

邊坡之安全性檢查初探

王禹景中校

提要

- 一、臺灣隨著經濟發展，山坡地過度開發，導致邊坡災害時有所聞。而其基本原因可以分為地質、地形、環境及人為因素等四大類，但學理上講邊坡達到穩定，必是下滑驅動力小於抵抗力，所以邊坡穩定，表現於如何減少驅動力及增加抵抗力這兩方面。
- 二、為積極管理山坡地，防範邊坡災害從政府法令沿革可見隨著時期之演進，管制方式已由鬆漸嚴之情況。並明確律定邊坡維護義務人及推行坡地社區公共安全檢查，期望早期發現徵兆，以減少災害發生機率。
- 三、邊坡安全檢查評估過程易受填寫人員認知差異所影響，故應於各題目答案選項文字敘述後，加入相關圖例作為判斷參考，統一填寫人員標準，應可有效提升判斷精度。

關鍵字：邊坡災害、坡地社區公共安全檢查、安全檢查評估

前言

臺灣有四分之三為山坡地，位於歐亞板塊與菲律賓板塊交界處，板塊間相互運動頻頻發生，導致地質環境破碎且複雜，地震頻繁，平均17年一次危害性大地震¹，加上位於西太平洋颱風區，雨量是世界平均雨量的2.5倍²，基此，地震、颱風、水

災及山坡地災害不斷；另外隨著經濟發展，山坡地開發是不可避免之事，山區道路，山坡地住宅區因應而生，造成山坡地過度發展，在天然環境欠佳及山坡地不當開發，導致邊坡災害時有所聞，尤其每年的防汛期之颱風，帶來山區大量豪雨及豪大雨，土石因而鬆動傾洩而下，肇生多起土石流災害，影響居民

¹ 廖瑞堂，探索山坡地-坡地安全的故事，中興工程科技發展基金會，西元2010年4月，第4頁。

² 同註1。

生命財產安全，就過去60年來臺灣的10次重大邊坡災害，就奪走了六百多條人命！³

為探討坡地安全情形，將常見坡地災害分類，探究其形成原因，引入目前國內坡地管理有許多的檢查評分表及國軍現行山坡地水土保持設施安全自行檢查表，對邊坡現況及各式工程邊坡進行評估分級，作為修復對策、維護、管理參考之依據，確保坡地結構安全及維持正常功能。

邊坡災害類型與基本原因

一、常見邊坡災害類型

山坡地的地形、地質條件、水文、地震等條件的相互作用，容易發生相當多樣化的邊坡破壞模式。國際間最常採用的分類標準，係根據varnes(1978)所提出，邊坡破壞模式主要可分為1.墜落型破壞(fall)；2.傾覆型破壞(topple)；3.滑動型破壞(slide)；4.側落型破壞(lateral spreads)；5.流動型破壞(flow)；6.複合型(complex)⁴，其邊坡破壞模式如下表1。

表 1 邊坡破壞模式

運動種類 Type of Movement		物質種類 (Type of material)		
		基岩 Bedrock	工程土壤 Engineering Soils	
			粗粒為主	細粒為主
墜落 Falls		岩石墜落 Rock Fall	岩屑墜落 Debris Fall	土墜落 Earth Fall
傾覆 Topples		岩石傾覆 Rock Topple	岩屑傾覆 Debris Topple	土傾覆 Earth Topple
滑動 Slides	轉動 Rotational	岩石崩移 Rock Slump	岩屑崩移 Debris Slump	土崩移 Earth Slump
	移動 Translational	岩塊滑動 Rock Block Slide	岩屑塊滑動 Debris Block Slide	土塊滑動 Earth Block Slide
		岩石滑動 Rock Slide	岩屑滑動 Debris Slide	土滑動 Earth Slide
側落 Lateral Spreads		岩石側落 Rock Spread	岩屑側落 Debris Spread	土側落 Earth Spread
流動 Flows		岩石流動 Rock Flow (Deep Creep)	岩屑流動 Debris Flow	土流動 Earth Flow
複合運動 Complex		複合兩種或兩種以上之運動方式		

資料來源：D.J.varnes, "Slop Moverment Type And Process In Landslide: Analysis and control (Suhuster eds), "Special report176, Transportation Research Board Washington D.C., 11-33, 1978.

³ 方仲欣，〈工程邊坡的健康管理〉《科學發展》，第571期，西元2020年7月，第40-41頁

⁴ D.J.varnes, "Slop Moverment Type And Process In Landslide: Analysis and control (Suhuster eds), "Special report176, Transportation Research Board Washington D.C., 11-33, 1978.

(一)墜落型破壞(fall)

係指陡峭邊坡因弱面發達裂痕加大，致使坡體之岩塊、礫石剝離或固結度低的土砂礫等，由坡面上掉落的現象。⁵在邊坡的坡緣處，當岩土體被陡傾得不連續面分割或懸空的塊體，或者鬆脫的土壤脫離母體，並以墜落(自由落體)、跳躍或滾動的方式，向坡腳掉落的現象，稱為落石；其規模相差懸殊，有非常大規模的，也有小型塊石的崩落。⁶一般多發生於較陡的岩石邊坡，因環境因素如暴雨、強震之影響，造成大小不一的岩塊自上至下崩落。易產生落石的岩層必然具有不良地質材料及地質構造。例如膠結不良、節理發達，造成弱面發育進而切割岩體，導致落石之發生。硬岩下含軟弱層時亦可能發生這種現象。此外，近乎直立的土坡，由於缺乏側向支撐，形成坡頂張力裂縫並逐漸向下發育，亦可能導致崩落之發生。⁷

(二)傾覆型破壞(topple)

落石體系以塊狀為主，而傾翻體則是以板狀為主。傾覆的發生係由陡傾或直立的板狀岩體，或柱狀的塊體組成的邊坡，在自重的長期作用下，從坡體的前緣向臨空的方向首先產生傾斜、彎曲，然後折斷、翻倒，最後以滾落的方式，堆積在坡腳處。⁸高角度逆向坡地層中，當土石或岩塊過度傾斜致使重心延線超過塊體基部，即因自重產生驅動力距而發生傾覆。於岩體大型繞曲變形前，其滑動驅動力需大於地層間剪力強度，屬各地層間產生滑動，繼而產生傾覆破壞。⁹

(三)滑動型破壞(slide)

邊坡滑動主要為坡體之破壞土石產生移動，一般可分為轉動和移動兩類，在邊坡滑動量體少的情況下，稱為崩移，例如：岩屑崩移及土體崩移。在滑動量體多的情況下稱為滑移，如岩體滑移及土體滑移。¹⁰滑動的

⁵ 廖瑞堂、陳昭維、吳澤雄、鄒鄭翰、呂嘉豪、高振誠、陳御崇，〈山坡地監測準則〉《中華民國大地工程學會》，2017年3月，第1-1頁。

⁶ 潘國樑，〈山坡地的地質分析與有效防災〉(臺北：科技圖書股份有限公司，初版，2007年)，第39頁。

⁷ 吳淵洵、周南山，〈臺灣山區道路邊坡災害搶修處理工法之探討〉《臺灣公路工程》，第32卷第12期，2006年6月，6頁。

⁸ 同註6，第42頁。

⁹ 李維峰、廖洪鈞、廖瑞堂、劉桓吉、葉啟輝、梁樾、李三畏、顏召宜、賴盈如，〈山區道路邊坡崩塌防治工法最佳化研究(一)〉《財團法人臺灣營建研究院》，2003年12月10日，第22頁。

¹⁰ 同註5。

規模比崩塌還大，單一滑動體所牽動的範圍較廣，並且具有明顯的滑動面，滑動體即在滑動面上發生剪切滑動。滑動之後，滑動體即發生變形及解體，但是局部仍可發現岩土層的原來結構；不像崩塌的崩塌體會產生整體潰散，依據滑動面的形狀，滑動可分成弧形滑動及平面型滑動兩種。¹¹ 岩體或土體於失穩作用下，沿破壞面發生滑動。滑動面可能為平面、圓弧面或不規則面。多發生於岩屑、岩堆、軟弱土壤等不良地層或傾向於坡面，地層間含有軟弱夾層之地質構造，因道路開挖出現自由端而發生破壞。例如岩坡之順向層破壞或土坡之圓弧破壞等。¹²

(四)側移型破壞(lateral spreads)

為土壤或岩體發生漸次逐步擴展之側向運動而導致崩塌破壞。如發生於複合地層時，可能因下層黏土質材料吸水軟化或粉土石材受振動液化或塑性流動

等，而牽動上層土岩體產生斷裂下陷或側移，且一般並無明顯之剪力破壞面或塑性流區。¹³

(五)流動型破壞(flow)

主要為鬆散土壤或岩體，無論含水狀況如何，當其破壞情形有如液體流動之破壞型態，如岩屑或土壤之流動破壞。其流動體與圍岩間有時有明顯之接觸面或僅唯一層可塑性之流動帶，其運動速度變化可由不易察覺之蠕動潛移到快速的岩屑崩流，如泥流、土流或土石流等。¹⁴ 道路上邊坡之岩體或土體於環境因素影響下產生流動之狀態。流動型式包括乾流及濕流。¹⁵ 臺灣山區道路邊坡常見者多為暴雨浸潤及沖刷所誘發的破壞，惟有時亦可能因上邊坡之溪谷或溝渠水位暴漲溢流沖刷引致坡體坍塌與水混合而形成者。¹⁶ 土石流係指泥、砂、礫及巨石等物質與水之混合物，在豪大雨期間，因重力作用為主，水流作用為輔之高濃度流動體，在谷地向下游流動。¹⁷

¹¹ 同註 6，第 44-45 頁。

¹² 同註 7，第 8 頁。

¹³ 同註 9。

¹⁴ 同註 9，第 23 頁。

¹⁵ Abramson, L.W., Lee, T.S., Sharma, S, Boyce, G.M., "Slope Stability and Stabilization Methods", 2nd Edition, John Wiley & Sons, Inc, New York, 2002.

¹⁶ 同註 12，第 8 頁。

¹⁷ 同註 9。

(六)複合型(complex)

邊坡破壞如為上述各類型先後或同時發生之破壞即為複合型。

二、邊坡災害基本原因

(一)災害基本原因

Cruden 等人(1996)¹⁸將邊坡破壞因子按地質、地形、環境及人為因素之影響分為四類，詳如邊坡破壞因子表(表 2)。

概言之，邊坡由岩土材料組成，重力是決定邊坡穩定性的根本因素。由於邊坡表面傾斜，坡體材料(岩/土體)在重力的作用下，平行於坡面的分力使岩/土體受到向下的剪應力，斜坡愈陡峭，剪應力愈大。至於阻止岩/土體下滑的抵抗力，則來自剪力強度，由凝聚力與摩擦力組成。如果各種不利

因素的作用造成(潛在滑動面的)剪應力大於剪力強度，破壞了平衡條件，邊坡上的岩/土體就會崩塌破壞。邊坡在多種不利因素的作用下，例如長期風化作用可能導致岩石土壤強度降低、坡體受到超過設計標準的外力作用等，都可能造成坡體內的剪力強度降低或剪應力增加。一旦下滑驅動力大於抵抗力時，邊坡終將失去穩定破壞。一般而言，邊坡設計時必須輔以穩定分析，使符合最小安全係數要求。¹⁹

(二)學理分析

邊坡穩定設計方法可分為容許應力設計法、性能設計法與可靠度設計法，設計邊坡及其地工設施時，可選擇其中一種方法進行分析與計算。選用

表 2 邊坡破壞因子

地質	地形	環境	人為
1.脆弱物質	1.構造抬升	1.強烈降雨	1.坡趾開挖
2.敏感物質	2.河川侵蝕坡趾	2.快速雪溶	2.坡頂加載
3.風化物質	3.波浪侵蝕坡趾	3.長期性大雨	3.含水層下降
4.受剪切物質	4.冰河侵蝕坡趾	4.地下水降低	4.伐林
5.節理或裂縫	5.側蝕	5.地震	5.灌溉
6.岩體不連續面的位態不良	6.洞穴侵蝕	6.火山噴發	6.採礦
7.構造不連續的位態不良	7.坡頂加載負荷	7.融冰	7.人為震動
8.滲透率明顯差異	8.去除植生	8.氣候快速變遷	8.公共設施漏水

資料來源：D.M. Cruden and D.J. varnes, "Landslide types and processes", Landslide : Investigation and Mitigation, p.36-90, 1996

¹⁸ D.M. Cruden and D.J. varnes, "Landslide types and processes", Landslide : Investigation and Mitigation, p.36-90, 1996

¹⁹ 同註 3。

容許應力法時，依據整體安全係數檢核穩定性。常見的一般邊坡長久性及臨時性安全係數要求如表 3。選用性能設計法時，依據分項係數檢核穩定性。選用可靠度設計法時，依據破壞機率檢核穩定性。²⁰

簡單來講邊坡達到穩定，必是下滑驅動力小於抵抗力，安全係數的比值計算公式如下：

安全係數 = 抵抗剪力強度 / 向下剪應力 = 抵抗力 / 驅動力是以邊坡穩定取決於減少驅動力及增加抵抗力，這兩方面，如何減少驅動力及增加抵抗力，概述如下：

1. 減少驅動力

邊坡滑動的驅動力主要來自重力。邊坡材料受到重力作用而有下滑的趨勢，一旦驅動力超過滑動面之抵抗力，邊坡即發生滑動。

減少驅動力的方式包括：降低坡角或坡高、降低邊坡載重及透過邊坡排水控制地下水位等。例如：坡頂構造物如位於影響邊坡穩定範圍內，可調整其位置或基礎型式，以減輕對於邊坡穩定之負面影響，如採用工程手段將坡頂構造物改採深基礎，使構造物載重傳遞至滑動面以下之地層，以降低邊坡載重。²¹

2. 增加抵抗力

增加邊坡滑動抵抗力可透過提供邊坡滑動阻抗或提高邊坡抗剪強度兩種方式達成，前者常利用擋土設施自重，如剛性或柔性擋土設施、坡趾填土等，以及採用地錨之錨碇力提高抵抗力；後者常採用止滑構造物如排樁穿過可能滑動區域，或是地盤改良等方式，提高邊坡的抗剪強度，以增進邊坡之穩定。坡趾填土可

表 3 邊坡長久性及臨時性安全係數 (FS)

長久性(設計使用年限)	常時	FS ≥ 1.5
	設計地震	FS ≥ 1.1
	高水位	FS ≥ 1.2
臨時性(施工中)	常時	FS ≥ 1.2
	設計地震	FS ≥ 1.0
	高水位	FS ≥ 1.1

資料來源：交通部頒布，《公路邊坡工程設計規範》(臺北市：交通部，西元 2015 年 12 月)，第 11 頁。

²⁰ 方永壽，公路邊坡工程設計規範，交通部頒布，2015 年 12 月，第 11 頁。

²¹ 同註 20，第 c-30 頁。

增加坡趾處之靜載重，以增加邊坡之下滑抵抗力。對於遭到挖除坡趾之順向坡，如回填土仍可能不足以維持其穩定性，可於坡趾先採用簡易構造加以支撐，配合必要之排水設施，然後再回填坡趾。坡趾填土應選用排水性佳之土方，配合設置地表及地下排水系統，以增進邊坡之穩定性。²²

凡能穩定邊坡保護坡趾的工程可通稱之為護坡工程，可分為抑制工法與抑止工法兩大類。抑制工法是指以改變邊坡之坡度、地形或地下水等自然環境，以達到穩定邊坡的各種處置，諸如：整坡、排水措施等。抑止工法乃係以工程構造物來抗制滑動，包括打樁、擋土牆、漿砌卵石、乾砌塊石等多種。採用何種穩定方法應依現場需要隨地制宜，在坡趾以工程方法穩定之，並配合適當的排水措施及植生綠化，方能達到效果。²³

國內外坡地管理概況

一、國外坡地管理概況

(一)日本坡地管理概況²⁴

日本政府於 1969 年制定了「急傾斜地崩坍災害防治法」，針對坡地災害危險潛勢區域，全面調查並編定公告標示，同時亦制定危險性住宅區移轉補助制度及防災救難措施，以減少或避免災害。其山坡地安全防災架構如圖 1 及圖 2，包括有防災區指定、災害評估預測、開發許可及監督、警戒避難、防災宣導等積極作為。

現今日本山坡地的災害已大幅減少，加上日本政府對於山坡地災害防治體制，從中央到地方均環環相扣，且無論中央或地方均有山坡地災害處理專門部門或專責機構。同時在透過通報觀測系統發覺災情時，包含消防隊及軍方均迅速組成救援救災編制，前往災區執行救援任務。

(二)香港坡地管理概況²⁵

香港地小人稠，土地開發利用壓力相當大，而逐

²² 同註 20，第 c-31 頁。

²³ 陸象豫，〈林道排水與邊坡穩定〉《林業研究專訊第》，第 21 期第 5 冊，西元 2014 年，第 65 頁。

²⁴ 陳建忠、蔡綽芳，「山坡地住宅使用管理維護相關防災制度及法令研究」，內政部建築研究所，1999 年。

²⁵ 林家賢，〈坡地社區安全維護工作之研究-以基隆市為例〉《國立臺灣海洋大學河海工程學系碩士論文》，西元 2004 年 6 月，8-9 頁

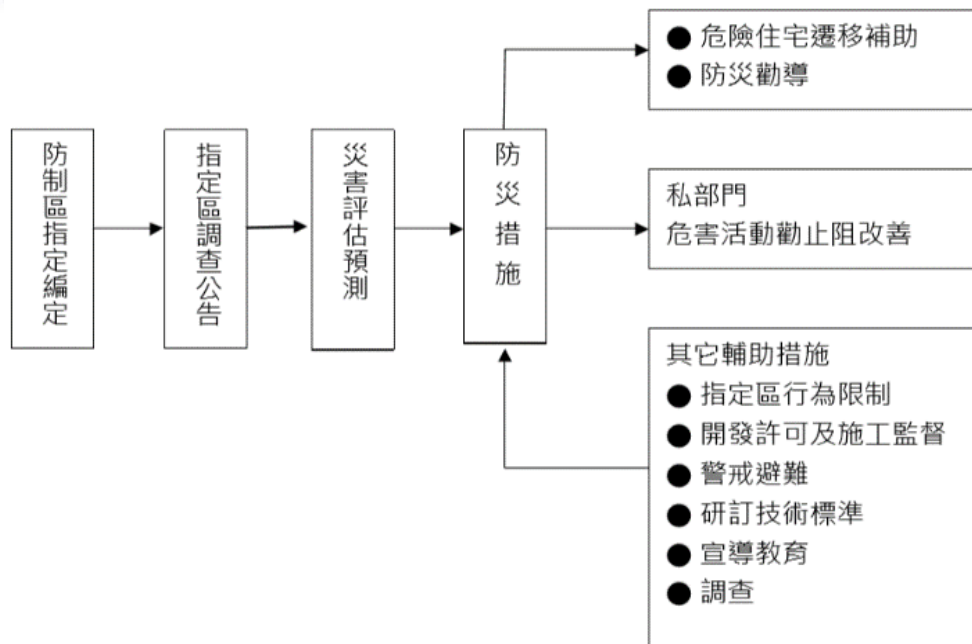


圖 1 日本山坡地安全防災架構圖

資料來源：陳建忠、蔡綽芳，〈山坡地住宅使用管理維護相關防災制度及法令研究〉《內政部建築研究所》（臺北），西元 1999 年。

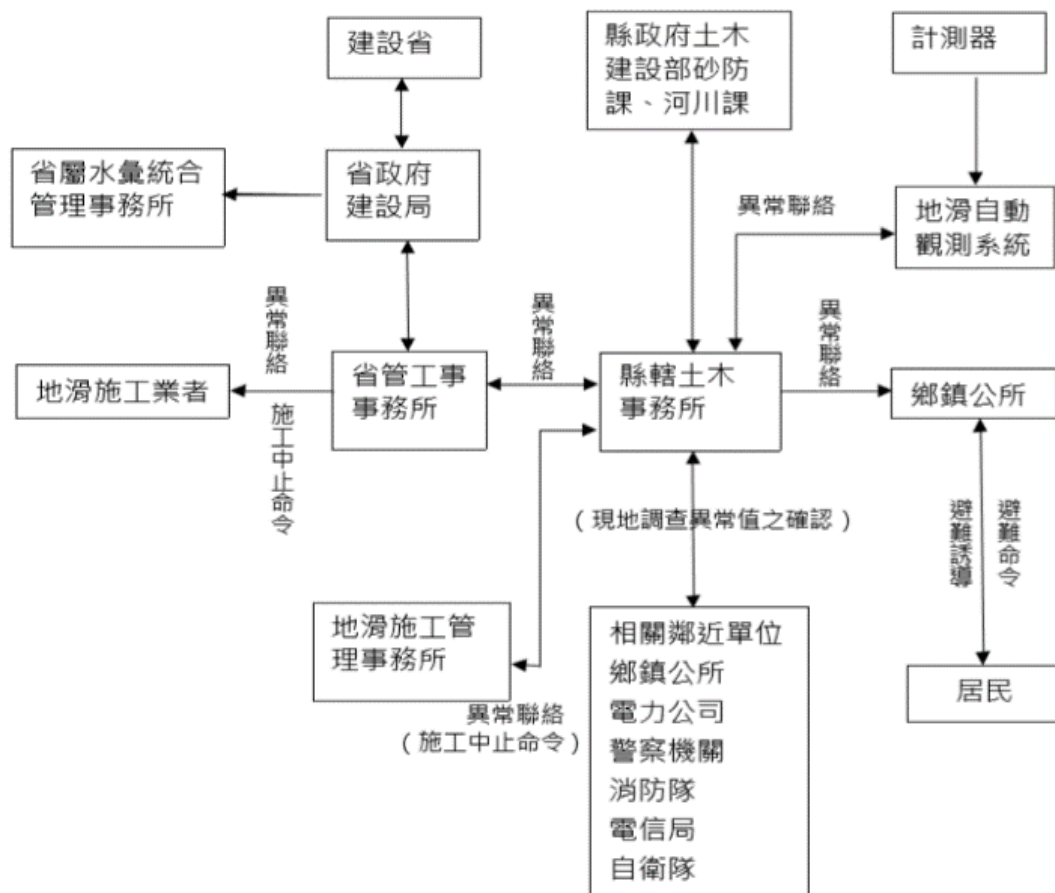


圖 2 日本地滑防災及警戒體制系統圖

資料來源：陳建忠、蔡綽芳，〈山坡地住宅使用管理維護相關防災制度及法令研究〉《內政部建築研究所》（臺北），西元 1999 年。

漸發展山坡地開發，然而過去 50 年來，超過 470 人因人造坡地發生山泥傾洩而喪生，直到 1972 年先後發生寶珊道與秀茂坪山泥傾洩，分別導致 67 人與 71 人喪生，有鑑於這兩宗事件，香港政府在建築物條例執行處轄下成立一個小組，負責私人地盤平整工程之岩土工程管制事宜。及至 1976 年秀茂坪發生另一次災害，造成 18 人喪生後，香港政府在 1977 年於土木工程署轄下成立「土力工程處」(Geotechnical Engineering Office, G.E.O)作為政府中

央斜坡監管機構，全權處理全香港所有坡地工程，包括探勘、設計、施工、觀測及維護的所有作業。

香港土力工程處專責於斜坡安全監督、釐定安全標準、進行岩土工程、相關研究發展及提供教育協助等工作，對於山坡地災害防治工作，可謂績效卓著。尤以在邊坡管理制度之建立，透過斜坡檢查、登錄制度、確認維修責任、進而執行維修管理等手段，輔以相關輔助措施，提供一套完整的山坡地安全防災架構，如圖 3 及圖 4。

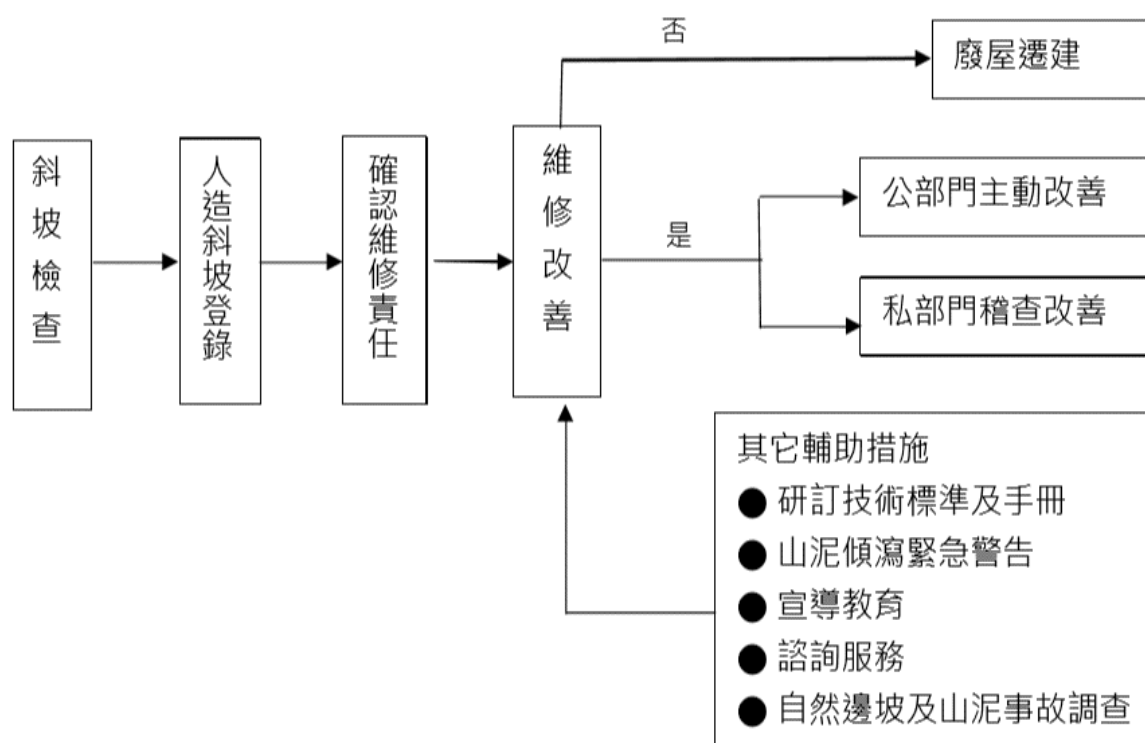


圖 3 香港山坡地安全防災架構圖

資料來源：陳建忠、蔡綽芳，〈山坡地住宅使用管理維護相關防災制度及法令研究〉《內政部建築研究所》(臺北)，西元 1999 年。

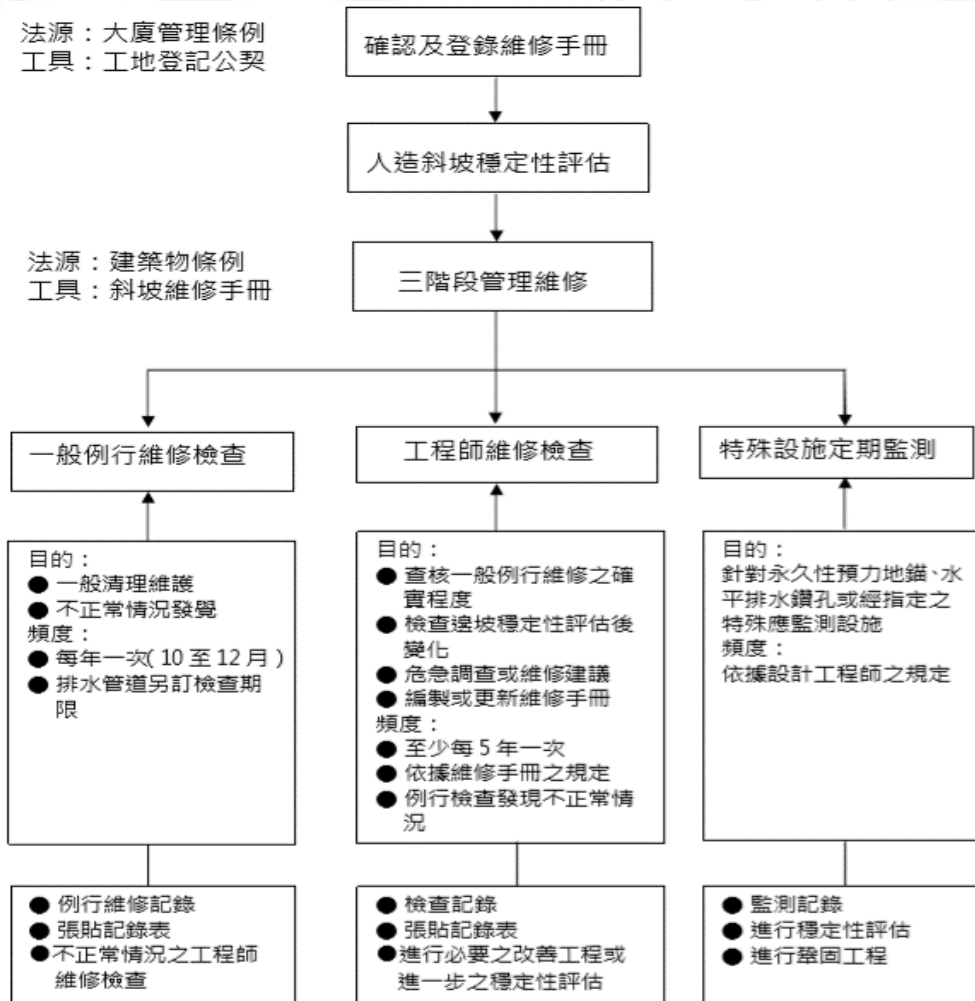


圖 4 香港私有人造斜坡稽查維修作業架構圖

資料來源：陳建忠、蔡綽芳，〈山坡地住宅使用管理維護相關防災制度及法令研究〉《內政部建築研究所》(臺北)，西元 1999 年。

二、國內坡地管理概況

(一) 相關法令

國內山坡地管理法令，最早為民國 65 年 4 月 29 日公布實施的「山坡地保育利用條例」，當時立法主要以保育山坡地為考量。隨著經濟發展，山坡地住宅逐漸增加，「山坡地保育利用條例」已無法有效管理山坡地開發行為，內政部遂於民國 72

年 7 月 7 日令訂定「山坡地開發建築管理辦法」發布全文 26 條²⁶，這是以管理山坡地建築開發為目的之法令，主要管理於山坡地建築期間應有作為。

國內於民國 86 年 8 月 18 日發生林肯大郡山坡地崩塌災害，促使內政部於「建築技術規則」施工篇中增列第 13 章「山坡地建築」

²⁶ 「山坡地開發建築管理辦法」於中華民國 92 年 3 月 26 日內政部台內營字第 0920003336 號令修正發布名稱為「山坡地建築管理辦法」及全文 10 條。

並於中華民國 86 年 12 月 26 日內政部（86）台內營字第 8690165 號令修正發布，將山坡地建築納入規範，要求山坡地基地不得開發建築認定基準及設計原則，以避免坡地災難之發生。

「建築法」第 77 條規定，『建築物所有權人、使用人應維護建築物合法使用與其構造及設備安全。直轄市、縣(市)(局)主管建築機關對於建築物得隨時派員檢查其有關公共安全與公共衛生之構造與設備。供公眾使用之建築物，應由建築物所有權人、使用人定期委託中央主管建築機關認可之專業機構或人員檢查簽證，其檢查簽證結果應向當地主管建築機關申報。非

供公眾使用之建築物，經內政部認有必要時亦同。前項檢查簽證結果，主管建築機關得隨時派員或定期會同各有關機關複查。第三項之檢查簽證事項、檢查期間、申報方式及施行日期，由內政部定之。』本法條規定建築物所有權人應維護建物構造及安全，不在建物肇生危害事件後再來究責。

與山坡地建築相關法令尚有公路法、水土保持法、森林法、水利法及公寓大廈管理條例，整理相關法令規定之維護義務人，彙整如表 4 及圖 5。根據上揭圖表，人工邊坡之維護義務人，依其性質大致可分為公部門與私人所有兩類，其中公部門有森林區、公路及水利

表 4 山坡地相關法令與維護義務人彙整表

編號	種類	法令依據	維護義務人
一	山坡地集合住宅社區	公寓大廈管理條例(民國 95 年 01 月 18 日修正)第 28 條第 1 項及第 3 項與第 29 條第 6 項	起造人 管理負責人 管理委員會
二	山坡地非集合住宅社區	建築法(民國 98 年 05 月 27 日修正)第 77 條	建築物所有權人 使用人
三	森林區	森林法(民國 93 年 01 月 20 日修正)第 21 條	森林所有人 利害關係人
四	公路邊坡	公路法(民國 99 年 01 月 27 日修正)第 3 條與第 26 條	公路主管機關
五	溪流堤岸	水利法(民國 97 年 05 月 07 日修正)第 51、73 與 76 條；水利法施行細則(民國 98 年 11 月 03 日修正)第 7 條	興辦水利事業人 水利事業管理機關
六	單一人工邊坡(非屬上述各類)	水土保持法(民國 92 年 12 月 17 日修正)第 4 條	水土保持義務人

資料來源：林裕益，〈山坡地人工邊坡分級管理-以臺北市為例〉《臺北市市政府工務局大地工程處出版》(臺北)，西元 2013 年 8 月，頁 42。

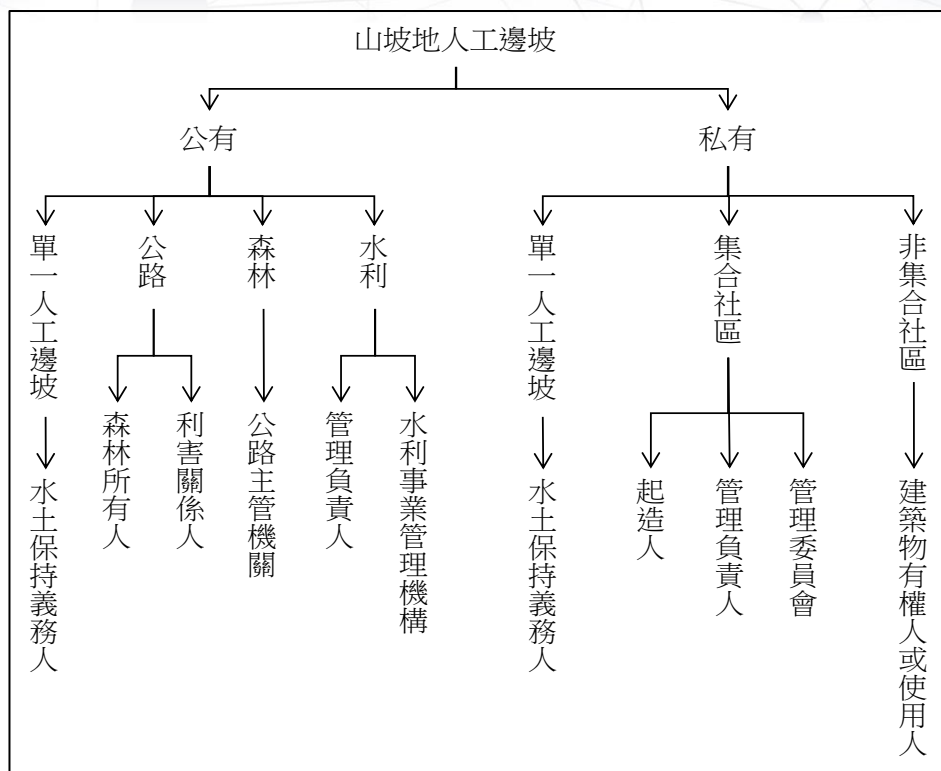


圖 5 山坡地相關法令與維護義務人關係圖

資料來源：林裕益，〈山坡地人工邊坡分級管理-以臺北市為例〉《臺北市政府工務局大地工程處出版》(臺北)，西元 2013 年 8 月，頁 42。

等各轄管機關，私人則有住宅社區起造人、社區管理負責人、社區管理委員會、建築物或土地之所有人(或使用人)，依法二者皆須負有土地權管範圍所有人工邊坡之處理與維護的權責。²⁷

我國山坡地開發建築管理，從法令沿革可見隨著時期之演進，管制方式已由鬆漸嚴之情況。現有之山坡地住宅社區，其開發年期與災害風險程度有相對關係，

早期因法令不周，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，導致其災害風險程度相對偏高。²⁸

坡地建築之災變，固然絕大部分的原因在於開發錯誤、施工不當及天然災害，但坡地居民缺乏防災觀念，未做好日常維護工作，亦是致災的主因。²⁹ 因此政府及相關單位陸續推行坡

²⁷ 林裕益，〈山坡地人工邊坡分級管理-以臺北市為例〉《臺北市政府工務局大地工程處出版》(臺北)，西元 2013 年 8 月，41 頁。

²⁸ 林建宏，〈山坡地住宅區防災區風險管理機制建立之研究〉《國立臺北科技大學土木與防災技術研究所碩士論文》(臺北)，西元 2001 年。

²⁹ 戴興達、劉俊杰、林文欽，〈山坡地住宅社區居民 DIY 自助檢視作業之探討〉《工程》，第 74 卷第 6 期，西元 2001 年，第 99-109 頁。

地社區公共安全檢查，希望藉由坡地社區居民及專業人員，在平時檢視坡地社區的安全性，期望早期發現危險徵兆，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。³⁰

(二)坡地管理概況

我國現行防災管理制度，依據中華民國 108 年 5 月 22 日修頒之「災害防救法」，在行政體系上分為三級制(中央、縣市、鄉鎮)，負責各種災害預防、應變及復原重建。

山坡地災害就制度上，僅土石流由行政院農業委員會負責，其餘型式災害主管機關至今尚未明確律定，亦未制定相關防災管理機制，有必要加以劃定，以符合災害防救實需。

(三)山坡地管理流程

目前國內坡地管理，先由專業人員依據邊坡基本資料、巡查及監測結果實施邊坡分類，其中邊坡巡查主要目的在於目視檢查邊坡是否有開裂、變形、陷落、隆起等失穩表徵，或設施功能異常等情形，巡查項目涵蓋坡

面及所有設施-包括排水、護坡，擋土設施等，例如截/排水溝、洩水孔、排水管、擋土牆、地錨等。

此外，為利於巡查工作的進行，管理單位應設置安全的通道供巡查人員作業。巡查工作又可以分為定期巡查及特別巡查。所謂定期巡查是指平時維持一定頻率的巡視檢查，特別巡查則是於颱風、大豪雨或地震等事件後所發動的巡視檢查。一般性的檢查可以由非專業人員(例如社區住戶)進行，一旦發現有異常表徵急遽變化或有劣化趨勢時，宜委由相關專業技師辦理，以免誤判而貽誤先機。³¹巡查要領表如表 5。

1.政府機關山坡地管理流程-以臺北市政府為例

建立山坡地檔案實施管理，基本資料由專業技師依目視檢查表，至坡地現場實施檢查及填註並拍照記錄，以完成初步評估作業，再由專人審查核覆，完成細部評估，最後依調查結果實施邊坡分級，區分一至五級，風險程度分別為高、中高、

³⁰ 吳正雄，〈山坡地老舊社區之水土保持問題〉《國立臺北科技大學土木與防災技術研究所碩士論文》(臺北)，西元 1998 年 3 月。

³¹ 方仲欣，〈工程邊坡的健康管理〉《科學發展》(臺北)，第 571 期，西元 2020 年 7 月，第 43 頁。

表 5 定期(特別)巡查要領表

項次	巡查種類	巡查重點
一	定期巡查	定期的巡檢是由使用單位及工程維護權責單位平時進行的目視巡檢，主要是以構造物之使用單位負責。其中邊坡構造物之檢查，應立即向上一級權責人員報告，並進行現場勘測，此為巡查之重點。
二	特別巡查	其為不定期巡查，通常於颱風、豪雨與地震等災害前後，或施工不當之人為破壞，當山坡地安全有虞時，由工程維護單位負責實施特別巡查。檢測人員應於事故發生能安全到達現場，快速完成巡查評估紀錄。檢測方式以目視或簡單工具為主，檢測結果應於短期內儲存以利後續的維護管理。其檢測特點在於短期內掌握山坡地設施之主體週邊設施之損壞狀況，評估在必要時，則尋求專業人員實施複查或快速搶修措施，以避免災害擴大。

資料來源：作者自製。

中、中低及低；最後再依風險等級訂定巡視檢查頻次，遇立即危害山坡或高風險山坡則實施改善作為或運用儀器實施監測，臺北市山坡地人工邊坡維護管理流程圖(如圖 6)。

2. 國軍山坡地管理流程

於防汛期間，要求各單位依山坡地水土保持設施安全自行檢查表(內容同行政院農委會水保局-山坡地水土保持設施安全自行檢查表)，每月實施定期巡查一次，另於颱風、豪大雨或地震前後實施特別巡查，如發現檢查表中，如無該項檢查項目時則該項免勾填。經自行檢查後，如發現有安全顧慮者，處理方式有三種，

第一種請將本表送當地直轄市、縣(市)政府水土保持主管單位，作為是否安排複檢之參考(山坡地位於營區或訓練場周邊，未負管理之責)；第二種委請南或北部地區工程諮詢小組進行詳細評估，藉此進一步判斷其劣化嚴重性，若為是，由管理單位依詳細評估結果提出改進措施，進行緊急維修，若為否，則排入年度維修；第三種由管理單位擬定修繕管制計畫和搶修措施及現場照片，向上爭取預算，進行緊急搶修，以維持設施之功能運行，詳如山坡地有安全顧慮處理方法彙整表如表 6，經歸納國軍山坡地評估流程圖(如圖 7)。

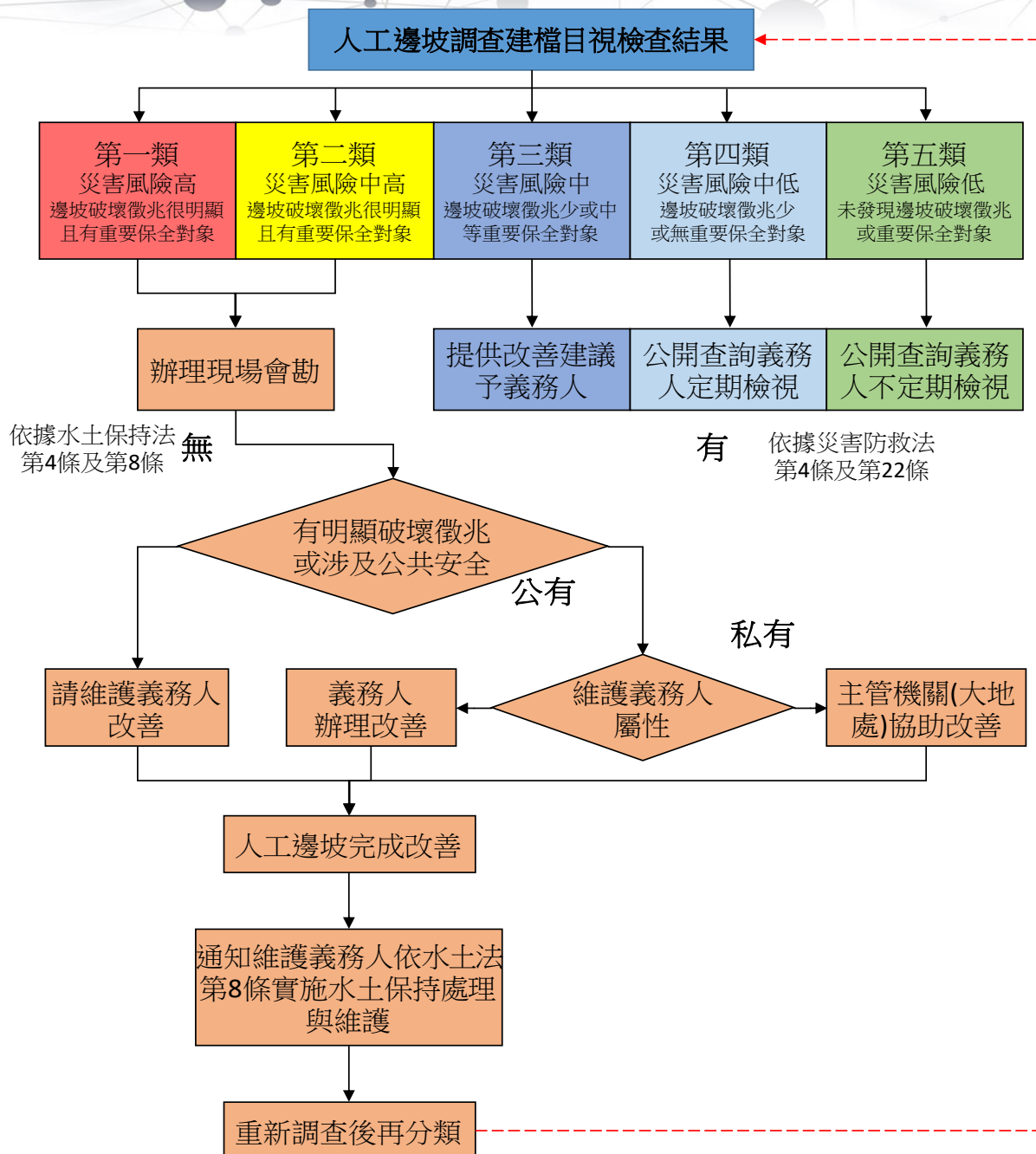


圖 6 臺北市山坡地人工邊坡維護管理流程圖

資料來源：林裕益，〈山坡地人工邊坡分級管理-以臺北市為例〉《臺北市政府工務局大地工程處出版》(臺北)，西元 2013 年 8 月，頁 44。

表 6 國軍山坡地有安全顧慮處理方法彙整表

處理方法	處理方式
第一種	請將本表送當地直轄市、縣(市)政府水土保持主管單位，作為是否安排複檢之參考(山坡地位於營區或訓場周邊，未負管理之責)
第二種	委請南或北部地區工程諮詢小組進行詳細評估，藉此進一步判斷其劣化嚴重性，若為是，由管理單位依詳細評估結果由提出改進措施，進行緊急維修，若為否，則排入年度維修
第三種	由管理單位擬定修繕管制計畫和搶修措施及現場照片，向上爭取預算，進行緊急搶修，以維持設施之功能運行

資料來源：作者自製。

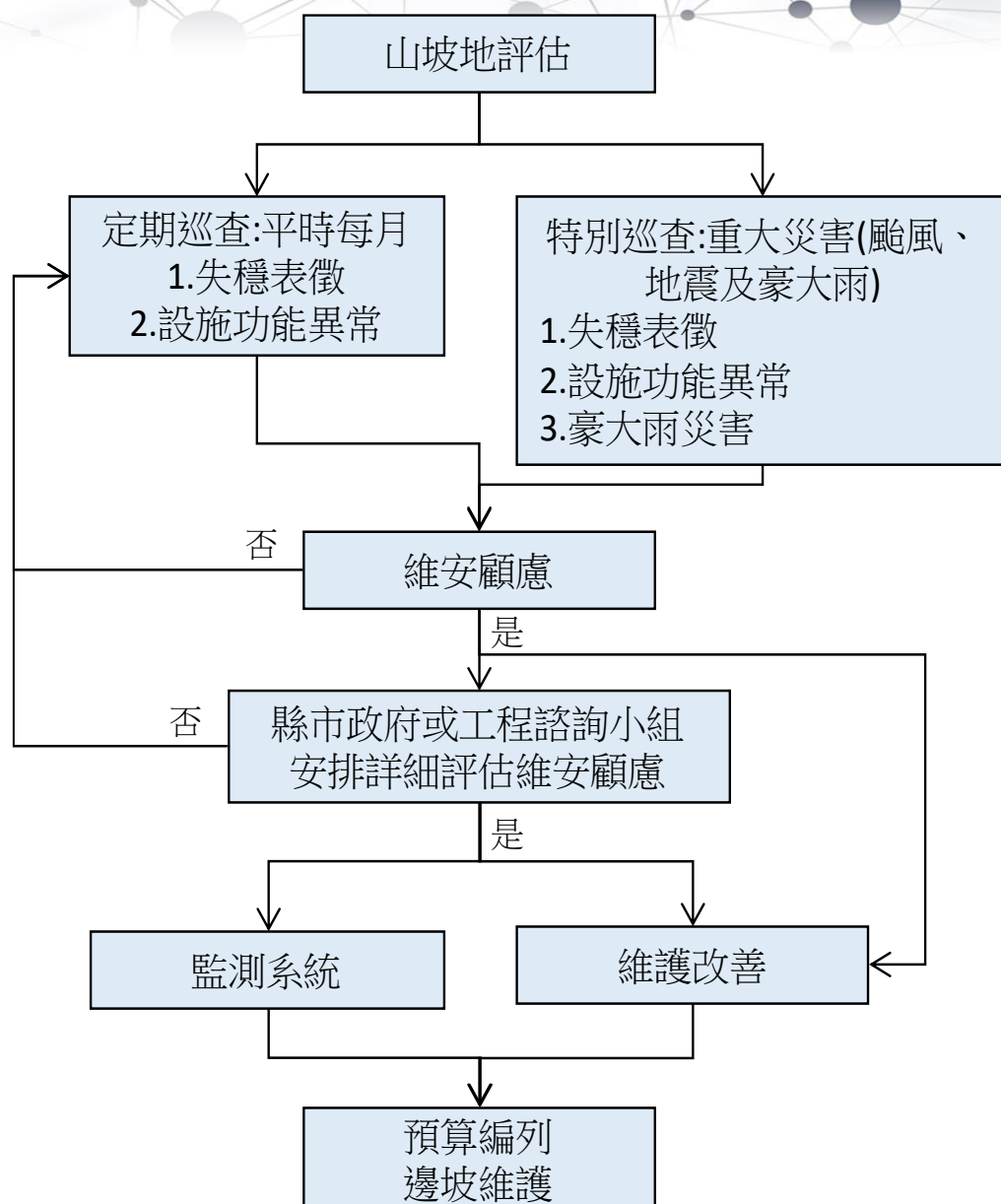


圖 7 國軍山坡地評估流程圖

資料來源：作者自製。

現有坡地安全檢查

一、國外坡地安全檢查

國外坡地安全評估法及檢查表，本文以日本及香港做法實施探討，其共同特性是對邊坡的危安狀況均以量化評分制度，作為對邊坡安全或危險的評斷標準。

(一)日本點數法

此法為日本於 1972 年歷經一連串大規模坡地災變後，針對豪雨引發的坡地崩塌危險程度，以點數的方式進行量化點數評估坡地安全性。該方法分別針對自然及人工坡面，選擇對山坡地崩塌之重要影響因素

加以評分，對於關聯性較高因子給予較高分數權重，最後依各項因子之加總的總分高低，分成由危險程度高而低的 A、B、C 三級。³² 其評估因子為高度、坡度、懸凸程度、表土層厚度、滲透水、邊坡周圍之崩塌情形、防護工程之技術水準、結構物是否異常等 8 類，為日本點數法影響因素評估標準表內評估項目，依上述評估表總分數，對照日本點數法危險程度判定表，訂定危險程度。

(二) 香港土力工程處 (G.E.O) 評估法

香港政府在 1977 年 7 月於土木工程署轄下成立「土力工程處」(Geotechnical Engineering Office, G.E.O)，進行邊坡的管理與治理工作，在無數工程人員努力之下，有效控制山坡地災害的肇生，成為 20 世紀後期全世界成功管理邊坡的模範區域。其山坡地安全評估表，包含邊坡登錄篩選表、邊坡危險徵兆檢視表及邊坡崩塌生命損失後果類

別範例表等三種；邊坡登錄篩選表，區分登記表、現地調查表及前期安全篩選表等三部分，用以確認邊坡詳細座標位置、維護義務人，該邊坡工程執行及維護紀錄由何單位審核及發出許可，邊坡擋土牆型式，坡腳與洩水孔狀況；用以判斷邊坡是否安全的前期安全篩選表，則以邊坡危險徵兆檢視表評分實施一、二、三等級，再結合邊坡崩塌生命損失後果類別表，綜合分析的評分，依據邊坡篩選評分分級表實施一到五級等，一到三等不實施詳細分析，四至五等需實施詳細分析。

二、國內坡地安全檢查

目前國內對山坡地安全評估方法，有許多單位投入研究，較著名的計有「行政院公共工程委員會」、「內政部營建署」、「內政部建築研究所」、「行政院農委會水保局」及「土木技師公會」等五個單位，其檢查表共計八份。

(一) 坡地安全評估檢查表

1. 行政院公共工程委員會山坡地安全諮詢小組－山

³² 林喜麟，國內外坡地安全評估表簡介，臺灣省土木技師公會技師報，<http://etimes.twce.org.tw>，檢索日期：西元 2021 年 7 月 20 日。

坡地現況資料調查表內政部營建署。

(1)山坡地住宅社區安全檢查記錄表。

(2)坡地社區安全居住手冊(坡地社區管理維護檢視表)。

(3)山坡地住宅安全自助檢視表。

2.內政部建築研究所

(1)山坡地住宅簡易安全檢視表。

(2)你的居住環境成績單。

3.行政院農委會水保局－山坡地水土保持設施安全自行檢查表

4.土木技師公會－山坡地社區安全檢查表

(二)坡地安全檢查

國內山坡地檢查表，經研究分析發現，大多數安全檢查表之設計均以勾選方式，優點是選填上清楚明確，但有時又太過於二分法或三分法，難以表達實際情況。

我國法令規定「公、私有之人工邊坡」管理維護之責人員為「水土保持義務人」，負有，「集合社區」管理維護之責人員為「起造人」、「管理負責人」及「管理委員會」，「非集合社區」

管理維護人員為「建物所有權人或使用人」，基此，坡地維護管理人員絕大部分非專業人員，檢查表格應填寫簡單、專業名詞少，其中「山坡地現況資料調查表」、「坡地社區管理維護檢視表」、「山坡地住宅安全自助檢視表」、「你的居住環境成績單」及「山坡地水土保持設施安全自行檢查表」，則符合此一標準，惟無相關圖例，至紀錄人員判斷標準不一致，最終結果誤差相對提高；「山坡地住宅社區安全檢查記錄表」、「山坡地住宅簡易安全檢視表」與「山坡地社區安全檢查表」則內容過於專業，必須由專業人員來使用，一般民眾無法據以填寫，操作運用上相對困難；國軍工程人力因來源問題，致專業表格亦較不適用。

「山坡地住宅社區安全檢查記錄表」、「坡地社區管理維護檢視表」、「山坡地住宅簡易安全檢視表」、「山坡地社區安全檢查表」，表格最終有「評估建議」、「行動指標」、「結果及處理方法」與「危險等級評分法」等結論，方便

作為下一階段處理之準據；
「山坡地社區安全檢查表」，
其所列項目有權重值，可適
當顯現各項目之重要性。經
研究初步評審八份國內山

坡地檢查表格，整理出「現
有各項坡地社區安全檢查
彙整一覽表」，詳如表 7，
以對八份表格完整充分之
認知。

表 7 各項坡地安全檢查彙整表

安全檢查表名稱	所屬單位或個人	作業意見
山坡地現況資料調查表	行政院公共工程委員會山坡地安全諮詢小組	1.內容完整性較差。 2.勾選上大部份係以是否作選擇，雖容易填答，但太過二分法，有時難以表達實際情況。 3.僅單方面填答後以網際網路電傳方式處理，是否能真正瞭解實際情況，有待詳加確認。
山坡地住宅社區安全檢查記錄表	內政部營建署	1.檢視項目詳盡且完整。 2.由於採分項勾選與填寫，使得檢視項目顯得相當龐雜。 3.對於設計階段之資料取得有實際困難，牽涉地質工程參數之資料若無原有鑽探報告、實驗數據之輔助，基本上是無法填寫的。 4.如無相當專業知識，填答可能會有困難，不利推廣。
坡地社區安全居住手冊(坡地社區管理維護檢視表)	內政部營建署	1.檢視項目簡單易懂且精簡，應用上非常方便。 2.勾選上大部份係以是否作選擇，雖容易填答，但太過二分法，有時難以表達實際情況。 3.表格最後有「行動指標」，明確表示後續之因應方式。 4.表後提供專業機構之諮詢聯絡方式，獲普遍性認同。
山坡地住宅安全自助檢視表	內政部營建署	1.檢視項目簡單易懂，但缺乏完整性。 2.勾選上大部份係以是否作選擇，雖容易填答，但太過二分法，有時難以表達實際情況。 3.表後提供專業機構之諮詢聯絡方式。
山坡地住宅簡易安全檢視表	內政部建築研究所	1.各項問題僅以輕微、普通、嚴重三種等級作勾選，填答方便性極佳。 2.內容完整性稍有不足。
你的居住環境成績單	內政部建築研究所	1.內容完整性非常不足。 2.填答以劣(0分)差(2分)可(4分)優(5分)作勾選尚屬便捷，但整體而言，內容太少缺乏說服力。
山坡地水土保持設施安全自行檢查表	行政院農委會水保局	1.內容完整詳實。 2.各項問題及綜合評估有輕微、中度、嚴重三種等級作勾選、填答具方便性，但仍有主觀判斷誤差成份。
山坡地社區安全檢查表	中華民國土木技師公會全國聯合會	1.內容完整性及填答容易度佳。 2.各項目列有危險度評分等級，可適當表現各項目之重要程度。 3.依據填表使用說明，可獲得危險度總分及評估等級，將可作為後續因應方式之參考。

資料來源：1.林家賢，「坡地社區安全維護工作之研究-以基隆市為例」，國立臺灣海洋大學河海工程學系碩士論文，西元 2004 年 6 月，86-87 頁。2.作者自製。

評析八項表格之優劣及適用性，依「完整性」、「撰寫難易性」、「評估項目重要性」、「結論明確性」等四項評估準則，每一評估準則並設定「優」、「可」及「劣」等三個等級，整理出「坡地安全檢查表優劣評析表」，詳如表 8，經綜合評析以「坡地社區安全居住手冊」、「山坡地水土保持設施安全自行檢查表」及「山坡地社區安全檢查表」為最佳。

(三)國軍坡地安全檢查

就國軍而言，由法規、執行評估難易、後續處理等三個面向分析如下：

1.就法規言

營區內土地屬國防部所有的特定事業用地，營區內之人工邊坡處理與維護的權責，由水土保持義務人(使用單位)，若營區內有溪流堤岸(水利區)則由興辦水利事業人或水利事業管理機關，基此，營區內邊坡處

表 8 坡地安全檢查表優劣評析表

安全檢查表名稱	完整性			撰寫難易性			評估項目重要性			結論明確性			綜合評析		
	優	可	劣	優	可	劣	優	可	劣	優	可	劣	優	可	劣
山坡地現況資料調查表			◎	◎					◎			◎			◎
山坡地住宅社區安全檢查記錄表	◎					◎		◎			◎			◎	
坡地社區安全居住手冊	◎			◎			◎			◎			◎		
山坡地住宅安全自助檢視表			◎	◎					◎			◎			◎
山坡地住宅簡易安全檢視表		◎		◎			◎			◎				◎	
你的居住環境成績單			◎		◎				◎			◎			◎
山坡地水土保持設施安全自行檢查表	◎			◎			◎					◎	◎		
山坡地社區安全檢查表	◎			◎			◎			◎			◎		

資料來源：1.林家賢，"坡地社區安全維護工作之研究-以基隆市為例"，國立臺灣海洋大學河海工程學系碩士論文，西元 2004 年 6 月，88 頁。
2.作者自製。

理與維護的權責由使用單位負責(國軍)，除營區內之溪流堤岸(水利區)已由行政院核定公告之區域，始由水利事業管理機關(經濟部或縣市政府)負責處理與維護。

2.就執行評估難易言

近年招募政策，專業軍官及自選自訓軍官開放大學各式非工程相關科系人員報考，致國軍基層工程軍官工程知識良莠不齊，基此，每年防汛期為執行山坡地安全檢查之表格應符合「填寫簡單」及「專業名詞少」之要求，以內政部營建署推出的「坡地社區管理維護檢視表」、中華民國土木技師公會全國聯合會的「山坡地社區安全檢查表」及行政院農委會水保局運用的「山坡地水土保持設施安全自行檢查表」(國軍現行使用之檢查表)，較符合國軍需求。

3.就後續處理言

現行國家業管山坡地安全的單位，係以山坡地功能來區分權責，森林、公路、水利及山坡地社區等，現行營區土地與建築與水利及山坡地社區佔大多數，國家主管機關則分別為農委會

水保局及內政部營建署，上述單位對山坡地安全檢查評估，有提供檢查評估表格，供一般民眾運用，亦會收整民眾檢查表實施安全分析，故國軍工程人員運用水保局及營建署相關檢查表後，對營區山坡地有危險疑慮之處，亦可逕洽主管機關協助分析判斷；另中華民國土木技師公會全國聯合會的「山坡地社區安全檢查表」雖有後續處理程序，但「中華民國土木技師公會全國聯合會」非政府機構，後續引用處理有本逐末之疑。

(四)小結

各表優缺點比較後，符合填寫簡單、專業名詞少，完成後方便作為下一階段處理之準據，以內政部營建署推出的坡地社區管理維護檢視表較佳；另國軍現行使用之檢查表為行政院農委會水保局推薦運用的山坡地水土保持設施安全自行檢查表，完成後結合工程諮詢小組專業判斷，亦可滿足初步評估之要求；綜上國軍亦可適用，惟上述兩表評估過程易受填寫人員認知差異所影響，故應於各題目答案選項文字敘述後，加入相關

圖例作為判斷參考，統一填寫人員標準，應可有效提升判斷精度。

三、國內外坡地安全評估比較分析

國內外常用坡地安全評估表就「檢查人員」、「表格設計方式」及「定量化」等三部分實施比較；根據國、內外常用及文獻發表的評估表格，可歸納整理如表9所示。

(一)檢查人員

國內評估表大部分由社區居民或水土保持義務人來填表，非專業人員判斷標準難以相同，亦無相關圖例

參考，誤差難以掌控；另部分由專業人員填表，需靠縣市政府編列預算支應，故難以定期評估。國外均由專業人員實施紀錄判斷，評估結果較為準確。

(二)表格設計方式

國內評估表之設計均採以勾選方式，易受填表人認知差異影響，容易陷入二分法或三分法，難以呈現實際狀況；國外評估表同樣以二分法或三分法並搭配直接賦予各選項評分範圍，運用較為活化。

表 9 國內外坡地社區安全評估比較表

單位	表格名稱	檢查人員	表格設計方式	定量化
行政院公共工程委員會	山坡地現況資料調查表	社區居民	以是或否之方式供檢查人員選擇	無
內政部營建署	山坡地住宅社區安全檢查記錄表	專業人員	以選項之方式供檢查人員填寫	無
內政部營建署	坡地社區安全居住手冊(坡地社區管理維護檢視表)	社區居民	以是或否之方式供檢查人員選擇	無
內政部營建署	山坡地住宅安全自助檢視表	社區居民	以是或否之方式供檢查人員選擇	無
內政部建築研究所	山坡地住宅簡易安全檢視表	專業人員	以選項之方式供檢查人員填寫	無
內政部建築研究所	你的居住環境成績單	社區居民	以選項之方式供檢查人員填寫	無
農委會水保局	山坡地水土保持設施安全自行檢查表	社區居民	以選項之方式供檢查人員填寫	無
土木技師公會	山坡地社區安全檢查表	專業人員	文字敘述加上基照本資料填寫與說明	無
日本點數法	邊坡影響因素評估標準表	專業人員	必須給予各選項評分	有
香港 GEO 評估法	邊坡/擋土設施登記及篩選表、邊坡危險徵兆檢視表及邊坡崩塌生命損失類別	專業人員	必須給予各選項評分	有

資料來源：1.內政部建築研究所報告(2008)。2.作者自製。

(三) 定量化

目前國內常使用的安全評估法與國外安全評估方法中最大的差異在於有無量化的指標。國內所用的八份安全評估，並未量化來區分山坡地危險等級，具分級判斷評估表，分級方式多以部分評估項次結果直接分級，以內政部營建署「坡地社區安全居住手冊」中所載「坡地社區管理維護檢視表」為例，檢查項目所顯現出來的評分基準均以檢查人員之檢查結果與個人經驗為依據，將檢查的結果判定為 **D**、**N**、**S** 三級，比較主觀且無量化的基準；而國外的坡地安全評估法：日本點數法與香港 **G.E.O.** 評估法皆有量化的評分標準體系進行邊坡安全與否程度之分級。

坡工程加以穩固山坡地之邊坡，而工程設施均有生命週期，亦受環境因素、地層、土壤性質等天然條件與工程規劃設計、施工品質及維護管理等工程品質影響；由於坡地災害頻傳，國家法令不斷檢討亦漸趨完整，加強起造人、建築物所有權人、使用人、利害關係人及水土保持義務人等相關維護義務人員法律責任；同理可證營區內山坡地邊坡國軍亦負有維護之責，如何預防災害勝於事後救災，成為所有義務人員的目標，主管機關應要求所屬建立維護管理機制，基此，機關提供山坡地安全評估表供維護義務人(一般民眾)參用，力求早期發現異常徵兆立即處理，以消彌坡地災害於無形。

結語

臺灣山坡地因人為開發過度、坡地地質及環境氣候影響等因素，坡地常有滑動、傾覆、墜落等山坡地災害。為防止災害發生，常於山坡地施作擋土設施、蛇籠、植樁、植草等一般護