邊坡坡頂道路已有裂縫產生 (摘自 Google Earth 街景拍攝)



▲照片 4-2-1b
照片 4-4a 位置示意圖
(底圖摘自 Google Earth 衛星影像，97/3/1)



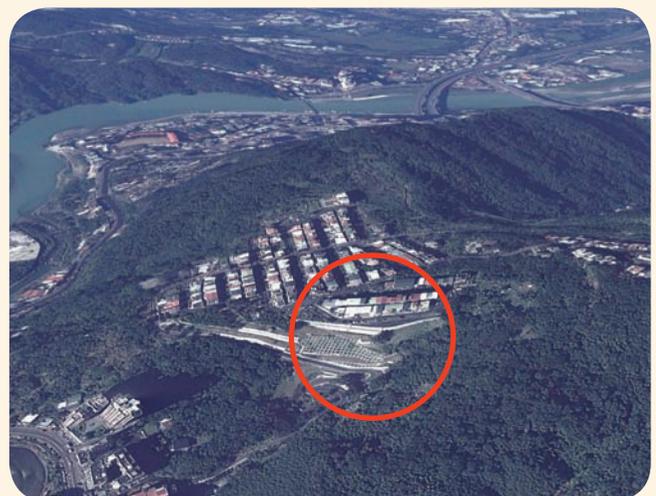
▲照片 4-2-2a
發現邊坡位移後，均未進行整治。歷經 6 年，於民國 97 年 9 月薈蜜颱風期間，邊坡發生大規模崩塌 (廖瑞堂 攝，98/4/28)



▲照片 4-2-2b
照片 4-5a 位置示意圖
(底圖摘自 Google Earth 衛星影像，99/2/10)



▲照片 4-2-3a
災害發生後，以格梁地錨護坡進行整治 (廖瑞堂 攝，99/7/16)



▲照片 4-2-3b
照片 4-6a 位置示意圖
(底圖摘自 Google Earth 衛星影像，100/7/18)

山坡地住宅社區 安全維護手冊

(4) 故事重點

- (a) 藉由現場觀測儀器，定期追蹤，可有效掌握邊坡變形行為。
- (b) 當邊坡變形位移啟動後，在未做任何補強或改善措施情況下，只會隨著時間持續惡化，並不會自己改善。
- (c) 受限於法令的關係，政府常常難以介入坡地社區(私有地)實質的改善工程。以本案例而言，邊坡災害發生後，政府投入緊急搶災及後續補強費用超過 1 億元。事後檢討發現，倘若災害發生前能施以防範或改善措施，所需經費可能只有災後復建的 1/5~1/10。

故事 (三) 坡地設置監測系統有用嗎？

(1) 地點：南部某大學

(2) 背景：傾斜觀測管觀測成果發現邊坡有明顯位移現象，建議進行整治

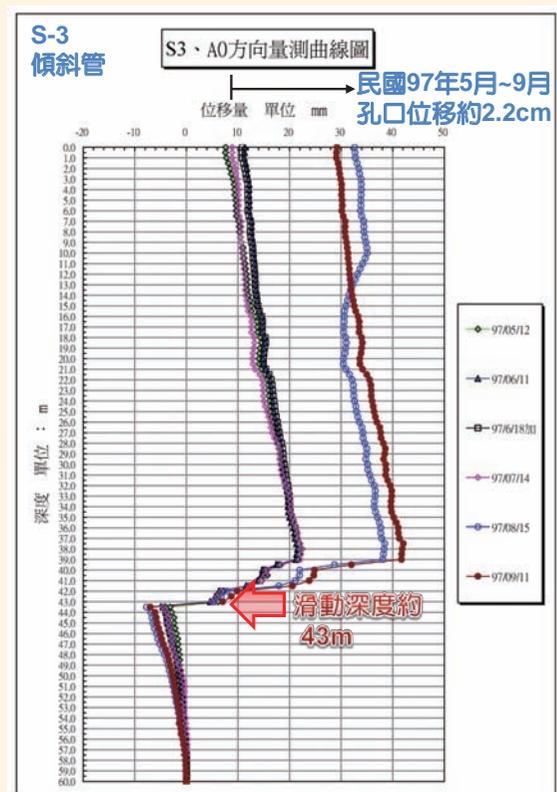
(3) 故事始末：

透過邊坡安全監測，有助於瞭解災害發生前之警訊，並且在適當防範及改善下，可降低災害發生之可能性。



▲圖 4-3-1

監測位置示意圖，於 2008 年 5~9 月，發現 S3 傾斜管孔口位移 2.2cm(圖 4-3-2)



▲圖 4-3-2

邊坡在觀測的 5 個月內位移約 2cm，每月位移速率約 0.4cm，研判邊坡穩定有問題。



◀照片 4-3-1

集水井施工情形，研判邊坡穩定性有問題後，專業顧問公司依據各項調查成果，建議施作集水井，以導排地下水方式，謀求邊坡穩定性



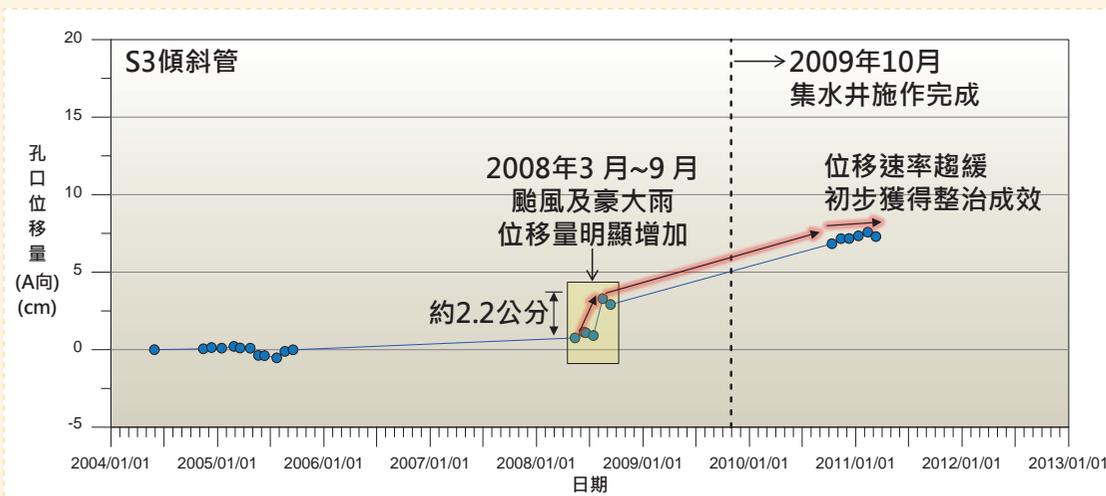
▲照片 4-3-2

集水井內部施工情形，集水井係地滑整治工程中常採用的一種工法，主要係在邊坡之適當地點向下開鑿深井，以匯集地下水至井中，藉以導排地下水，減少不利邊坡穩定因子



◀照片 4-3-3

集水井完工後情形



◀圖 4-3-3

2009年集水井完工後，S3傾斜管位移速率有趨緩情形，初步獲得整治成效，但後續仍須持續追蹤，確保安全

(4) 故事重點

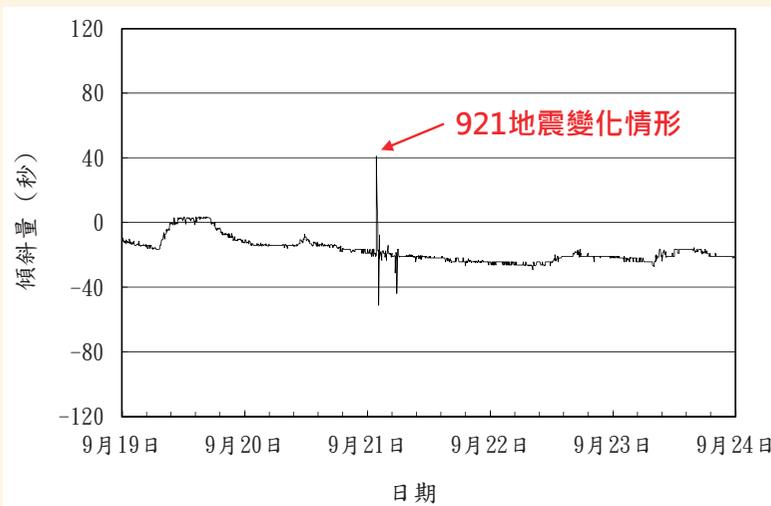
- (a) 藉由現場觀測儀器，定期追蹤，可有效掌握邊坡變形行為。
- (b) 與故事二不同，本案例發現當研判邊坡穩定性有問題，隨即委託專業顧問公司進行整治規劃，以確保公共安全。整治工程完成迄今，歷經多次颱風豪雨，尚未發生災害，顯示平時只要多關心坡地的安全管理維護，且在合理的開發規劃下，山坡地仍是一塊適合居住的地方。
- (c) 因為山坡地地質條件複雜，不確定性高，整治工程完成後，仍需定期監測，追蹤邊坡穩定性，以確保安全。

山坡地住宅社區 安全維護手冊

故事 (四) 自動化監測能達到預警防災功效嗎？

- (1) 地點：新北某坡地社區
- (2) 背景：採取自動化監測，充分掌握擋土牆穩定性變化
- (3) 故事始末：

為避免災變無預警發生，該坡地社區大地監測系統，用來監測地層及擋土牆之穩定性，採自動化監測系統為主，手動為輔；風險性較高之區域或有不穩定徵兆之擋土構造物，採用全自動監測系統，將監測成果即時傳至遠端的防災中心，加以判讀，如有異常現象，經判讀確認後，則依其嚴重性或急迫性，採取必要之警告或處置措施，在第一時間掌握社區的安全狀況，以提升預警防災功能。



◀ 圖 4-4-1

傾度盤傾斜歷時曲線 (自動化監測成果)

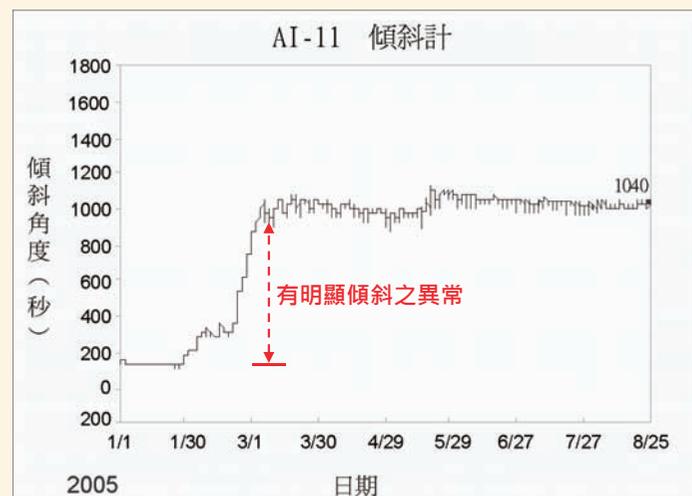
圖 4-4-1 為安裝於擋土牆之傾度盤觀測成果，民國 88 年 921 地震時，得知該擋土牆於地震期間約有 90 秒左右的傾斜變化，但當地震結束後，擋土牆及大樓又恢復原來狀況。(摘自廖瑞堂，2008)

▶ 圖 4-4-2

傾斜計傾斜歷時曲線 (自動化監測成果)

圖 4-4-2 為安裝於該坡地社區另一處擋土牆之傾斜計觀測成果，民國 94 年監測期間發現，受邊坡下方溪劉護岸整治工程開挖施工的影響(照片 4-4-1)，造成下邊坡擋土牆傾斜，上邊坡建築之地表產生長約 15 公尺、寬約 10 至 15 公分的張力裂縫(照片 4-4-2)，由觀測成果顯示，其傾斜變化甚大，故立即通知施工、設計及主管單位，研商因應之道，在進行緊急處理之後，使擋土牆加速傾斜的情形，在短時間內即獲得控制及改善，並未釀成災害。

(摘自廖瑞堂、陳昭維，2009)





◀照片 4-4-1
受趾部溪流護岸整治工程之開挖，
影響上方擋土牆之穩定性
(廖瑞堂 攝)



▶照片 4-4-2
擋土牆傾斜，導致地表產生
裂縫，裂縫長約 15 公尺，寬
約 10~15 公分
(廖瑞堂 攝)

(4) 故事重點

- (a) 藉由適當的儀器設置，可充分掌握邊坡之穩定性。
- (b) 利用自動化監測系統，可進一步提升即時預警功能。
- (c) 大地防災監測系統可以提供山坡地住宅社區很好的預警功能，但僅有預警，如無後續處理，仍無法提供防災功能。
- (d) 居民自身的防災意識，才是山坡地住宅社區安全維護管理的重要關鍵。



結語

坡地社區徵兆，平時有跡可循。
做好維護管理，社區永保安康。

山坡地在平時是一個美麗、充滿生機的地方，但山坡地在豪大雨時，則是一個具較高風險的地方，生活在山坡地的居民，隨時都可能面對大自然的威脅及挑戰，過去台灣每年雨季時，山坡地的災害總是不斷地發生，造成生命及財產的重大損失。

我們應該如何看待這些可能影響我們生活的災害？僅能束手無策，等待外界的救援？還是選擇冷漠的態度，毫無作為？或者與社區裡的大夥兒一同積極準備，採取預防措施，與災害和平共存呢？

長久以來，大家習慣以消極的態度來面對災害的威脅，甚至過度依賴政府所提供的援助。其實大多數的坡地災害發生前，都是有跡可循的。如同身體健康檢查般，若我們可以主動定期進行山坡地住宅社區安全檢查，盡早發現問題所在，並解決問題，便可以使坡地災害的可能性降至最低。環境優美、空氣清新的山坡地仍是一塊適合居住的地方，讓我們一同創造適合安居樂業的環境！

山坡地住宅社區安全維護手冊

Hillside Residential Community Maintenance Manual



內政部營建署 編印

坡地社區徵兆，平時有跡可循

做好維護管理，社區永保安康

發行者：內政部營建署
地址：臺北市松山區八德路2段342號
電話：(02) 87712345
網址：<http://www.cpami.gov.tw/>

編輯者：青山工程顧問股份有限公司
地址：臺北市南港區成功路一段32號8樓之6
電話：(02) 27893988
網址：<http://www.safe100.com.tw>

ISBN：978-986-05-0825-3

定價：220 元

二〇一六年十一月 初版一刷

版權所有・翻印必究

