

內政部建築研究所



研究計畫成果報告

山坡地開發理論與實務法令之探討---
山坡地不可開發建築規定坡度之研究

計畫主持人：何明錦

共同主持人：張益三

研究單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS 892036

執行期程：八十八年十月至八十九年十月

中華民國八十九年十月三十日

內政部建築研究所研究計畫成果報告

山坡地開發理論與實務法令之探討-- 山坡地不可開發建築規定坡度之研究

計畫主持人：何明錦

顧問：李咸亨、李德河

共同主持人：張益三

研究人員：林享博、蔡綽芳

研究助理：陳詩蘋、陳鴻明、陳昌茂

研究單位：內政部建築研究所

計畫編號：MOIS 892036

執行期程：八十八年十月至八十九年十月

ARCHITECTURE & BUILDING RESEARCH

INSTITUTE

MINISTRY OF INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

**An Exploration of The Theory and Practice
Laws of Hillside Development – A Study of
Non-Development Construction of Hillside
and Related Gradient**

BY

Ho Ming-Chin

Chang Yih-San

October 31, 1999

摘 要

關鍵詞：總量管制、坡度、環境衝擊

本研究的研究方向是以永續利用及防災的觀點來探討山坡地不可開發建築的相關規定，並側重考量坡地開發時與坡度間的關係。

本文首先作一文獻回顧、其內容包含有山坡地開發管理體制及法令、邊坡穩定理論與防災相關研究。在山坡地開發管理體制及法令方面，分析及比較美國、日本、香港及國內之異同，其特色包含有加強技師簽證制度、公聽會、保證金制度，由政府造鎮整體規劃開發及強制使用者維護邊坡等措施；而在邊坡穩定及防災相關研究方面，邊坡災害原因包含有豪雨、地質、坡度、土壤、植生、人為開發、土地使用及地震等因素。

其次，又於土地總量管制、地工技術、環境衝擊及法令規範作一探討。在土地總量管制方面，分北、中、南及東部四區分別計算，在民國 127 年台灣人口達到最高峰時，北部地區土地供需約可平衡，而在中、南及東部三區則土地供應遠超過需求；而地工技術方面則探討坡地不可開發限制，尤其與坡度之關係；而在環境衝擊方面，則研究坡地開發對環境造成的衝擊及影響；而法令規範方面，雖然法令繁多，也頗完備，可惜規定不一，難與理論配合。

最後經坡地災害案例分析，其原因與理論研究頗為一致；而在坡度方面，山崩、地滑及土石流方面並不一致，然經統計大致分佈於坡度 30% 左右。

ABSTRACT

Keywords: Total mass control、 Environment impact、 Slope

This paper is to study related laws about non-development construction of hillsides with a view to everlasting use and disasters precaution. It consists of three phases.

First, the review of references contains management system and laws of hillsides, the theory of hillsides stability and disaster precaution. In respect of management and laws, the similarities and differences of American, Japan, Hong Kong and Taiwan are discussed, analyzed, and compared. It is an important concept to improve engineers license system, public hearing, warranty system, new town planning and development projected by government and the users' response to maintenance of retaining walls. In respect of hillsides stability theories and disasters precaution, hillsides disasters are caused by much rain, geology, gradient, soil, plants, development by people, land use and earthquake, etc.

Second, total mass control of land use, geo-technique, environment impact and new laws at Taiwan are explored. The study on the total mass control of land use is drawn to the conclusion that during the population maximum at Taiwan in the year of 2038, the land application and demand can be balanced in Northern area, while in other areas, Middle, South and Eastern areas the land application is larger than demand. The study on geo-technique explores non-development conditions at hillsides, especially those related to gradient. The study on environment impact includes the impacts and influences made by hillsides development. The study on hillsides laws finds out that the regulations now in different places in Taiwan are not the same that they can't accord with theories although they seem to be numerous.

Third, from the study and the analyses of hillsides disaster cases, it finds out that the disaster causes are in accordance to theories, but the gradients, mountain collapses, landsides and debris flow are not the differences of slope are about 30%.

目錄

	頁次
第一章 緒論.....	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究內容.....	3
第四節 研究方法及流程	4
第二章 文獻回顧.....	7
第一節 坡地開發管理體系及相關法令.....	7
第二節 山坡地開發及防災相關研究.....	41
第三章 山坡地不可開發限制之探討.....	62
第一節 總量管制.....	62
第二節 地工技術與環境因素.....	80
第三節 法令規範.....	93
第四章 坡地災害案例.....	
103	
第一節 坡地災害類型介紹.....	
.....	103
第二節 坡地災害案例.....	
106	

第五章 結論與建議.....	
126	
第一節 結論.....	
126	
第二節 建議.....	
130	
參考文獻.....	132
附錄.....	136
附錄一.....	136
附錄二.....	139

表目錄

	頁次
表 2-1 山坡地開發相關法規體系表	8
表 2-2 國內山坡地管制的五個時期	11
表 2-3 十年重現期降雨量下新造斜坡的推薦安全係數.....	21
表 2-4 十年重現期降雨量下，現有斜坡分析、斜坡善後與預防工程的推 薦安全係數.....	22
表 2-5 各人命風險類別斜坡崩塌範例	22
表 2-6 各經濟風險類別的斜坡崩塌範例	23
表 2-7 土質斜坡穩定性分析方法.....	23
表 2-8 岩質斜坡穩定性分析方法.....	24
表 2-9 場地勘察指南	26
表 2-10 場地勘察內容.....	27
表 2-11 山坡地可發展建築用地面積百分比.....	28
表 2-12 聖地牙哥市土地危險性等級表	29
表 2-13 日本山坡地管制內容表.....	37
表 2-14 國內外山坡地之比較表.....	39
表 2-15 日本點數法影響因素評估標準表.....	48
表 2-16 日本點數法陡坡地危險程度判定準則.....	49
表 2-17 日本點數法各級崩塌率比較.....	49
表 2-18 能資所山崩潛感性分析準則.....	51
表 2-19 弱面間距分類標準.....	52
表 2-20 ISRM 岩石材料之強度分類標準及評分.....	52
表 2-21 岩石風化程度分類標準.....	52
表 2-22 模糊集理論法評估基準.....	54
表 2-23 模糊集理論法潛感分級.....	56
表 2-24 邊坡危險地點評估方法之比較.....	59
表 2-25 崩坍發生及危險度評估因子表.....	60

	頁次
表 3-1 容積率訂定標準表	65
表 3-2 北部區域土地容納人口量表.....	67
表 3-3 中部區域土地容納人口量表	68
表 3-4 南部區域土地容納人口量表.....	69
表 3-5 東部區域土地容納人口量表.....	70
表 3-6 農地釋出土地存量表.....	72
表 3-7 各區域農地釋出容納人口分配表	72
表 3-8 計畫存量容納人口與人口預測表	75
表 3-9 住宅區未開發存量表.....	77
表 3-10 山崩、地滑及土石流之特性.....	83
表 3-11 土石流運動型態與溪床坡度之關係.....	84
表 3-12 台灣近年來重大土石流災害統計.....	85
表 3-13 水質狀況表.....	91
表 3-14 坡地災害類型表.....	92
表 3-15 生態敏感地之劃設區域表.....	97
表 3-16 景觀敏感地劃分區域表.....	98
表 3-17 資源生產地劃分區域表.....	100
表 3-18 天然災害敏感地劃分區域表.....	102
表 4-1 台灣近年來發生之災害案例.....	104
表 4-2 銅門地區災發發生之相關資料.....	113
表 4-3 砂頁岩互層時坡地發生災害之情形.....	115
表 4-4 草嶺大崩塌歷史簡表.....	118
表 5-1 台灣地區住宅使用現況表	128
表 5-2 山崩、地滑、土石流與坡度之關係表.....	129

圖目錄

	頁次
圖 1-1 研究流程圖.....	6
圖 2-1 非都市體系開發管制體系圖.....	9
圖 2-2 都市體系開發管制體系圖.....	10
圖 2-3 日本災害救助體系圖.....	38
圖 2-4 不安定指數法分析流程圖.....	58
圖 3-1 台灣地區人口推估圖.....	75
圖 4-1 伯公壠地區滑動圖示.....	107
圖 4-2 大竿林山崩示意圖.....	109
圖 4-3 銅門地區 1980 年航空照片.....	110
圖 4-4 銅門地區 1985 年航空照片.....	110
圖 4-5 銅門地區 1990 年航空照片.....	111
圖 4-6 銅門地區剖面分析之地形比對資料.....	112
圖 4-7 林肯大郡開發前後地形圖.....	114
圖 4-8 林肯大郡災害示意圖.....	115
圖 4-9 林肯大郡災害環境狀況示意圖.....	116
圖 4-10 草嶺地區崩塌機制圖.....	122
圖 4-11 草嶺地區崩塌機制圖.....	122

第一章 緒論

第一節 研究動機

隨著近幾年國內經濟成長所帶動的經濟發展，造成土地之需求日益增加，然而由於都市土地之地價高漲、交通擁擠、缺乏綠地...等，無法滿足現代人對高品質生活的追求，因此漸轉往山坡地開發建築。如近十幾年來國內興起之山坡地開發熱潮，包括山坡地住宅社區、高爾夫球場、觀光遊憩區、大專院校用地..等。但隨著國內的濫墾、濫建風氣的盛行及超限使用，造成山坡地的災害層出不窮，也因此使得這股熱潮漸漸停息了，如前幾年的林肯大郡、南投縣神木村的土石流事件以及去年的台灣 921 大地震，在在都顯示台灣在近幾年經濟發展的背後，付出的是大地山河的變色，若以外部成本來看，其外部成本竟是如此的龐大。因此本研究將以山坡地不可建築之相關坡度規定來做一探討，以了解現今國內山坡地之相關實質環境規定，並且檢討我國未來山坡地開發政策。

第二節 研究目的

以往台灣在山坡地的開發上，藉配合經濟發展之名，以用地需求日益殷切為由，在經濟第一的發展政策下，對於山坡地的開發之相關規定稍嫌不足，但隨著近幾年坡地災害的增加，山坡地的開發漸為人們所重視，因此對於山坡地因客觀實質環境所導致不可開發，亦漸擬定較為周延之相關規定，使之有限的坡地可以永續利用。

在現行的計畫體制下，台灣對於山坡地的開發建築之相關規範法令，主要法令有水土保持法、非都市土地使用管制規則、非都市土地開發審議規範、山坡地開發建築管理辦法...等，而對於同樣一個禁止開發的項目，常因不同的法令而導致規定上的不同。如建築技術規則山坡地專章，對於禁止開發的規定為坡度超過 30%，而非都市土地開發審議規範上對於此之規定，為坡度超過 40%。諸如此類之情形仍舊存在著，而此乃由於山坡地的開發缺乏一上位計畫指導所致。另一方面，山坡地由於地質、地形、坡度...等條件特殊，再加上蘊含豐富之資源，不當之開發將導致不可回復之生態破壞，進而影響居民生命財產之安全。因此，健全之山坡地開發法令及規範，為維護山坡地開發安全及居民生命財產安全所不可或缺的；而目前在「山坡地開發建築管理辦法」、「建築技術規則山坡地專章」、非都市土地「山坡地住宅社區」、「高爾夫球場」開發審議規範的管理下，問題仍然叢生，諸如：坡地的超限利用、環境景觀的遭受破壞、防災措施的不完備.....等，也因此造成許多原本可以預防之災害，卻不幸的仍然災害頻傳。這些都顯示台灣在山坡地的開發管理的制度及實行上有確實檢討的必要。

因此本研究主要透過法令、案例及相關研究中對於山坡地不可開發在坡度之規範限制上做一探討，使之對於現今之法令規定能了解，因此探討的內容包括考量環境之衝擊影響、總量管制、區位限制及開發強度等因素；另外加入相關之案例研究及影響評估，以了解所提對策在執行上可能遭遇的課題，以及對於社會可能造成之衝擊。

第三節 研究內容

本計畫之研究範圍主要以非都市土地不可開發建築相關實質環境規定之探討為主，同時側重於考量坡地開發時與坡度間關係，另外並就國內土地使用現況及用地存量來檢討我國山坡地的開發政策；而對於不可開發之研究，納入環境之衝擊影響、總量管制、區位限制及開發強度、坡地災害發生所分佈之坡度...等。因此本研究所探討之內容主要為山坡地不可開發建築及有關坡度之相關研究，並以實質案例分析作一佐證：

一、坡地坡度相關之研究探討

研究目標主要包括以下幾項：

(一) 國內外山坡地不得開發建築法令之規定

包括現今台灣地區山坡地不可建築之相關法令、制度及國外(以美國、香港、日本等三國為主)對於山坡地開發之相關法令制度之規定。

(二) 山坡地開發之相關理論

有關國內外山坡地開發之相關理論主要為山坡地之邊坡理論、防災相關研究，另外尚包括開發總量管制、地工技術、開發衝擊影響及開發強度之相關研究。

(三) 國內現今山坡地之使用現況及用地存量：

主要為透過對現今國內山坡地之使用狀況及可建築用地之用地存量的了解，綜合檢討現今台灣之山坡地是否有需總量管制及永續利用。

二、實質案例分析

本研究擬以 921 大地震前後之數個地區來進行實證研究，以了解造成坡地災害發生之背後因素包括有那些？並且歸納出在何種地質條件下、何種坡度條件以及何種環境下適合開發或不適合開發，以避免日後災害的再度發生。

第四節 研究方法及流程

本研究主要重點主要乃在探討國內山坡地不可開發相關規定之研究。透過現行之管理體系及法令之規定，來檢討現行山坡地不可開發相關限制之適宜性並且在相關研究之佐證下，來探討坡度在坡地開發上的影響程度。因此本研究其方法主要是透過文獻回顧之方式，了解國內外對於山坡地不可開發相關制度及法令之規定，並透過國內外相關坡地邊坡穩定理論、研究文獻、土地使用現況、人口預測、環境影響及災害案例分析等，以檢討台灣的山坡地開發規定。本研究之流程如圖 1-1，其研究內容及方法如下：

一、研究方法

(一) 文獻回顧

主要乃以相關文獻及研究之回顧來探討現行山坡地開發規定之適宜性，並藉此瞭解坡度在坡地開發上所扮演的角色。

(二) 國內外山坡地不可開發規定之探討

主要是針對國內各有關山坡地開發之法令對山坡地不可開發之相關規定做一整理比較，包括山坡地開發建築管理辦法、非都市土地使用管制規則、水土保持法、建築技術規則山坡地專章...等，以了解台灣對於山坡地開發之相關規定；而在國外之部分，主要有美國、日本及香港之坡地開發體制及法令，對於山坡地不可開發之相關規定為主，藉此資料來與國內做一比較，以了解其做法及其坡地開發管理上之特色。

(三) 坡地開發限制之探討

在此部份所探討的內容主要包括以地工技術及環境上之考量，諸如以邊坡理論檢視坡地開發之可行性、坡地開發對環境之衝擊影響程度、坡地災害發生所分布之坡度範圍...等，另外納入總量管制之觀念來探討計畫的土地存量及人口成長的關係以及以法令之觀點來檢視現今坡地開發之合理性。

(四) 坡地災害案例分析

此部分主要係透過對已發生之坡地災害加以分析研究，來歸納瞭解其發生之原因及此災害之發生與坡度之關係，以作為日後檢討法令之參考依據。

(五) 結論及建議

綜合以上之研究，對國內現行山坡地不可開發規定做一檢討與建議，包括坡度限制、開發強度限制及管理體系，以符合未來坡地開發永續利用之政策。

二、研究流程

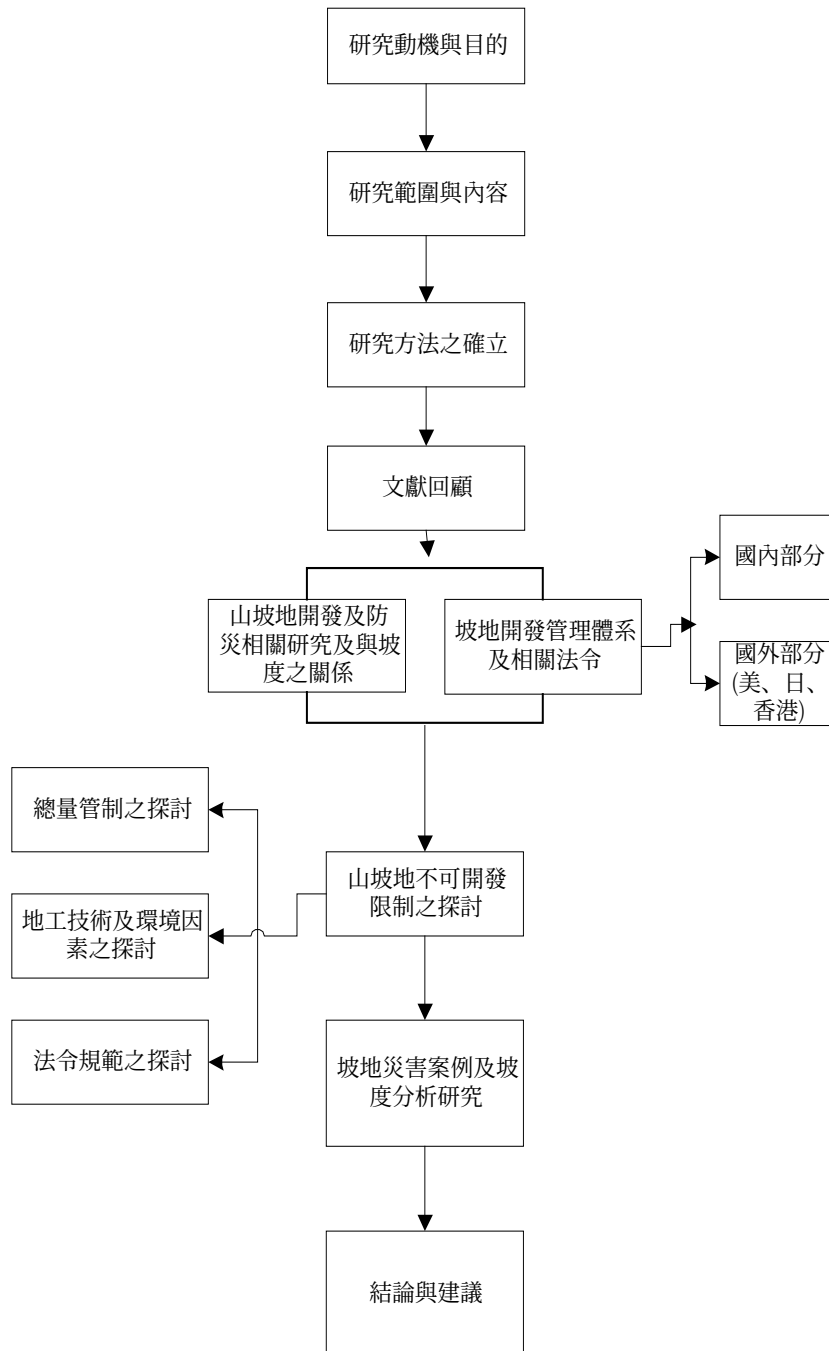


圖 1-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

第一節 坡地開發管理體系及相關法令

一、國內部分

有關國內山坡地開發之管制方面，其牽涉到的法令相當多，有上位之區域計畫法、都市計畫法以及實質管理方面之建築技術規則、山坡地開發管理辦法以及水土保持法等，另外如環境影響評估法、森林法、國家公園法、非都市土地使用開發審議規範……等，其中亦有對於山坡地之開發有相關之規定。有關國內山坡地開發相關法規體系如表 2-1。

而台灣在山坡地之開發，就其在土地使用計畫、開發管制上之規定如下：

(一) 土地使用計畫體系

台灣之山坡地開發管理依其位屬之地區，分屬都市計畫區或非都市計畫區，其法令之規定亦不同。一般非都市土地之開發管理為屬區域計畫法之規範範圍，其下之法令尚包括非都市土地使用管制規則以及非都市土地開發審議規範，另外山坡地開發建築管理辦法及建築技術規則山坡地專章為都市及非都市地區之山坡地皆適用之規定。而台灣非都市土地之山坡地開發，基本上又依其是否按原規定使用(註¹)，而有不同。若不符合原規定，則必須受山開辦法十公頃之規定；另外，依其開發之項目類別，尚受限於非都市土地開發審議規範對於不同開發內容之規定，如高爾夫球場、住宅區之開發等，如圖 2-1(林建元，1992)。

註¹：山開辦法第三條第一項：實施區域計劃地區之非都市土地，經依法辦理使用分區編定，依規定容許建築者，得不受山開辦法有關開發建築面積需大於十公頃之規定

表 2-1 山坡地開發相關法規體系表

類別	相關法令規定
山坡地管理	山坡地保育利用條例 山坡地保育利用條例施行細則 山坡地開發建築管理辦法 建築技術規則山坡地專章
土地相關法規	區域計畫法及其施行細則 都市計畫法及都市計畫法省(市)施行細則 土地法及其施行細則 平均地權條例及其施行細則 建築法 非都市土地開發審議規範 省(市)建築管理規則
環境資源保育	環境影響評估法及其施行細則 水土保持法及其施行細則 水利法及其施行細則 文化資產保存法及其施行細則
森林遊憩	森林法及其施行細則 國家公園法及其施行細則 觀光法展條例 風景特定區管理規則
生產事業	農業發展條例及其施行細則 促進產業升級條例及其施行細則 礦業法及其施行細則

資料來源：張益三，1997，山坡地開發衍生問題探討相關法令制度之改善策略，山坡地開發災害防治研討會，第 20 頁

山坡地不可開發建築規定坡度之研究

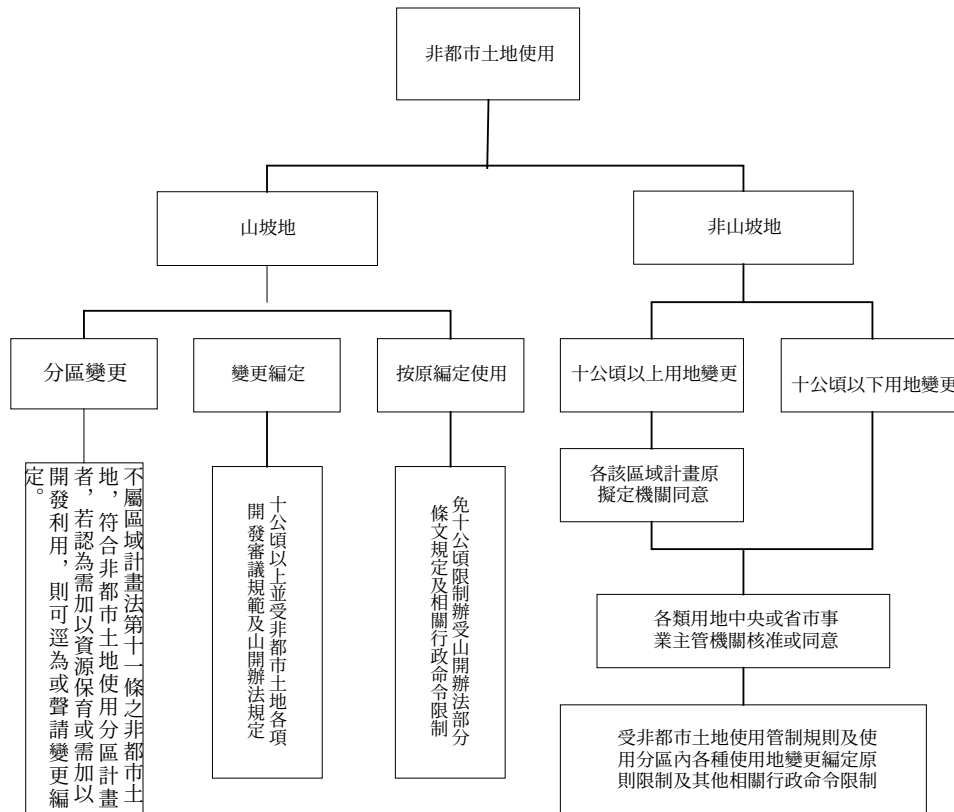


圖 2-1 非都市體系開發管制體系圖

資料來源：1.林建元，1992，開發許可制之改進及影響費課征方式之研究，台大建築城鄉研究所

2.區域計畫法第十五條之一，內政部營建署網站

另外在都市計畫地區，若開發內容涉及主要計畫之變更，則需依都市計畫程序及山坡地開發程序辦理。若未涉及主要計畫之變更依其是否完成細部計畫，其規定亦不相同。已實施細部計畫之地區，則免受山開辦法有關十公頃之規定，然需受細部計畫及山開法部分條文之限制；而未實施細部計畫之地區，依都市計畫法第十七條之規定，如能指定建築線或主要公共設施已照主要計畫興建完成者，得開發建築，則免受山開辦法十公頃之規定。若無法指定建築線，其開發面積需受十公頃之規定，如圖 2-2。

山坡地不可開發建築規定坡度之研究

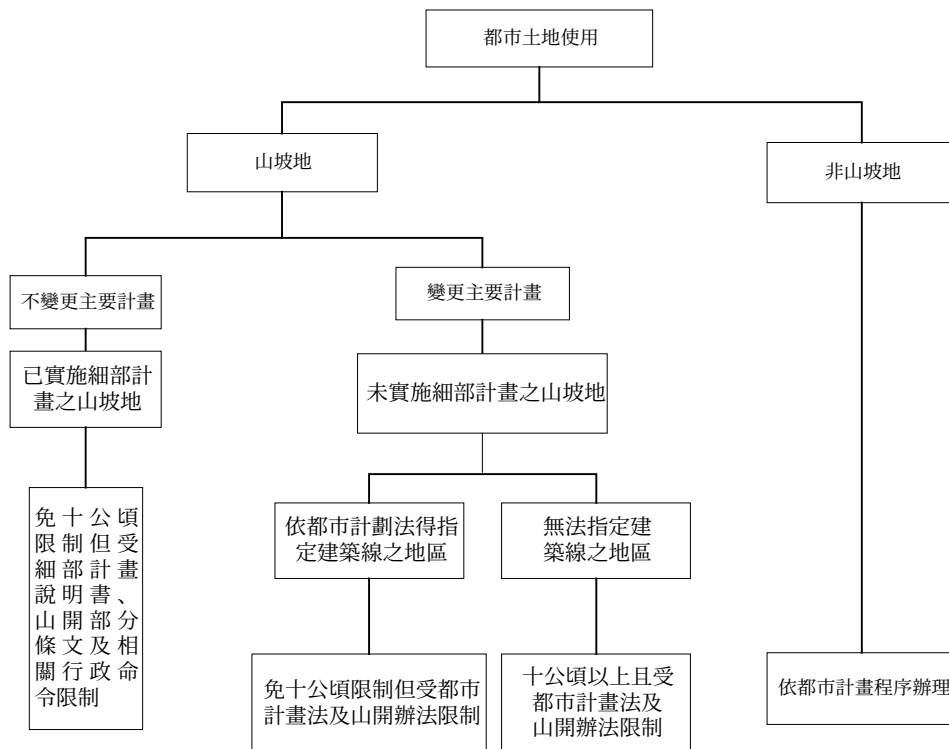


圖 2-2 都市土地開發管制體系圖

資料來源：1、林建元，1992，開發許可制之改進及影響費課征方式之研究，台大建築城鄉研究所

2、本研究整理

(二) 開發管制方面

1、坡地管制沿革

依據李咸亨(1998)之分類，國內山坡地開發之法規可分為以下五個時期(見表 2-2)：

- (1)無管制時期
- (2)基本建管時期
- (3)水保合格時期
- (4)建築管理時期
- (5)坡地保育時期

山坡地不可開發建築規定坡度之研究

而前三個時期，因管理及立法上之疏失，造成老丙建之山坡地開發問題，直到民國八十六年三月二十五日第三版之山坡地建築管理辦法通過，才對老丙建之建築問題有所規範，然而之前的坡地開發建築執照已核可者，已造成了頗多及相當大的災害，諸如民國八十六年之林肯大郡事件、921 震災時坡地住宅之嚴重損失，以及現今之土石流災害不斷；因此坡地開發實有加強研究及檢討之必要。

表 2-2 國內山坡地管制的五個時期

管制方式	時間	法規	主管單位	開放程度	建地名稱	申請步驟
無管制時期	民國 62 年 12 月以前	無	--	--	--	--
基本建管時期	民國 65 年 4 月 29 日以前	依建築法 100 條發佈之[實施都市計劃以外地區建築物管理辦法(62/12/14)]	省、縣、市主管建築機關	坡度小於 30% 之地區	老丙建	取得[水土保持合格證明]後，逕向建管單位申請[建照執照]
水保合格時期	民國 72 年 7 月 7 日以前	[山坡地保育利用條例](65/4/29) [山坡地保育利用條例施行細則](66/9/9)	省、縣、市水土保持主管機關			
		[非都市土地使用管制規則](70/4/22)	省、縣、市水保單位會同地政、農業、建築機關			取得[水土保持證明] 取得[水土保持完工證明] 土地編定為丙種建築用地 申請[建照執照]

山坡地不可開發建築規定坡度之研究

續表 2-2

建築管理時期	民國 86 年 5 月 9 日以前	[山坡地開發建築管理辦法](第一版 2/7/7)	直轄市、縣市建管機關會同建設、農林、地政等單位	坡度小於 55% 地區，容積率限制為 160%	丙建	開發許可 雜項執照 建照執照
		[山坡地開發建築管理辦法](第二版 79/2/14)	區域計畫委員會和地方建管單位分別審查		老丙建	
		[山坡地開發建築管理辦法](第三版 86/3/25)	區域計畫委員會審查		丙建	
坡地保育時期	目前	[非都市土地開發審議規範](86/5/9)		坡度小於 40% 地區，容積率 120%		
		[建築技術規則山坡地專章](87/1/1)		平均坡度		
		[非都市土地開發審議規範] (87/9/25)		小於 30%		

資料來源：1、李咸亨，1998，山坡地開發策略與災害關係探討，環境影響評估意見交流會，台北

2、非都市土地開發審議規範，內政部營建署網站

3、本研究整理

2、現今法令管制相關規定

山坡地由於有其使用上之特性，且台灣山坡地在土地使用計畫區位上多屬區域計畫範圍內，因此其使用管制係依各區域計畫所訂之分區，及非都市土使用管制規則中有關之規定管制。

而現今對於山坡地開發之管理方面，由於山坡地之開發涉及技術層面之問題，再加上地質、水文、坡度.....等因素之影響，如果山坡地一旦發生災變，其影響層面就相當的大，以至於開發山坡地不得不謹慎，因此有關何處不可開發、

何處可開發、該開發之程度是多大，其相關規定該如何？皆是我們所需討論的。以下以區域計畫法、非都市土地使用管制規則、山坡地開發建築管理辦法、山坡地保育利用條例以及非都市土地開發審議規範作為主要探討之重點。

(1) 區域計畫法

依區域計畫法實行細則第十三條之規定將非都市地區劃分為九種使用區(包括特定農業區、一般農業區、工業區、鄉村區、森林區、山坡地保育區、風景區及特定專用區)，而山坡地則大多分布於森林區、山坡地保育區、風景區及特定專用區。經編定為各使用分區者，依各分區之分區管制加以規範。另外，區域計畫法尚將非都市土地劃分為十八種用地，其中與山坡地較相關的包括丙種建築用地、農牧用地、林業用地、生態保護用地、國土保安用地及特定目的事業用地，經編定為各種使用分區者，需依非都市土地使用分區編定加以規範。此外，本法業於民國八十九年一月二十六日修正，第十五條之一第一項第二款規定，「為開發利用，依各該區域計畫之規定，由申請人擬具開發計畫，檢同有關文件，向直轄市、縣（市）政府申請，報經各該區域計畫擬定機關許可後，辦理分區變更」，以落實開發許可之精神與明訂審議程序。

(2) 非都市土地使用管制規則

非都市土地使用管制規則對非都市土地之土地使用做較為細項之規範，在山坡地方面為對山坡地之開發強度做一限制，如容許使用之項目、建蔽率、容積率以及其變更編定等。而屬於山坡地之丙種建築用地其建蔽率為 40%，容積率 120%。

另外第七條規定山坡地範圍內之森林區、山坡地保育區及風景區之土地，在未編定使用類別前，適用林業用地之管制。而在變更編定方面，如第十二條對於變更面積之規定，第十五條

對於回饋之規定，以及第二十三條規定開發為遊憩設施需設置生態綠地、公共設施及回饋金等。

另外在第二十六條規定，山坡地範圍內土地依第十三條至第十九條之規定申請變更者，其依山坡地開發建築管理辦法第四條規定申請開發許可時，得不受同辦法第三條面積不得少於十公頃之限制。

(3) 山坡地開發建築管理辦法

山坡地開發建築管理辦法為對山坡地之開發較為細項之管制，如第三條規定山坡地之開發面積不得少於十公頃。由於山坡地開發建築管理辦法納入了英國式的開發許可制，因此現今山坡地之開發需透過申請開發許可、申請雜項執照及申請建照執照等三階段辦理。由於山坡地之開發需透過開發許可制度，因此，在山開辦法中規定下列各款情形者為不可開發建築之地區：

- A、坡度陡峭者
- B、地質結構不良、地層破碎、活動斷層或順向坡有滑動之虞者
- C、現有礦場、廢土堆、坑道及其周圍有危害安全之虞者
- D、河岸侵蝕或向源侵蝕有危及基地安全者
- E、有崩塌及洪患之虞者
- F、有礙自然文化景觀者
- G、依其他法律規定不得建築者

而此不可開發區之認定標準則由建築技術規則第十三章之山坡地專章來規定。

另外山坡地開發建築管理辦法對於山坡地之規範，除了定出不可開發之項目外，尚包括開發面積限制、申請許可程序、申

請雜項執照所須之文件以及施工之管理。

(4) 山坡地保育利用條例

山坡地保育利用條例主要為防止坡地沖蝕、崩坍、地滑、土石流等災害，以自然特徵及應用工程等方法來加以維護。而其規範之項目包括對山坡地之定義(標高 100 公尺以上或未滿 100 公尺，其平均坡度在百分之五以上者)、使用類別上之限制，如農業使用與非農業使用之相關限制。

(5) 非都市土地開發審議規範

非都市審議規範為對各項非都市土地之開發做一詳細之規定。而與坡地開發較相關的主要項目包括有住宅社區之開發、高爾夫球場之開發、遊樂區之開發、大專院校之開發、一般廢棄物掩埋場及墳墓用地等。

而在坡地不可開發方面，其規定如下：

A、總篇之第十項規定：申請開發之基地，不得位於左列之地區：

(A) 森林區、重要集水區。但經中央主管機關核准並經區域計畫委員會同意興辦之各項公共設施，不在此限。

(B) 相關主管機關依法劃定應保護之地區。

B、第十一項規定：申請開發之基地，如位於水源水質水量保護區之範圍者，其開發除應依自來水主管機關公告之管制事項管制外，基地污水排放之承受水體如未能達到政府公告該水體分類之水質標準或河川水體之容納污染量已超過主管機關依該水體之涵容能力所定之管制總量者，應不得開發，並應符合下列之規定。但經中央主管機關核准並經區域計畫委員會同意興辦之各項公共設施，不在此限：

(A) 水岸緩衝區(指距離豐水期水體岸邊水平距離一千公尺

之範圍)：區內禁止水土保持以外之一切開發整地行為。

(B) 取水口緩衝區 (指取水口上游一公里半徑內集水區及下游半徑四百公尺)：區內禁止水土保持以外之一切開發整地行為。

(C) 一般管制區：(指距離豐水期水體岸邊水平距離一千公尺以外之水源保護區) 其開發管制應依自來水主管機關公告之管制事項管制。

各主管機關依本編第七點審查有關書圖文件，且各該主管機關同意者。

C、而在第十八項之規定主要為劃定不可開發區以及其開發限制，如基地內之原始地形在坵塊圖上之平均坡度在百分之四十以上之地區，其面積之百分之八十以上土地應維持原始地形地貌，且為不可開發區，其餘土地得規劃作道路、公園及綠地等設施使用。坵塊圖上之平均坡度在百分之三十以上未逾四十之地區，以作為開放性之公共設施使用為限，不得建築使用。

二、國外部分

(一) 香港山坡地開發管理體系與相關法令之探討

「山泥傾瀉」是香港所稱的山坡地災害名詞。在 1970 年代，香港發兩次嚴重的坡地災害，造成了許多傷亡，一次為位於九龍半島的秀茂坪發生大規模土石滑動；一次為香港半島山區寶珊道發生因私人在邊坡上建築使用開挖引起坍方。這兩次的災害引起香港居民對坡地安全的害怕，也震驚了香港政府。因此，香港政府成立土力工程處以解決坡地災害問題。

1、香港之山坡地開發管理體系

在解決問題之前，必須先瞭解問題的本質，才能夠根本的解決問題。根據土力工程處發表的文獻指出香港的坡地災害特性有下列幾點：

- (1) 幾乎所有的事故都是由暴風雨引起。
- (2) 多數是很小的滑動。
- (3) 滑動是很迅速發生的。
- (4) 發生的問題幾乎全屬人工邊坡工程。

由於 1972~1976 年間發生的幾起山坡地災害皆造成重大的傷亡，故在 1976 香港政府便邀請了許多國際專家調查小組來調查坍方的問題，此一國際小組建議成立一個政府中央專責機構全權負責，所有坡地工程之作業程序，包括探勘、設計、施工及監測維護等，因此香港政府採用小組之建議，在 1977 年 7 月成立了土力工程處（簡稱 GEO），一開始命名為 Geotechnical Control Office，偏重山坡地開發之控制，直到 1991 年始更名為 Geotechnical Engineering Office，著重於工程技術上的管理，不似以往偏重建築規則等簡單的管制，而真正開始將山坡地開發與一般建築工事分開，強調土力概念的重要性，如此開啟了香港政府對邊坡管理的另一新紀元，使其邊坡管理較以往產生了相當大的成效。

香港山坡地管理制度實施至今，其成效實可說有目共睹，在香港組成土力工程處（GEO）之後，平均傷亡率從 1977 年以後就有大幅下降，每年平均死亡 20 人到現在只有 2 人，但在過去 20 年的雨量並沒有減少，邊坡開發越來越多，但傷亡率卻越來越少。台灣與香港的氣候條件相似，皆屬於雨季長、多颱風的氣候，故極易產生因土石滑動而造成災害的情形，儘管如此，香港的行政及地質等條件與台灣大不相同，尤其是土地制度，造成行政資源條件的不同。根據香港基本法第七條規定：香港特別行政區境內的土地和自然資源皆屬國家所有，由香港特別行政區政府負責管理、使用、開發、出租或批租給個人、法人或團體使用或開發，其收入全歸香港特別行政區政府支配。由此可知，香港政府之土地制度有三個重要背景，一為香港土地所有權屬於國家所有，其對土地開發是採批租土地的制度，故私人無法擁有土地所有權只能有租賃權；二為香港土地的所有權雖屬公部門，但其管理與開發亦可由私部門進行之；最後香港土地的收入歸政府，由於實行土地批租制度，香港政府每年獲得大量收入，其

對財政收入及社經發展極為有利，也使得香港政府有充足的從事預算龐大的斜坡安全管制。而台灣的土地制度則是採私人所有權制，凡私人依法取得所有權，公部門很難介入私人土地之管理與開發情形，而公部門亦難以從土地獲取龐大的資金從事國內經濟發展、建設等；另外在地質方面，香港係屬花崗岩，較之台灣的泥岩、破碎帶...等實在好太多了，當然其災害會較少。

2、機制

香港土力工程處在推動其坡地相關法令中，比較值得注意的機制有以下幾點：(姜勇傑，1997)

- (1) 將“斜坡與擋土牆”納入建物管理條例所謂“公共地方”的定義中，藉由公共地方之相關法令規定，業主便有責任將“斜坡與擋土牆”視同公共地方而依法予以維修及管理，解決以往無人管理的弊端。
- (2) 將新造大廈之“公共契約”納入斜坡維修條例，並需載名“業主維修之斜坡位置圖”，要求業主定期維修坡地工程。
- (3) 新建樓宇在買賣說明書中需包括有關已建或將建之斜坡位置圖，且在買賣同時需明確說明業主之維修責任。
- (4) 將有潛在性危險之坡地，向業者發出危險斜坡修葺令 (Dangerous Hillside Order)，要求業者對其坡地進行修葺工作，主要條文是規定在其建築物條例第 27A 條例中說明如果有關方面發現位於業主權利範圍內之斜坡屬於危險性質或潛在危險，則會向有關業主簽發危險斜坡修葺令，勒令業主進行必要之修葺工作，如情況不危險但令人關注，則會簽斜坡維修勸喻信。其可能發生之情形有兩個：
 - A、業主不願進行工程，則可由政府代替業主進行工程，並向業主追討費用。主要條文規定在建築物條例第 32A 及 33 條規

定，如業主未能在第一份修葺令的指定時間內進行勘測，則建築事務監督可代為進行有關勘測及其後所需的修葺工程，並向業主取回所有費用及監工費。

B、業者違反修葺令時，政府可起訴之，其主要條例為建築物條例第 40 (1B) 條中所規定建築事務監督可向違反修葺令而無合理辯解的任何人士進行起訴，有關人士一經定罪，最高可被判罰款港幣 5 萬元及入獄一年，如法庭認為有關人士繼續違反危險斜坡修葺令者，則每日可另外加判罰款港幣 5 千元。

總而言之，土力工程處對香港坡地的開發管理的確有相當大的貢獻，基本上他是一個專業性非常強的組織，其成員全部都是大地工程或地質工程之專業人員，且此組織之專責相當清楚，計畫擬定也相當長遠，甚至已計畫到 2010 年的長期計畫，最值得注意的是此一組織擁有 24 小時處理的反應能力，此外，在法令的推動方面相當穩地及確實，其相關研究發展計畫也是相當令人肯定。

3、背景優勢

就背景而言，香港的斜坡安全制度之所以能如此健全，亦需歸功於其土地制度及行政資源上所佔的優勢，主要內容如下：

(1) 地所有權歸屬國有，使得土地之所有權皆劃歸政府，民眾只有租賃權，但與一般所謂土地國有制有很大的不同，香港基本法第七條規定：「一九九七年七月一日香港的土地由香港特別行政區負責管理、使用、開發、出租或批給個人、法人或團體使用或開發。」這就保留了香港土地的使用開發權給私人，使得私人有權管理、開發及使用其土地。香港的租賃權人不一定個人，可以是民間單位、開發者或政府機關等。此種制度讓香港政府在劃定"責任者"時有很大的方便，因此 GEO 在 1977 年成立以後在 1978 年便登錄了 10,000 個斜坡，且每一個斜坡皆明確登錄其所有人(Owner)，以做為日後斜坡安全維護之負責人，要求其全權負責斜坡開發後的維

修工作及防治災害的發生，此點可以說是整個香港系統關鍵點所在，也因為此種土地制度，使其責任權相當明確，責任制度得以落實。

- (2) 香港政府出租土地，出租時有一定的固定期限，要收取租金。也因為此種制度，使得香港政府每年獲得大量收入，在行政經費上相當充裕，對於每一項山坡地安全檢查，管理、或維護計畫，皆能編列龐大預算以支持計畫的進行，光是 GEC 單位內的行政費用，每年就有港幣二億元的經費預算，其他如「防止山泥傾瀉計畫(Landslip Preventive Measures Programme;LPM)每年亦有十多億港幣的投入，總預算甚至高達一百多億。台灣地區雖與香港有很不同之土地制度，不可能如香港般由土地獲取大量經費來源，但不可否認地，香港行政經費之充裕，的確為香港之山坡地安全維護扮演了關鍵性的角色，因此，先不論經費來源為何，至少台灣地區對山坡地之安全維護亦應有專款專用的經費來源，金錢雖非萬能，但卻是推動行事的根本，因此台灣地區實有必要對山坡地開發審議之經費問題加以正視。

4、香港斜坡穩定性的傳統分析方法(註²)

香港於新造斜坡、現有斜坡、天然斜坡以及臨時工程的斜坡穩定性，是以數值穩定性分析中的安全係數來評定。斜坡崩塌安全係數廣泛被定義為「沿臨界滑動面，土壤平衡所需的之平均抗剪強度比 (Bishop, 1955)」。表 2-3 至表 2-6 分別為對新造斜坡以及現有斜坡、斜坡善後與預防工程，配合各種人命風險和經濟風險類別，所設計出來推薦安全係數。這些推薦安全係數僅作指引之用，設計人員須因應斜坡發生崩場所引起的可能經濟損失，與更高安全要求下而有

註² 資料來源：香港特別行政區府土木工程署土力工程處，1998，香港斜坡岩土工程手冊。

所增加的施工費用之間，選取一個可以接受的平衡點。然而在某些情形下，僅用一種分析方法難以得出滿意的結果，例如香港存在一些多年來一直穩定的斜坡，然而它們的安全係數卻是小於 1，因此在某些情況下，對香港情況充分瞭解而作的經驗技術判斷，往往比「傳統的」數值分析來得重要。

在斜坡穩定性分析方法上，可分為土質斜坡和岩石斜坡兩類，前者有較多的穩定性分析方法可用，大多數是根據極限平衡理論；後者的分析方法較少，幾乎全為極限平衡的方法，表 2-7 及表 2-8 所列為部分較廣泛應用的方法。

由於土力強度、地下水條件、其它輸入資料的設計值的不確定性，在一般定性分析中並沒有直接處理，試驗數據不可避免地不足，使最後計算得到的安全係數具偏低的可靠性，真正的安全度可能遠小於或大於其計算值。

表 2-3 十年重現期降雨量下新造斜坡的推薦安全係數

經濟風險 人命風險		按人命損失十年重現期降雨量下的推薦安全係數		
		微	低	高
按經濟損失十年重現期降雨量下的推薦安全係數	微	>1.0	1.2	1.4
	低	1.2	1.2	1.4
	高	1.4	1.2	1.4
註：1、人命風險高的斜坡，除十年重現期降雨量下，安全係數須具 1.4 外，還要在最差地下水文條件下，取 1.1 安全係數。 2、載於本表的安全係數為推薦值。就經濟損失而論，可按特殊情況採更高或更低的安全係數。				

資料來源：香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，1998，香港斜坡岩土工程手冊

表 2-4 十年重現期降雨量下，現有斜坡分析、斜坡善後與預防工程的推薦安全係數

人命風險	按人命損失十年重現期降雨量下的推薦安全係數		
	微	低	高
	>1.0	1.1	1.2
註：1、表中安全係數為最小值，它僅可用於那已進行過嚴謹地質和岩土研究，屹立時間已相當長，而且荷載條件、地下水文、改動後基本坡形等與其現存的相若的斜坡中 2、善後與預防工程中如採用反演分析法，於最不利的已知荷載和地下水條件，現有斜坡可假定其最小安全係數 1.0。 3、斜坡崩塌或受損，引起的原因必須特別查明，並在善後工程設計中加以處理。			

資料來源：香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，1998，香港斜坡岩土工程手冊

表 2-5 各人命風險類別斜坡崩塌範例

範例	人命風險		
	微	低	高
崩塌影響低交通流量的道路	▲		
崩塌影響公眾等候場所(加油站、鐵路站台)		▲	
崩塌影響使用中建築物			▲

資料來源：香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，1998，香港斜坡岩土工程手冊

表 2- 6 各經濟風險類別的斜坡崩塌範例

範例	經濟風險		
	微	低	高
崩塌影響郊野公園	▲		
崩塌對公用事業服務(電力、供水)造成短暫影響		▲	
崩塌對建築物造成嚴重的結性破壞			▲

資料來源：香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，1998，香港斜坡岩土工程手冊

表 2- 7 土質斜坡穩定性分析方法

方法	Hoek's 圖解法	Janbu 法
崩塌面	圓弧	非圓弧
假定	整體地處理滑動體。下限解，假設正應力集中在一點	給合法處理在每一條塊的力和力矩平衡。必須對塊間力的作用線作出假定。
優點	有坡角 10°~90°圖解，使用非常簡單	可用真確的剪切面，常規法可通過工程計算機或手算進行
局限性	僅使用於均質土及五種特定的地下水條件	已發表的 f_0 系數只適用於均質岩土，對多種岩土組成的斜坡，常規法會導致較大的誤差，通常低估安全係數
參考文獻	Heok & Bray(1981)	Janbu(1972) 常規法在 Hoek & Bray(1981)
建議	對初步計算及細小低風險斜坡，十分有用	對香港大多數土質斜坡十分有用。須注意常規法的局限性

資料來源：香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，1998，香港斜坡岩土工程手冊

表 2-8 岩質斜坡穩定性分析方法

方法	平面崩塌	楔形崩塌	傾斜崩塌
崩塌面	單一滑動面，有張力裂隙	兩組節理面構成一個三維契體	梯級狀交錯節理
假定	滑動面和張力裂隙走向均與斜坡平行。具鬆脫面，致側向邊界無阻力	節理面的交切線傾斜度比岩石面平緩，仍在岩面中出露。兩節理面在滑動接觸保持良好。	假設一些塊體會滑動一些會傾倒 不考慮水壓力
優點	簡單，可加進張力裂隙內及滑動面上水壓力	可加上張力裂隙和水壓力。有現成單考慮摩擦力圖表	
局限	力矩在分析中未被考慮。對於可能傾倒的較斜陡坡，會給出過大的安全係數	未有考慮力矩	局限於合適幾何形狀的幾種簡單情況
參考文獻	Hoek & Bray(1981)	Hoek & Bray(1981)	Hoek & Bray(1981)
建議	對於可假設為平面崩塌時是有用的	方便。圖表可作初步評估之用	除偶爾有用外，還未能作為岩石斜坡的設計工具

資料來源:香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，1998，香港斜坡岩土工程手冊

其他與坡度較相關的資料，是與斜坡工程建設有關的場地勘察，主要可分為地表研究與地下勘察，地表研究是場地勘察的第一階段，需先評估地表研究的結果後，才可進行地下勘察工作。有關斜坡建造的場地勘察，一般要求可參考表 2-9 及表 2-10，該表乃根據斜坡高度、斜坡現有坡角、斜坡場地的風險級別等，提供所需要索尋的資料和專家建議。

其中專家建議可分為三：

山坡地不可開發建築規定坡度之研究

(A)不必要有有經驗的土力工程師或工程地質專家參與。

(B)有經驗的土力工程師或工程地質專家是否參與，取決於場地和已開發區、或可開發區的距離。

(C)必須要有有經驗的土力工程師或工程地質專家參與。

山坡地不可開發建築規定坡度之研究

表 2-9 場地勘察指南

成形的斜坡分類					場地附近天然坡的坡角		
特徵	土坡		石坡	擋土牆	0°~20°	20°~40°	大於 40°
	填土	削土			場地勘察描述		
高度	7.5m	5m	< 7.5m	< 3m	評估周遭的地質及地形以考慮其穩定性。目測在建成場地的、準備築堤上用的岩土 專家建議-要求(A)	與 0°~20°情況相同。但需作較詳細的地質及地形探測。對較陡斜坡，則需要土層和岩石節理的強度參數，探測對場地有影響的水文特徵。 專家建議-要求 (B)	與 20°~40°情況相同。勘查場地外地區，處於場地上方的土層、岩體、孤石的不穩定性。 專家建議-要求 (B)
坡角	50°	30°	---	---			
高度	15m	10m	> 7.5m	< 6m	場地及周遭的地質及地形探測。用於地基及削土斜坡的土層和岩石節理的強度參數。坡度大於 1 : 3 的築堤，回填土的再壓密強度參數。削土斜坡的地下水位資料。 專家建議-要求 (B)	與 0°~20°情況相同。探測對場地有影響的水文特徵。 專家建議-要求 (B)	與 20°~40°情況相同。場地外勘察範圍需擴大至足以能對場地以下、以下的斜坡進行分析。 專家建議-要求 (C)
坡角	60°	30°	---	---			
高度	> 15m	> 10m	> 15m	> 6m	詳細的場地及周遭地區地質及地形探測。地基及削土斜坡的土層和岩石節理強度參數。填土再壓密強度參數。削土斜坡的地下水位資料。 專家建議-要求 (B)	與 0°~20°情況相同。探測對場地有影響的水文特徵。局部擴大勘察範圍到場地以外，足以能對場地以上、以下的斜坡進行分析。 專家建議-要求 (C)	與 20°~40°情況相同。更廣泛地擴大勘察範圍足以能對場地以上、以下的斜坡進行分析。 專家建議-要求 (C)
坡角	> 60°	> 30°	---	---			

資料來源：香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，1998，斜坡岩土工程手冊，香港

表 2-10 場地勘察內容

風險類別	鄰近天然坡地的坡角		
	0°~20°	20°~40°	大於 40°
微	B1、D、E1、G1	B1、C1、D、E1、G1、G3	A、B1、C1、E1、F1、G1、C2、E2、G3
低	A、B1、C1、D、E1、F1、G1、C2、E2、G2、G3	A、B1、D、E1、F1、G1、B2、C2、E2、F2、G2、G3	A、B1、C1、D、E1、F1、G1、B2、C2、E2、F2、G2、E3、G3
高	A、B1、C1、D、E1、F1、G1、C2、E2、G2、E3、G3	A、B1、C1、D、E1、F1、G1、B2、C2、E2、F2、G2、E3、G3	A、B1、C1、D、E1、F1、G1、B2、C2、E2、F2、G2、E3、G3
查考有關地面攝影照片、航空攝影照片、地質圖等。 1.地形、地質、地面排水特徵測量 2.水文特徵測量 1.測繪地表特徵 2.測繪地質結構 布置適當的勘探孔，如探井或土層、岩層鑽孔等。 1.採取質量 4 級試樣 2. 採取質量 3 級試樣 3. 採取質量 1 級或 2 級試樣 1.測量地下水位 2.測量岩土滲透性 室內試驗 岩土分類 填土密度 岩土節理強度			

資料來源:斜坡岩土工程手冊，1998，香港特別行政區政府土木工程署土木工程處，香港

(二) 聖地牙哥山坡地開發管理體系

聖地牙哥市位於南加州最南部，西濱太平洋，全市多屬第三紀至現代的沉積岩，呈現與台地相似的方山地形，僅於東北角有一南北向之低緩山嶺。

聖地牙哥市之主要計畫是依該地的地形，地質現象來進行規劃，在地形平緩的方形區內，除河谷外多規劃為住、工、商、教育等發展用地，而河谷兩岸較陡的地形通常劃為公園或開放空間(open space)，嚴加保護不准開發建設，在屬山地地形的部份，僅地形較平緩地區附近仍規劃為住宅用地外，其餘均劃為農業保護區或水庫保護區。

土地發展用途的劃分除根據地形條件外，並採納專業顧問公司根據地震、邊坡穩定性及海岸侵蝕等潛在地質災害狀況，區分土地危險等級將土地區分為 A、B、C、D 等四種分區，其中以 D 區危險性高，A 區危險性最低，其次，再依不同等級而規劃成不同的土地使用(見表 2-11)，另外，對於可建築發展用地與坡度之間的關係有嚴格的規定(見表 2-12)。

表 2-11 山坡地可發展建築用地面積百分比

基地平均坡度	可發展建築用地面積百分比
10%~20%	65%
20%~30%	45%
30%~40%	15%
40%以上	5%

資料來源：內政部營建署，1986.6，山坡地建築開發之研究

表 2-12 聖地牙哥市土地危險性等級表

地質條件限制 或地質災害	現象		危險性等級							
			A (無) B (低) C (中) D (高)							
地表斷裂	斷層	活動								V
		潛在活動							V	
		休止、推測為休止或活動性無法確知				V				
潛在性邊坡不穩定	滑動	確知或高可疑性								V
		可能或推測						V		
	易發生滑動之地層	Friara Formation, 厚度小或有利之地質條件					V			
		Friara Formation, 厚度大或不利之地質條件						V		
		Ardath 頁岩層, 厚度小或有利之地質條件				V				
		Ardath 頁岩層, 厚度大或不利之地質條件						V		
		Otay/Sweetwater Formation 及其他地層						V		
地表龜裂	土壤液化	高潛在性(沖積河床, 地下水深高於 25 呎)						V		
		低潛在性(河谷上游地帶, 地下水深低於 25 呎)				V				
海岸懸崖崩落	不穩定	已有崩塌、高陡懸崖、快速侵蝕								V
		不利層面走向傾斜, 或全部快速侵蝕							V	
		不利節理, 局部快速侵蝕						V		

續表 2-12

	稍穩定	穩定地層，局部快速侵蝕					V			
		有少許崩塌侵蝕較慢				V				
		局部地質條件不利，侵蝕較慢或無				V				
	穩定	侵蝕很慢無崩塌			V					
		寬廣的沙灘或以開發的碼頭			V					
	其他狀況	方山頂部的平緩面下覆台地堆積或岩盤	V							
		除方山頂部的平緩面周圍之斜坡、河谷，低緩的台地、丘陵、山地		V	V	V	V	V		

資料來源：內政部營建署，1987，山坡地開發規劃與建築管理_赴美考察報告，第 12 頁

(三) 洛杉磯山坡地開發管理體系

1、洛杉磯市之山坡地開發體系及管理制度

在美國山坡地開發者通常為政府部門或是經過特許的私人團體，而私人團體從事山坡地開發必須有相當的資格及經政府許可。由於美國各州之管理法令不盡相同，因此以下介紹美國洛杉磯市之山坡地土地使用管理制度以做為參考：

洛杉磯市山坡地開發管理辦法的整體架構較為嚴密完整。基本上，其開發體制屬於簽證制度的責任制，藉由專業之土壤工程師、測量技師或工程地質師的監督下來進行開發。而其管理法令主要是根據洛杉磯市政府所定之建築法規中有關整地、開挖與回填之相關規定。依建築法規之規定，任何整地之作業均需獲得整地許可 (Grading Permit) 方可進行，而發給整地許可之條件，除了事前的規劃與調查之外，尚包括專業技師之監督、立切結書、毗鄰財產所有權人之同意書、雨季工作之限制、施工期間、運出與運入之限制以及必須受分區與限制

法規之限制方可。若整地的範圍是介於山坡地，則需附地質調查或邊坡穩定評估報告，洛杉磯市對山坡地之定義為坡度大於 10%，其次尚需符合洛杉磯市自治法規 (Los Angeles Municiple Code)所規定的分區使用、私用街道與土地規定等，同時需嚴格依據主要計畫之規定。以下就洛杉磯市建築法規上之重點簡述之：

(1) 在監督方面：

原則上在施工過程中，所有權人應提出足夠之監控方法，而建設局則可要求所有權人延聘土壤工程師或工程地質師來執行監控，以確保工作內容。若基地屬山坡地之大面積整地，則所有山坡地大面積的整地工作，需由一註冊之土木工程師、土壤工程師或工程地質師來監督。其整地工作需符合「山坡地大面積整地監督細則及定律」之規定。

(2) 監查作業的時機

所有人或其代理人，需於下列時機通知市府負責人進行結果監查：

- A、初步監查：準備動工前。
- B、坡趾監查：當地表已暴露，準備回填時。
- C、填土監查：回填作業開始，且開挖高度未達 10 英尺時。
- D、排水設施監查：當排水管配置妥當，而未覆上混凝土前。
- E、毛整監查：當毛整完成時。
- F、整地完成監查：所有的整地工程完成時。

整地監督目的在於管制坡地開發過程，是否依照核准的開發計畫實施，以避免土地開發者作不當或違法之使用。

(3) 專業技師之簽證

任何有關山坡地的開發計畫均需經由專業的土壤工程師 工

程地質師及測量技師之簽證認定。在審核過程中負責人需詳閱各專業技師的調查報告，並分析報告所得之建議是否納入開發計畫中。洛杉磯市的法令雖然嚴密，但大都保留相當彈性以供業者自由發揮其設計理念，但方法是否可行，需視專業技師之調查結果及建議，因比專業技師在山坡地開發中扮演相當重要的角色。

(4) 切結保證金制度

設立保證金制度主要乃在約束所有權人遵行本法規之規定，促其依許可之項目、條件來執行，以防止工程災害的發生，並滿足建設局之督導，且在許可時限內完成所核定的計畫與細節，所有權人需提出足以涵蓋整個整地計畫之預算數量保證。一旦發生工程災害時或施工時間延期期間，主管單位得視實際情況，沒收相當數量的抵押金或扣留保證金；當整地主要部份完成而建設局滿意時，則可依完工比例攤還抵押金，以確保工作的順利完成。

(5) 雨季工作之限制

自 11 月 1 日至次年 4 月 5 日期間在洛杉磯市常有豪雨，因此規定為雨季。除非建立侵蝕控制系統且向建設局請示，證實整地期間不會危及生命、健康、財產與公共福祉，否則不得從事超過 200 立方碼的整地工作。

(6) 施工時間之限制

除早晨七點至晚上六點之間外，其餘時間不得從事任何整地工作，包括土材的運輸等。除非另有緊急狀況所需，否則不得於此期間進行開挖或填土，以免影響居民之生活。

(7) 公聽會的舉行

需排定公聽會的時機,主要在開發案牽涉到有關環境品質方面之問題時或開發需運用到拖曳工具來運出與運入土石或建築材料...等時需召開公聽會。此公聽會需於舉辦前 10 日以書面通知工址附近 300 英尺以內之所有產業之所有權人。建築安全委員會得同時考慮申請人及受影響人之觀點,若有任一方不滿意該委員會之決定時,得在 10 日內以書面向市議會提出申訴。

(8) 其他

有關整地安全的防備內容、開挖、填土、植土、灌溉、侵蝕控制、排水措施、揉牆填土.. 等工程,均有其施工及設計準則,可供主管單位作為審核、監督計畫的依據,及開發業者研擬整地計畫與施工的準繩。

綜合上述,美國山坡地的開發者通常為政府部門,或具有相當資格並經許可之私人團體,因此基本上仍以政府為主體規劃,引導山坡地的開發建設。

2、洛杉磯之山坡地不可開發法令

以下就美國洛杉磯市建築法規,列出有關不可開發之相關規定。

(1) 不可開發坡度

在法規上規定包括開挖、填土..等,其開挖之斜面坡度及回填之暴露面坡度均不得超過 50%,亦即 50%為其開發坡度之上限。但如果土壤工程師與工程師地質建議,認為工程在坡度大於 50%有利時,建設局得予以核准。報告中應包含足夠的資訊與分析,以顯示基岩、土壤、邊坡上的表層物質皆足以在靜態載種下保持安全係數不低於 1.5 的穩定邊坡狀況。必要時報告中也需要將基腳設計一併考慮,以處理邊坡的潛移作用。

(2) 對於易發生滑動或不穩定土壤的地區之規定

在易發生滑動或不穩定土壤地區之開發上，開發所參考的圖主要為相對災害圖為主，而其名詞的界定上主要包括以下幾項：

- A、山崩：土塊從高處向低處掉下、滑下或流下。
- B、活動山崩：從 1952 年以前曾經活動過之山崩。
- C、歷史山崩：根據照片、地圖或書面記錄得知在 1952 年前的歷史時間發生之山崩。
- D、史前山崩：無歷史記錄可尋，但從地質證據或從地形上可查覺地勢會被山崩活動所改變者。
- E、可能史前山崩：無歷史記錄可尋，但從地質證據與地形表現來看，過去可能曾經有山崩活動者。

(3) 建築或整地工作之核准

在建築或整地工作之核准上，可分以下幾項來說明：

- A、活動山崩與歷史山崩地區：除非有充分證據顯示整個的山崩或土壤可予以穩定，否則在活動山崩與歷史山崩地區不得核准給予建築許可或整地許可。
- B、史前山崩或可疑地區：除非根據合格之基礎工程師與工程地質師之陳述，對開發後之安全做證，而特別得到建設局之核准，否則不得准許在史前山崩或可疑地區開發建築或整地。
- C、其他條件：若建築監督或其授權代理人之意見認為有證據顯示可能發生潛在危險狀況時，建設局可要求提出土壤工程師與工程地質師的報告，於審閱此報告且該報告提供證據宣稱開發之安全時，建設局可核定許可證。若發現該地區仍有潛在災害項目時，建設局可要求提出宣誓書 (affidavit) 或者若報告中明顯指出有潛在災害項目時，建設局可拒絕核發許

可證。

3、另外有關整地、開挖與填土之規定

在此部份主要對整地、開挖與填土之相關部分規定做一介紹，但如發生緊急事故或於災難期間或者可藉由整地來直接減低緊急事故或災難時，對於此等之相關限制規定可暫時予以拋棄。其有關坡度規定之相關內容如下：

(1) 整地部分

- A、山坡地除了建築開發之外，無人可被允許在此山坡地上進行整地。但當建設局認為此種工程可使該地之物理性更為穩固，對公共健康、公共安全、與公共福祉無危害，且完全符合已被核定的該特定地區之主要計畫時，雖非為了建築開發，仍允許進行整地。
- B、地上物之移除：除非取得合法之整地許可或不動產設置使用許可，任何山坡地之任何集水區之現存地表植生覆蓋均不得鏟除或毀損。
- C、墳墓埋葬地點：墳墓埋葬地點不可位於坡度大於 33% 之處；當墓地臨近地區之坡度大於 50% 時，其地點不可恰位於坡度 50% 之邊坡之趾部的上方。但如果經由合格之土壤工程師與工程地質師聯合勘查並提出報告指出基盤之岩石材料的強度足以在承受靜態載重下保持安全係數大於 1.5 時，建設局可許可在上述之 50% 坡面上設定埋葬地點。

(2) 開挖部分

- A、高度：除非每 100 英尺之垂直落差之間築有長於 30 英尺之平台(Horizontal Benches)，否則任何開挖邊坡之垂直落差不得超過 100 英尺。
- B、坡度：任何開挖之斜面坡度均不得比 1：2(垂直：水平，約 50%)更陡。但若經由勘查、地下探勘、分析、且其報告經

一位土壤工程師與一位工程地質師所完成，闡明曝露於邊坡之材料及其下之岩石具有足夠的強度及足夠之安全性，則建設局或委員會則可准許開挖之邊坡的坡度比 50% 更陡。

在順向坡時，現有或擬議之邊坡必須加以修整或切挖，使該邊坡的坡度不大於地層層面的傾角，或者藉由設計擋土牆或垛牆填土來支撐地層之層面。但若經由土壤工程師及工程地質師確認其抵抗滑動之安全性夠高，建設局得同意邊坡角度大於地層面之角度。

(3) 填土部分

A、高度

除非每 100 英尺垂直落差就高度有不小於 30 英尺之水平平台，否則任何回填坡之垂直落差不得超過 100 英尺。

B、坡度

回填之曝露面坡度不得超過 50%。界臨或位於公共資產上方之回填坡不得有任何一部份超過 50%，且位於公共資產範圍線向上延伸之範圍內。但有三個條件例外：

(A) 由於特殊設計之限制，其坡度必需更陡

(B) 坡度不超過 2 : 3

C、經勘查、地下探勘、分析、且其報告由一位土壤工程師與一位工程地質師完成，獲建設局滿意，充分顯示填土及其下的岩石土壤在靜態載重下足以至少保持安全係數 1.5 以上。

(四) 日本山坡地災害之控制與預防

日本地區由於 1970 年代，常因颱風豪雨的侵襲造成山坡地災害，但在多年的努力之下，包括災害危險指定、對山坡地不當開發的限制、預警系統的建立、警戒避難體制的整備和山坡地崩塌及地滑防止工程的施作，使山坡地的災害已大幅減少。

1、管制內容

在日本對山坡地的開發管理法令，並未針對山坡地訂有專法，而是由相關法令分別管制，包括有「都市計畫法」、「建築用地開發管理規則」、「坍方等防制法」、「山坡地陡坡災害有關法律」等，其相關山坡地的管制內容詳如表 2-13。

2、日本防救災害體制

日本政府對於山坡地災害防制體制，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。同時在透過觀測通報系統發覺災情時，包含消防隊及軍方水陸兩棲戰車大隊均迅速組成救援救災編制，迅往擔任救災警務，其災害救助體系如圖 2-3：

表 2-13 日本山坡地管制內容表

相關法令	有關山坡地之規定
都市計畫法	開發坡地時，為避免土石流失對下游地區造成災害，規定一定要設置調節池，同時對坍方防制區及陡坡崩塌危險區，均列為不宜開發為住宅之土地
建築用地開發管理規則	開發建築地區，若有地形超過 15 度(約 28%)過半者，或過半面積由火山灰台地受顯著風化之台地，或由地盤軟弱的台地所組成者，均列為「建築用地開發管制規則區域」管制規則區域內之開發應先申請許可證，由專業技師人員依技術規則設置必要之防災措施，完工後經查驗核發合格證明
坍方等防制法	坍方區或鄰近地區中有可能助長或誘發該坍方區域者，均列為「坍方防制區」區內進行相關行為者，需先申請開發許可，同時對地形、地質、雨量、地下水或地表水、以及地層滑動做調查分析
山坡地陡坡崩塌災害有關之法律	本法謀求防制陡坡崩塌及警備警戒避難等措施，對於區內進行相關行為開發建設時，亦須先申請開發許可

資料來源：陳建忠，1999，山坡地建築規劃設計階段安全防災技術手冊，內政部建築研究所

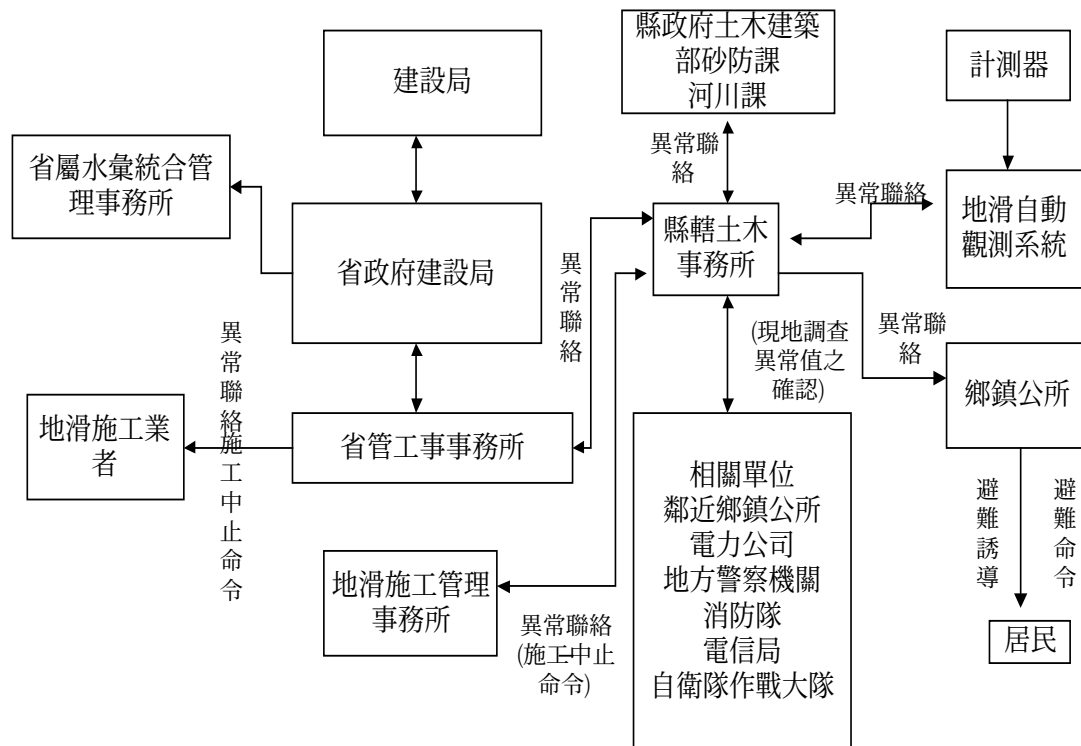


圖 2-3 日本災害救助體系圖

資料來源:內政部建築研究所，1998，山坡地建築規劃設計階段安全防
災技術手冊之研究

總結上述，分別將國內外有關山坡地之背景及相關規定比較，詳如表 2-14。

表 2-14 國內外山坡地之比較表

		背景	山坡地開發之相關規定
		1、依都市計畫區或非都市計畫區，其法令之規定亦不同 2、山坡地多屬區域計畫範圍內雨季長、多颱風	1、有關不可開發建築地區之規定 2、對於可建築用地與坡度之間有規定 3、山坡地之開發申請需透過開發許可、申請雜項執照、建照執照等三階段辦理 4、山坡地定義為標高 100 公尺以上或其平均坡度在 5%以上者
國外	香港	1、土地所有權為國家所有，但私人亦可管理、開發 2、經費充足 3、與台灣氣候條件相似，但行政、地質卻大不相同 4、土力工程處專業性強，專責清楚	1、要求業者對具潛在性危險之坡地進行修葺工作 2、業主有責任將「斜坡與擋土牆」視同公共地方而依法予以維修及管理
	聖地牙哥	1、多屬沈積岩之方山地形 2、採納專業顧問公司根據地震、邊坡穩定性、海岸侵蝕潛在地質災害狀況，區分土地危險等級為 A、B、C、D	1、依地形地質來進行規劃 2、對於可建築用地與坡度之間有嚴格規定
	洛杉磯	1、私人團體從事山坡地開發須有相當資格或經政府許可 2、專業技師之簽證制度的責任制 3、法令嚴密但保留相當彈性 4、切結保證金制度	1、山坡地之定義為坡度大於 10% 2、不可開發法令包括不可開發坡度及易發生滑動或不穩定土壤地區之規定 3、另外尚有有關整地、開挖與填土之規定

續表 2-14

	日本	1、常有颱風豪雨及地震 2、山坡地災害處理專責機構	1、開發坡地時規定要設置調節池 2、「建築用地開發管制規則區域」內之開發應先申請許可證 3、「坍方防制區」內之開發應先申請開發
--	----	------------------------------	---

資料來源：本研究整理

第二節 山坡地開發及防災相關研究

一、山坡地開發強度

(一) 開發強度衡量標準

所謂山坡建築開發強度乃指：人類開發行為對大自然改變的程度，關於開發強度一般可由工程及人文兩方來加以探討。

1、工程開發強度

指依自然環境地形坡度而規定開發強度之方法。是考慮開發環境容受力，所能承受人為開發行為對環境之影響而訂定之方法，一般有下列方式：

(1) 可開發區面積比率限制 (陳榮源，1983)：

按開發區域的平均坡度大小決定可開發面積比率的方法。所謂「可開發區」意義：即指可供建築用途之面積，包括建築物所在基地、巷道、停車場與兒童遊樂場等，它與應保留為自然狀態的綠色開放空間不同；可開發區之地表大都經過人工鋪設柏油、水泥.....等，成為不透水層 (impervious surface)，又稱為鋪地面積。

實施可開發區面積比率限制的原則為：

A、開發區的平均坡度愈大，則可開發區面積比率愈小，反之亦然。

B、開發區以外的地表，必須保持良好的植生覆蓋狀態，禁止人為的不當開發過程導致岩層外露，否則減少其可開發面積比率。

(2)坡度-密度型 (slope-density regulation) (陳榮源，1983)：

依開發區域平均坡度大小規定建築密度的方法，美國地方市鎮大都以每戶所需最小建築基地面積或每英畝土地可容納住宅單位數，作為限制標準。台灣建築密度，是以建蔽率（建築物最大水平投影面積/基地面積 $\times 100\%$ ）與容積率（總樓地板面積/基地面積 $\times 100\%$ ）為坡度建築密度限制之標準。

坡度-密度型的原則為：

- A、開發區的平均坡度愈大，則建築密度愈低，反之亦然。
- B、坡度的級距要與自然界的變化相一致，方能表現自然形貌。
- C、坡度的級距要與人類使用條件相一致，才能高度利用價值。

2、人文的開發強度：

在都市計畫的概念上，開發強度乃指人口、土地及建築物三者間的相對數量關係，常以比值表示，比值的大小即是開發強度的高低，常用的開發強度指標，有以下分類方式：

- (1) 土地人口密度：是人口對土地之比或土地對人口之比，前者指單位面積的人口數，如居住人口/住宅用地，後者指每人占有土地之數，如基地面積/居住人口數。
- (2) 建築人口密度：是人口對建築之比或建築對人口之比，前者指單位建築物或建築面積上的人口數，如居住人口/住宅單位（戶數），後者指單位人口數或每戶佔有的建築面積或建築物，如居室數目/戶數。
- (3) 土地建築密度：是土地對建築之比或建築對土地之比，前者指單位建築所用的土地面積，如住宅用地/住宅單位，後者指單位土地面積上的建築物或建築面積，如建築總樓地

板面積/基地面積，此比值即為容積率。

二、開發強度對自然環境之影響

自然界的平衡是許多因素相互牽制與作用的結果，山坡地異於平地之特性是降雨、植生表覆與地質狀況三者相互作用維持穩定之平衡關係，良好之地質狀況可維持山坡地外觀，除去植生覆被，會因表土長期裸露造成地表狀態急速變化；遽增的降雨會使地表逕流增加，造成嚴重泥土沖蝕或岩石崩坍，開發過程中，人為干擾與破壞自然平衡是無可避免，會將環境帶入不穩定的狀態，引進新災害，尤以水土資源面臨之衝擊最大。

山坡地開發活動大致為建築開發、興建水庫、道路、採礦、採取或堆積土石、經營遊憩用地、設置墳墓、處理垃圾等廢棄物及其他開發整地者，這些活動如開發不當或超限利用，對自然環境將產生各種不利變化現象，山坡地建築開發將改變地表覆被狀態，進行土石方開挖與回填，不易維持原排水系統，裸露表土易遭受沖蝕及地下水發生改變，其中侵蝕、崩坍及逕流對坡地自然環境衝擊最大，影響因子及估算方式分述如下：

(一)侵蝕

土壤侵蝕造成表土流失及影響土壤侵蝕因素的相關研究，其中以 Wischemeier 及 Smith 所創萬用土壤流失公式 (Universal Soil Loss Equation) 對土壤流失量預測與研究最廣 (萬鑫森，黃俊義，70 年)。

土壤流失量萬用公式：

$$A=R*K*(L*S)*C*P$$

A：土壤流失量 (噸/英畝/年)

R：降雨侵蝕指數 (呎-噸/英畝)

K：土壤耐蝕指數

L：坡長 (呎)

S：坡度 (%)

C：植被管理因素

P：水土保持管理因素

六個變數代表影響土壤沖蝕作用因子，估測降雨區域廣、延時短，降雨強度愈大，則沖蝕能量 R 愈大；K 值從 0 不易沖蝕土壤至 1 易沖蝕土壤；L，S 為地形因子，坡度愈陡坡長愈長則降雨產生逕流愈深，沖蝕速度愈快，土壤流失量愈多，以上為自然條件限制；而 C 及 P 值代表地表植被及水土保持管理因素，C、P 值大表示土壤被破壞結構、入滲力及植物覆被的程度愈嚴重，土壤流失量愈多(Dunne and Leopold 1978；Williams and Berndt，1972)。

(二)崩坍

台灣地區山坡地因地勢陡峻，地質脆弱，地震頻繁及豪雨集中，山區崩坍普遍，崩坍 (landslide) 乃塊體運動 (Mass Movement) 而致破壞之行為，崩坍發生的原因有潛因與誘因二種，潛因為山坡地本身自然環境，如地形、地質、地下水等因素影響而成；誘因係誘發崩坍之因素，如集中性豪雨、長期性降雨、地震、溪流淘刷、人為開發及破壞、山區道路開闢及礦產土石開採作業等活動所致，依據山地農牧局於民國 66 年調查，台灣地區山坡地崩坍地加以分類，山區崩坍誘發原因以溪流淘刷山坡地之坡腳所引起崩坍最多，其次為地質原因、逕流沖刷、複合原因、開闢、土壤滲流及農墾等原因。而台灣地區山區崩坍原因百分之八十以上與地形、地質及水有直接關係，其次為改變山坡地原有型態及土地利用現況而未水土保持所致，諸如地形陡坡及順向坡、地質方面岩層破碎及不連續紋理最易受風化、重力負載、挖填土、開礦及地震等破壞；水庫蓄水及洩降、農墾灌溉、基地排水等使土石孔隙水壓提高、降低土粒凝聚力增加崩坍機會 (潘國樑,72 年；洪如江,73 年)。

(三)逕流

坡地經開發對逕流影響顯著，坡地開發改變地表原土地使用狀況愈

多，大範圍不透水層鋪面及工程雨水排水系統取代地表敷蓋種類與自然排水型態 (Dunne and Leopold 1978)，會降低自然對雨水排水貯存功能，如植物截留量、窪地貯存量與土壤入滲量等。

坡地開發產生之逕流量除積水不便外，逕流沖蝕表土會削弱土壤凝聚力；沖刷地面廢棄物間接造成表土流失、崩坍滑動、下游河川污染及洪峰提高等災變，故逕流管理為坡地開發的控制因素，規劃過程中應用逕流估算方式，研究最適雨水管理方案，以降低及延滯逕流，減少自然環境衝擊，估算逕流為坡地規劃設計區域水文系統之依據，一般估算方法有二：預測逕流總量之「土壤敷蓋組合法」與預測逕流尖峰量之「合理式法」。

由估算式可知主要之變數為降雨強度、地形、地質、土壤、植被與土地利用行為，因地表土壤入滲能力、植物敷蓋、土地利用狀況與地形四類因素最為重要，又土地地用型態與強度決定其他三類因素。

由上述坡地開發對環境影響因子之現象、成因及解決對策趨勢，可歸納人為土地利用方式是誘發坡地災變的主因，故正確開發行為之非結構性方法，可預先減少災變發生的威脅，再輔以結構性工程設施防治之，乃為經濟有效的作法。

三、邊坡理論

(一)邊坡破壞之發生原因

- 1、李三畏(1984)認為崩坍發生原因有潛因及誘因二種。潛因為坡地本身之自然環境，如地形、地質、地下水、溫泉及地震等。誘因係誘發崩坍之因素如集中性豪雨、長期性降雨、地震、溪流淘刷以及人為之墾植、開闢道路、社區、開墾土石礦等活動。依據以往調查之 7,810 處崩坍地加以分類，山區崩坍誘發原因以溪流淘刷 (坡地之坡腳)所引起之崩坍最多，佔全崩坍地之 30.71%。其

次為地質原因，佔 18.35%。逕流沖刷、複合原因、開闢道路、滲流及農墾等原因分別為 17.52%、16.9%、8.08%、4.8%以及 3.58%。歸納分析後有如以下之現象：

(1) 臺灣山區之崩坍地百分之八十以上與地形、地質及水具有直接的關聯。

(2) 大量的改變山坡原有型態及土地利用容易引起崩坍，山區道路所引發之崩坍 (8.08%)較農墾地之崩坍 (3.58%)為多。

2、李德河(1997)認為坡地發生災害的原因包括人為開發、地質、地形、重力、降水及地震等。一般可依其特性將之分類如下：

(1) 自然的原因與人為的原因。

(2) 素因--坡地之先天性的、內在的原因；誘因--後天性的、外在的原因。

(3) 促成破壞力增加的原因與減少抵抗破壞力的原因。

3、根據國內學者專家之研究，整理出影響台灣地區發生邊坡崩塌的主要因素如下：

(1) 水文因素最大(溪流淘刷、逕流沖刷、集中性豪雨、長期性降雨、地下水位、孔隙水壓力等)。

(2) 地質構造因素次之(地質弱面、不連續面方向、不連續面間距、含水張力裂縫、破碎帶、互層順向坡、河谷解壓及不連續面出露之坡面等)。

(3) 地形因素再次之。

(4) 土石材料性質(岩石材料強度、土壤材料的凝聚力 C 與內摩擦角 ψ 、複合土、膠結物質及粒度等)與崩塌歷史所包含之特

定影響範圍。

(5) 植生、人為因素與地震誘因等之影響則大小不定。由於台灣地區位於環太平洋地震帶上，地震頻繁，地質脆弱不穩定，另一方面對於人為開發管制之不當，故地震及人為因素這兩個誘因對邊地崩塌的影響頗大。

(二) 崩塌危險程度評估方法

並非所有的山坡地都是不能開發的，需視其坡地本身及開發程度而定，故在進行人為活動前需先瞭解發生崩塌的可能性。由於影響坡地災害的因子眾多，欲單獨根據其中一項因子來評估邊坡的穩定性，將導致重大之誤差。因此大部份的學者都根據數項主要因子來進行綜合性評估，利用綜合分析得到之評分結果或潛感值來探討坡地發生災害的機率大小，同時利用分析後之邊坡破壞調查資料可驗證各種分析方法的準確度。一般而言，評估結果屬於危險程度高或潛感值高之邊坡，其發生破壞之機率亦大。此類破壞機率大之邊坡，在人為開發未涉入之情況下即易發生崩塌，因此不利於人為開發使用，強行開發不但所須之保護設施費用高且易發生災害。至於危險程度低或潛感值低之邊坡則利於人為開發使用。因此從坡地調查資料綜合評估結果所得到之評分結果或潛感值大小，可用來做為坡地開發與否的一項重要指標，再配合其他相關之因子如經濟因素、社區發展、人口成長及現有水文系統的負荷情況等來訂定開發總量的管制。有關邊坡破壞機率大小的綜合性評估方法有以下幾種方法：

1、日本點數法

本法為日本於 1972 年 7 月後，針對豪雨引發山坡地崩塌危險程度判定所施行之點數法。其方法為分別對自然坡面及人工坡面，選擇對山坡崩塌有重要影響之因素，並對關連性較高之因素給予較高分數，因素評估標準如表 2-15。

表 2-15 日本點數法影響因素評估標準表

影 響 因 子	說 明	採 分 標 準 (註 ³)	
		自然坡面	人工坡面
1.高度	10m 以上	7	7
	10m 以下	3	3
2.坡度	45° 以上	1	1
	45° 以下	0	0
3.懸凸程度	有	3	3
	無	0	0
4.表土層厚度	0.5m 以上	1	1
	0.5m 以下	0	0
5.滲透水	有	1	1
	無	0	0
6.邊坡周圍之崩塌情況	有	3	3
	無	0	0
7.防護工程之技術水準	良好		0
	不滿意		3
8.結構物是否有異常	有		3
	無		0

資料來源：大工原潮，1974，土砂害 5 災害危險所 點檢 ，地

第 1-7 頁

邊坡調查後，依照各項因素累計分數，最後分成三級，由高而低分別為 A、B 以及 C，如表 2-16。

註³：實施人工方法某項影響因素被克服或消除後，本項因素之採分，即改為 0。

表 2-16 日本點數法陡坡地危險程度判定準則

級別	分 數		危險程度
	自然坡面	人工坡面	
A	9 分以上	15 分以上	危險度高
B	6-8 分	9-14 分	危險度中等
C	5 分以下	8 分以下	危險度低

資料來源：大工原潮，1974，土砂害 5 災害危險所 點檢 ，地蔵 ，第 1-7 頁

表 2-17 為日本全國邊坡調查結果，A、B、C 三級中 A 級之破壞比率明顯較 B、C 級為高。

表 2-17 日本點數法各級崩塌率比較

危險級別	全部數量 (噸)	崩塌坡面 (呎)	崩塌發生率 (噸/ 呎) %	A : B : C 崩塌 發生率之比率
A	37,440	803	2.14	19.45
B	20,119	165	0.82	7.45
C	5,602	6	0.11	1.00
總計	63,161	974	--	--

資料來源：江安朝光，1983，急傾斜地崩壞防止施設計劃，最新建設防災，建設産業調査，第 610-622 頁

2、能資所之山崩潛感分析法

能資所之山崩潛感分析要先進行三個步驟之資料調查與蒐集，首先對調查區

之地形進行坡度計量，採用等高線區分法，計算各分區之坡度。其次則進行崩塌地及崩塌堆積之調查，採現地踏勘輔以航照判釋之方式獲取該項資料。最後，就調查區內基岩及土壤種類與分佈範圍來作整理分析。完成上述步驟後，即可進行山崩潛感分析，準則評比方式如表 2-18。

基岩性質在潛感分析時須再考慮三項因素，分別為強度、弱面間距與風化程度，評分準則如表 2-19～表 2-21 所示，根據此三項評分之和而分為 A (0-2 分)、B (3-4 分) 以及 C (5-6 分)。與坡度、基岩性質及其他因素 (崩塌歷史、河岸侵蝕或向源侵蝕、表層沖蝕及廢棄土或人為填土) 之組合，可得山崩潛感由高至低分別為高、中高、中低及低四類之分級。

表 2-18 能資所山崩潛感性分析準則

山崩潛感性	因子組合	災害分級	災害防治成本指數
低	I Aa , I Ae , I Ba , I Ca , II Aa	0	0
中 低	I Ab , I Ac , I Ad , I Bb , I Bc , I Bd , I Be , I Cb , I Ce , I f* , II Ad , II Ae , II Aa , II Ba , II Ca	1	5
中 高	I Cc , I Cd , II Ab , II Ac , II Bb , II Bd , II Be , II Cb , II Cd , II Ce , II f* , III Ab , III Ad , III Ae , III Ba , III Bb , III Be , III Ca , IV Aa	2	10
高	II Bc , II Cc , III Ac , III Bc , III Bd , III Cb , III Cc , III Cd , III Ce , III f* , IV B , IV C	3	20
符號說明：			
坡度	基 岩 性 質	其 他 因 素	
I 0%~5%	強岩	a.地層未受擾動 b.堆積層分佈區 c.崩塌地 d.河岸侵蝕或向源侵蝕 e.表層沖蝕 f.廢棄土石或人為填土	
II 5%~30%	中強岩		
III 30%~55%	弱岩		
IV >55%			

資料來源：潘國樑等，1985，台灣省重要都會區環境地質資料庫，工研院能源與資源研究所

附註

- 1：人為填土與礦渣廢石堆積，只考慮其與坡度之關係。
- 2：基岩性質同時考慮強度、弱面間距與風化程度等三項因素。
- 3：IV級坡度之坡地除 A 種岩類之 IV Aa 屬中高潛感性之外，其他岩類皆納入高潛感性。

表 2-19 弱面間距分類標準

評分	分類	分 類 標 準
0	I	弱面間距大於 2m
1	II	弱面間距介於 0.6 ~ 2m 之間
2	III	弱面間距小於 0.6m

資料來源：潘國樑等，1985，台灣省重要都會區環境地質資料庫，工研院能源與資源研究所

表 2-20 ISRM 岩石材料之強度分類標準及評分

評 分	分類符號	分類	單軸抗壓強度 (kN/m ²)	野 外 簡 易 分 類 法
2	R0	極 弱	0.25-1.0	大拇指甲僅略能壓出凹痕
	R1	甚 弱	1.0-5.0	可以地質錘細端敲碎；可以小刀切削之
	R2	弱	5.0-25	用地質錘之細端可敲出淺痕；小刀難以切削
1	R3	中 強	25-50	地質錘敲擊一次可裂；小刀無法切削
	R4	強	50-100	地質錘敲擊一次以上始裂
0	R5	甚 強	100-250	地質錘敲擊多次始裂
	R6	極 強	>250	用地質錘猛敲僅見小碎片跳出，極難敲裂

資料來源：潘國樑等，1985，台灣省重要都會區環境地質資料庫，工研院能源與資源研究所。

表 2-21 岩石風化程度分類標準

評分	分類	分 類	風 化 程 度
0	I A	新 鮮	岩石材料未見風化跡象
	I B	輕微風化	不連續面上稍見褪色
1	II	微 風 化	全部岩材均已褪色
	III	中度風化	一半以下的岩材分解或崩解為土壤

續表 2-21

2	IV	高度風化	一半以上的岩材已分解或崩解為土壤
	V	全 風 化	所有岩材均以分解或崩解為土壤，但岩層原結構仍清晰可見
	VI	土 壤	所有岩材均已變為土壤，連岩層原結構已不復見

資料來源：潘國樑等，1985，台灣省重要都會區環境地質資料庫，工研院能源與資源研究所。

3、模糊集理論法

林振平(1991)將影響邊坡破壞之因子分成地形、地質、環境以及水文等四個主要因子，四個主要因子又各自分成 5 至 7 個影響破壞之次要因子，而再由次要因子分成 5 等破壞可能性高低不同之分級來做資料評估。在次要因子分級及因子間之權重組合方面，則採專家學者之問卷調查再依模糊集理論的運算來決定，其評估基準如表 2-22 所示。

彙整之資料根據訂定之基準確立其評估等級後；輸入以模糊理論建立之程式進行分析，可以得到最後之破壞潛感值，評估結果之潛感分級如表 2-23 所示，並依此潛感值繪製潛感分級圖。

表 2-22 模糊集理論法評估基準

主 要 因 子	評估等級 (註 ⁴)	E	D	C	B	A
	次要因子					
邊 坡 的 地 形 條 件	坡度	20°以下	20°~30°	70°以上	30°~40° 60°~70°	40°~60°
	坡向	北向坡	東北向坡 西北向坡	東向坡 西向坡	東南向坡 西南向坡	南向坡
	邊坡縱斷面形狀	-	-	直線、凹狀	凸狀	複合
	位置	-	-	腹部、山腳	上部	頂部
	單階坡高	0~2m	2~5m	-	5~20m	20m 以上
邊 坡 的 地 質 條 件	基盤種類	-	火 成 岩 (硬 岩)	變 質 岩 (硬 岩)	沉 積 岩 (硬 岩)、火成岩 (軟岩)	沉 積 岩 (軟 岩) 火 成 岩 (軟岩)
	岩盤層態	-	逆向坡、無 層理正交坡	斜交坡	-	順向坡
	基岩性質(單軸強 度 kgf/cm ²)	極 強 岩 (1000 以 上)	強岩 (500~1000)	中強岩 (250~500)	弱岩 (100~250)	極弱岩 (100 以下)
	不連續面密度 (不連續面間距)	極疏 (<6cm)	疏 (6~20cm)	中 (20~60cm)	密 (60cm~2m)	極密 (2m 以上)
	斷層狀況 (距調查區)	無 (>1000m)	死斷層 (50~1000m)	死斷層 (<50m)	活斷層 (50~1000m)	活斷層 (<50m)
	覆蓋層情形	粗礫	礫	砂	-	粉砂、黏土 (無覆蓋層)

註⁴：評估等級： A：非常差；B：差； C：尚可； D：好； E：很好

續表 2-22

邊坡的環境條件	形成邊坡之營力	-	-	地震形成邊坡地滑或崩壞形成邊坡	河流侵蝕邊坡 海浪形成邊坡 挖方邊坡	填方邊坡
	植生種類	-	-	草地、木	竹	裸地
	植生密度	極密 (75%以上)	密 (50%~75%)	適中 (25%~50%)	疏 (10%~25%)	極疏 (10%以下)
	土地使用方式	-	山林地	果園、遊樂場、牧場	宅地、校園 墓地	道路、水道 治山施工
	保護設施種類	-	RC 擋土牆 框架式擋土牆 格籠式擋土牆	加勁工法 自然邊坡 無土木工程	蛇籠、壘石 牆 噴漿工法	人為邊坡
	周邊崩壞情形	無	-	有(1~2 處)	多 處 (3~5 處)	很多 (5 處以上)
	排水設施	-	縱橫雙向排水	僅縱向排水	僅橫向排水	無 排 水 設 施
邊坡的水文條件	湧(出)水量	無	-	微量	中等	大量
	地表土層滲透特性	-	-	良好 (砂、礫)	中等(粉砂) 差(黏土)	-
	最大日雨量	0~20mm	20~50mm	50~100mm	100~150mm	150mm 以上
	最大時雨量	0~5mm	5~10mm	10~20mm	20~30mm	30mm 以上
	地下水位	-	完全無地下水	-	降雨時才有地下水	有 穩 定 常 態地下水

資料來源：林振平，1991，泥岩地區坡地破壞潛能分析，國立成功大學土木工程研究所碩士論文。

表 2-23 模糊集理論法潛感分級

潛感值 (RI)	潛 感 等 級	
0.34 以下	極低	
0.34-0.46	低	
0.46-0.58	中	中低 (0.46-0.52)
		中高 (0.52-0.58)
0.58-0.7	高	
0.7 以上	極高	

資料來源：林振平，1991，泥岩地區坡地破壞潛能分析”，國立成功大學土木工程研究所碩士論文

4、不安定指數法

簡李濱(1992)、蔡榮君(1997)、黃士昌(1998)分別以不安定指數法對鯉魚潭水庫上游集水區邊坡、林口台地邊坡、泥岩區邊坡進行邊坡破壞潛能評估。雖然三者採用之評估因子不相同，但評估結果依據邊坡破壞資料驗證結果均獲得良好之成果。不安定指數法選取評估因子之條件主要考量下列幾點：

- (1)有該區完整之調查資料者。
- (2)準確性及可信度高者。
- (3)該因子本身具差異性者。

進行分析之前，必須先蒐集足夠的邊坡破壞資料，再統計分析影響邊坡破壞的因子及其對破壞之影響程度。資料統計後即可選出評估因子，計算各別的權重值及因子分類之量化值，在權重及分類量化決定後，邊坡破壞之不安定指數分析模式就可以訂立完成，分析流程作業如圖 2-4 所示。權重及分類量化的計算方式如下：

(1)各因子之權重計算

因子權重的選擇對坡地危害分析模式有直接的影響，依統計學的觀念，權重有不同的作法，當然以最能模擬現地破壞情況的權重組合為最佳的模組。利用各因子分類或分級的破壞百分比所求得之離散係數 (Coefficient of Variation)，可以代表因子在分類上對邊坡發生崩壞的靈敏程度，當離散係數小時，表示因子分類間的破壞率差異不大，無法顯示本因子在分類上對邊坡破壞的影響，反之，若離散係數較大者，則此因子的分類即能反映出邊坡破壞的差異。因此利用離散係數來決定各因子間的權重。離散係數之計算如下：

$$\text{離散係數 (V)} = S / \bar{x} \dots\dots\dots (\text{式-1})$$

S：標準差 (Standard Deviation)

$\bar{x}$ ：破壞率平均值

$$\text{其中 } S^2 = \Sigma (X_i - \bar{x})^2 / n \dots\dots\dots (\text{式-2})$$

S^2 ：變異數 (Variance)

因子間之權重值計算則如下式：

$$\text{權重值 (} W_i \text{)} = V_i / \Sigma V_i \quad , \quad \Sigma W_i = 1 \dots (\text{式-3})$$

(2) 因子分類之量化

以不安定指數 D_T 代表坡地整體之不安定指數， D_T 值之計算方式如下：

$$D_T = D_1 W_1 \times D_2 W_2 \times D_3 W_3 \dots\dots\dots \times D_n W_n \dots (\text{式-4})$$

其中 D_1 、 D_2 、 D_3 D_n 代表評估因子之不安定指數，如坡度、植生...等， W_1 、 W_2 ... W_n 則代表因子之權重值。依相對量化分級之概念以相對等級數值代表各因子之不安定指數，其

數值以 1 ~ 10 為計量範圍，數值愈大代表該因子對坡地發生崩壞之機率愈高。各因子不安定指數之計算方法則根據災害發生之比率或密度作為衡量之基準，其計算之公式如下：

$$D = 9 (X_i - X_{\min}) / (X_{\max} - X_{\min}) + 1 \dots\dots (\text{式-5})$$

X_i ：各因子分類之破壞率， $10 \geq D \geq 1$ 。

$X_{\max}$ 、 $X_{\min}$ ：分別為該因子分類中破壞率之最大及最小值。

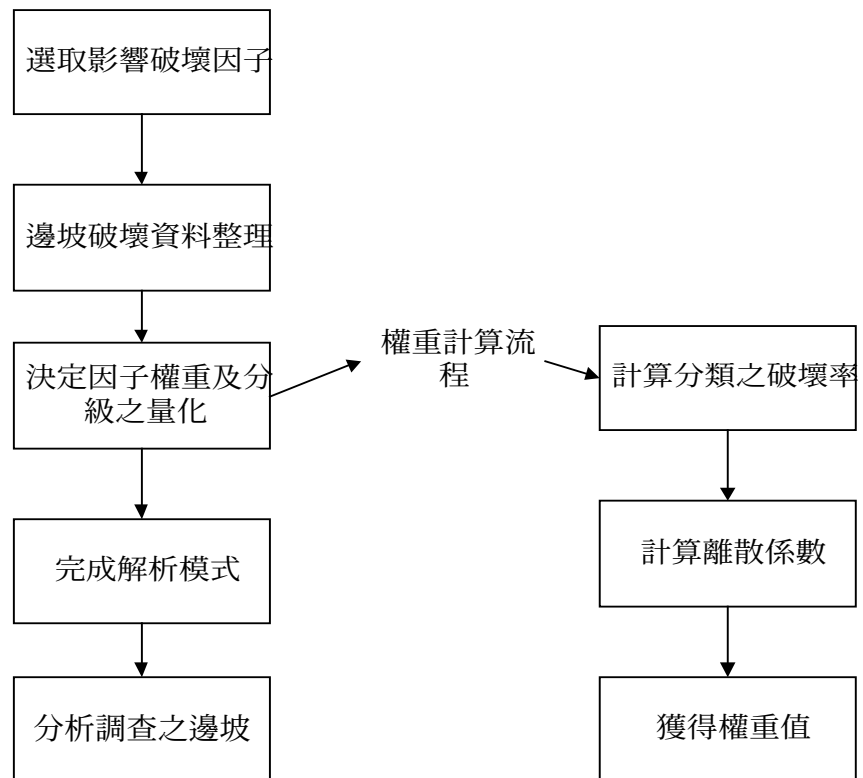


圖 2-4 不安定指數法分析流程圖

訂立了權重及分級量化的不安定指數後，即可評估邊坡整體之不安定指數值。評估結果可提供道路規劃、警戒區域及整治作業優先次序等參考，此種評估方法僅能顯示邊坡崩塌可能性的高低，對特定之邊坡而言無法確定是否會發生崩塌，或

何時可能發生崩塌。對具有活動性之地滑而言無法提供監測管理的功能。

5、類神經網路分析法

楊智堯(1999)利用類神經網路，對高雄楠梓及崗山地區邊坡進行破壞潛能評估，評估因子包括坡度、坡向、植生密度、坡型(順向坡、逆向坡、斜交坡)、岩盤種類、土地利用、距斷層距離、距向斜軸距離等八項。以現場 190 處邊坡 647 個調查案例資料進行網路訓練及測試，再對全區邊坡進行破壞潛能評估，並以航照判釋之崩塌位置圖進行驗證。上述之評估方法可整理出如下之比較表 2-24 及 2-25：

表 2-24 邊坡危險地點評估方法之比較

方法	評估方法之 難易度	所需作業項目	適用	是否可直接應用 到不同地區
日本點數法	簡易	現地調查	大區域及 個別邊坡 均可適用	可
能資所方法	難度較高	現地調查、航照判釋、 程式分析	大區域	可
模糊集理論法	難度較高	現地調查、專家問卷調 查、程式分析	大區域	須檢核 (因子權重)
不安定指數法	難度較高	現地調查、破壞資料蒐 集、權重分析、程式分 析	大區域	須檢核 (分析因子權重)
類神經網路分析 法	難度較高	現地調查、破壞資料蒐 集、網路訓練及分析	大區域	須檢核 (分析模式)

資料來源：本研究整理

表 2-25 崩坍發生及危險度評估因子表

學者、評估法	山坡地災害因子
李三畏(1984)	溪流淘刷 地質原因 逕流冲刷 複合原因 開闢道路 滲流及農墾等
李德河(1997)	人為開發 地質 地形 重力 降水 地震
日本點數法	高度 坡度 懸凸程度 表土層厚度 滲透水 邊坡周圍之崩塌情況
能資所之山崩潛感分析法	坡度 基岩特性 其他因素(地層未受擾動、堆積層分佈區、崩塌地、河岸侵蝕或向源侵蝕、表層冲刷、廢棄土石、或人為填土)

續表 2-25

模糊集理論法	邊坡的地形條件 (坡度、坡向邊坡、縱斷面形狀位置、單階坡高) 邊坡的地質條件 (基盤種類、岩盤層態、基岩性質、不連續面、密度、斷層狀況、覆蓋層情形) 邊坡的環境條件 (形成邊坡之營力、植生種類、植生密度、土地使用方式、保護設施種類、周邊崩壞情形、排水設施) 邊坡的水文條件 (出水量、地表土層、滲透特性、最大日雨量、最大時雨量、地下水位)
--------	---

資料來源：本研究整理

經由以上之各項評估方法，可了解坡度與崩塌危險程度的關聯性頗大，但各種評估方法對坡度這個影響因子的危險分類不盡相同，在日本點數法中，坡度在 100%(45 度)以上才列入影響因子；能資所之山崩潛感性分法中，坡度在 30%以上便會造成中高級的山崩潛感性，大於 55%以上的坡度只有在基岩性質屬強岩及地層未受擾動外，皆屬於高潛感性；而 58%(30 度)以上的坡度其等級在模糊集理論法中就屬於差的，雖然單獨就坡度一項因子來決定開發能否並不是非常完整的依據，但經由以上的理論及研究，坡地坡度在 30%以上常會成為坡地崩塌的危險因子。

第三章 山坡地不可開發限制之探討

此章主要乃對於現今在山坡地不可開發坡度方面的限制加以探討，以釐清不可開發的尺度以及開發的強度。以下分就總量管制、地工技術、法規面以及開發對環境所造成之衝擊來加以檢視，以做為坡地開發上所需考量之依據。

第一節 總量管制

本節主要是試從土地的開發量以及使用情形來檢視山坡地的開發問題，以總量控制的觀念來看山坡地未來開發的需求量。

第一部份是針對國內已劃設的都市計畫區中住宅及商業區用地、非都市土地中甲、乙、丙三種編定之土地以及農地釋出的土地量等來計算土地可容納的人口數，以作為檢視山坡地開發的必要性。

第二部分是檢視未來的人口發展對土地使用的需求量，依據台灣地區之人口預測，來推估未來人口在各分區用地上之需要發展面積，以及藉此來計算其發展用地之需求量。

第三部分是分析都市計畫中住宅區的開發量，對於目前住宅區中未開發的存量以及所能再容納之人口數量。

由以上所述三部份來檢視山坡地區目前土地的供給與需求的狀況，作為未來土地政策考量時的依據，此三部份的詳細分析內容如下：

一、土地容納人口量

本節計算之土地容納人口量是指目前已計畫地區所能容納的人口數量。

(一) 範圍及標準訂定

1、範圍：土地容納人口量之計算包含以下三部分：

(1) 都市計畫區

都市土地方面，根據行政院經建會所出版統計之「都市及區域發展統計彙編」之各都市計畫區之住宅區、商業區來計算土地容納人口。

(2) 非都市土地

非都市土地方面，依據行政院經建會所出版統計之「都市及區域發展統計彙編」及台灣省政府地政處出版之「台灣省統計年報」等，以非都市土地中之甲、乙、丙等三種建築用地來計算之。

(3) 農地釋出

在農地釋出量方面，由於我國即將參加「關稅暨貿易總協定組織」(GATT)；屆時，台灣的各種產業將整合於世界上之資本主義市場，基於此，調整國內之農業環境是必須的。而國內在考量土地資源之合理分配及有效使用以及維護農業生產環境之完整，因此農委會即將進行總量之監控，以避免農地之損失。另在監控時程方面，以國土計畫法中之農地變更需求總量，估計至民國 100 年，需求量將達到四萬八千公頃，此為第一期監控；另外依農委會所估計全部之總釋出量約為十六萬公頃，此為第二期監控。據此，原都市計畫中所劃設之各使用分區再加上農地之釋出量，預計將可提供大量的可建築用地。

2、計算人口標準：

(1) 每人擁有樓地板面積

在換算容納人口方面，非都市土地及台灣省部分以營建署建議之每人擁有樓地板面積 50 平方公尺計算，而在台北市及高雄市方面，目前每人擁有樓地板面積分別為 26 平方公尺及 28 平方公尺，故在台北市及高雄市部分以 30 平方公尺計算。

(2) 可提供住宅使用比率

在可提供住宅使用比率方面，住宅區以 1 來計算，而商業區方面，因為一般都委會審查時認為台灣省商業區的總樓地板並非全部供為商業使用，其中約有 3/8 的樓地板面積係供為住宅使用。

(二) 容納人口推算

因此在土地容納人口量之計算上，本研究是包含都市計畫土地使用分區中之住宅區、商業區、非都市土地之甲、乙、丙種建築用地及農地釋出的面積為探討之依據，以下即為土地容納人口數量的計算。

1、都市計畫區

都市計畫區內土地使用存量的計算分為兩部分，第一部份為台灣省地區，為根據都市計畫法台灣省施行細則，其住宅區之建蔽率為 60%，商業區之建蔽率為 80%，而容積率的標準訂定是依「修正『都市計畫法台灣省施行細則』第三十條之二及增修第三十條之三條文」中住宅區及商業區之容積率規定，如表 3-1。

第二部分是台北市及高雄市地區，分別根據都市計畫法台北及高雄市施行細則為標準。

表 3-1 容積率訂定標準表

居住密度 (人/ 公頃)	分區別	鄰里性公共設施 用地比值十五 % 以下	鄰里性公共設施用 地比值超過十五 %
未達 200	住宅區	120%	150%
	商業區	180%	210%
200 以上未達 300	住宅區	150%	180%
	商業區	210%	240%
300 以上未達 400	住宅區	180%	200%
	商業區	240%	280%
400 以上	住宅區	200%	240%
	商業區	280%	320%

資料來源： 台灣省政府,1998,都市計畫法台灣省實行細則

(1) 住宅區

A、容積及建蔽率

a、台灣省地區

台灣省地區之都市計畫住宅區以保守的估計方式,採「鄰里性公共設施用地比值十五 % 以下」之標準計算,居住密度未達 200 人/公頃,容積率 120%;居住密度 200 人/公頃 ~ 300 人/公頃,容積率 150%;居住密度 300 人/公頃 ~ 400 人/公頃,容積率 180%;居住密度 400 人/公頃以上者,容積率 200%,而每人所擁有的樓地板面積以 50 平方公尺來

計算。

b、台北市及高雄市

台北市及高雄市的建蔽率及容積率是以中標準來計算，故以住三的標準計算，建蔽率 50%、容積率 240%，而每人擁有之樓地板面積以 30 平方公尺計算。

B、可供住宅使用比率

可供住宅使用比率以 1 計算之，詳見表 3-2 至 3-5。

(2) 商業區

A、容積及建蔽率

商業區部分的推估也同前項住宅區的標準，台灣省地區之商業區建蔽率為 80%，居住密度未達 200 人/公頃，容積率 180%；居住密度 200 人/公頃～300 人/公頃，容積率 210%；居住密度 300 人/公頃～400 人/公頃，容積率 240%；居住密度 400 人/公頃以上者，容積率 280%，台北市及高雄市之商業地區以商三之標準，建蔽率 60%，容積率 490%。

B、可供住宅使用比率

總樓地板面積可供住宅使用比率以 3/8 計算之，詳見表 3-2 至 3-5。

(3) 各區域的計畫容納人口

將台灣地區依照區域計畫所劃分之地區為依據，檢視各區域的都市計畫區中之住宅區及商業區的存量，而各區域所包含之縣市是根據行政院經建會所出版統計之「都市及區域發展統計彙編」之分類，各區域說明如下：

表 3-2 北部區域土地容納人口量表

北部地區	密度 (人/公頃)	面積 (公頃)	容積 率	樓地板 (m ²)	可供住 宅比率	可供住宅使用 樓地板面積 (m ²)	每人擁有 樓地板面 積 (m ²)	容納人口數 (人)
住宅區	未達 200	3,220	1.2	38,644,440	1	38,644,440	50	772,889
	200 ~ 300	3,857	1.5	57,860,700	1	57,860,700	50	1,157,214
	300 ~ 400	1,281	1.8	23,062,680	1	23,062,680	50	461,254
	400 以上	2,510	2.0	50,200,200	1	50,200,200	50	1,004,004
台北市		3,884	2.4	93,221,760	1	93,221,760	30	3,107,392
小計	/	14,753	/	262,989,780	/	262,989,780	/	6,502,752
商業區	未達 200	130	1.8	2,340,720	3/8	877,770	50	17,555
	200 ~ 300	330	2.1	6,937,350	3/8	2,598,881	50	52,030
	300 ~ 400	130	2.4	3,120,960	3/8	1,170,360	50	23,407
	400 以上	335	2.8	9,374,680	3/8	3,515,505	50	70,310
台北市		924	4.9	45,266,690	3/8	16,975,009	30	565,834
小計	/	1,849	/	67,040,400	/	25,137,525	/	729,136
甲種建地	/	3,987	2.4	95,683,646	1	95,683,646	50	1,913,673
乙種建地	/	1,283	2.4	30,792,751	1	30,792,751	50	615,855
農地釋出								967,687
總和		21,872		456,506,578		414,603,702		10,729,104

資料來源：1、台灣省政府地政處，1998，台灣省統計年報。

2、行政院經建會都市及住宅發展處，1998，都市及區域發展統計彙編。

3、本研究整理。

表 3-3 中部區域土地容納人口量表

中部地區	密度 (人/公頃)	面積 (公頃)	容 積 率	樓地板 (m2)	可供住 宅比率	可供住宅使用 樓地板面積 (m2)	每人擁有 樓地板面 積 (m2)	容納人口數 (人)
住宅區	未達 200	6,905	1.2	82,864,008	1	82,864,008	50	1,657,280
	200 ~ 300	9,095	1.5	136,422,450	1	136,422,450	50	2,728,449
	300 ~ 400	566	1.8	10,196,280	1	10,196,280	50	203,926
	400 以上	254	2.0	5,088,600	1	5,088,600	50	101,772
小計	/	16,821	/	234,571,338		234,571,338	/	4,691,427
商業區	未達 200	607	1.8	10,918,080	3/8	4,094,280	50	81,886
	200 ~ 300	854	2.1	17,931,480	3/8	6,724,305	50	134,486
	300 ~ 400	53	2.4	1,280,160	3/8	480,060	50	9,601
	400 以上	32	2.8	884,520	3/8	331,695	50	6,634
小計	/	1,545	/	31,014,240		11,630,340	/	232,607
甲種建地	/	4,593	2.4	110,223,888	1	110,223,888	50	2,204,478
乙種建地	/	9,881	2.4	237,137,950	1	237,137,950	50	4,742,759
農地釋出					1			2,232,132
總和		32,840		612,947,416		593,563,516		14,103,402

資料來源： 1、台灣省政府地政處，1998，台灣省統計年報。
 2、行政院經建會都市及住宅發展處，1998，都市及區域發展統計彙編。
 3、本研究整理。

表 3-4 南部區域土地容納人口量表

南部地區	密度 (人/公頃)	面積 (公頃)	容積 率	樓地板 m2	可供 住宅 比率	可供住宅使用 樓地板面積 m2	每人擁有樓 地板面積 m2	容納人口數 (人)
住宅區	未達 200	11,608	1.2	139,290,480	1	139,290,480	50	2,785,810
	200 ~ 300	6,011	1.5	90,158,100	1	90,158,100	50	1,803,162
	300 ~ 400	978	1.8	17,609,580	1	17,609,580	50	352,192
	400 以上	41	2.0	826,800	1	826,800	50	16,536
高雄市		3290	2.4	78948720	1	78948720	30	2631624
小計		21,927		326,833,680		326,833,680		7,589,323
商業區	未達 200	837	1.8	15,064,560	3/8	5,649,210	50	112,984
	200 ~ 300	578	2.1	12,138,210	3/8	4,551,829	50	91,037
	300 ~ 400	84	2.4	2,026,320	3/8	759,870	50	15,197
	400 以上	1	2.8	28,000	3/8	10,500	50	210
高雄市		1,037	4.9	50,813,000	3/8	19,054,875	30	635,163
小計		2,537		80,070,090		30,026,284		854,591
甲種建地	/	3,026	2.4	72,630,480	1	72,630,480	50	1,452,610
乙種建地	/	674	2.4	16,181,582	1	16,181,582	50	323,632
農地釋出								2,115,151
總和		28,165		495,715,832		445,672,026		12,335,306

資料來源：1、台灣省政府地政處，1998，台灣省統計年報。

2、行政院經建會都市及住宅發展處，1998，都市及區域發展統計彙編。

3、本研究整理。

表 3-5 東部區域土地容納人口量表

東部地區	密度 (人/ 公頃)	面積 (公頃)	容積率	樓地板 m ²	可供 住宅 比率	可供住宅使 用樓地板面 積 m ²	每人擁有樓 地板面積 m ²	容納人口數 (人)
住宅區	未達 200	2,087	1.2	c	1	25,044,000	50	500,880
	200 ~ 300	653	1.5	9,799,800	1	9,799,800	50	195,996
	300 ~ 400	0	1.8	0	1	0	50	0
	400 以上	0	2.0	0	1	0	50	0
小計		2,740		34,843,800		34,843,800		696,876
商業區	未達 200	188	1.8	3,387,420	3/8	1,270,283	50	25,406
	200 ~ 300	134	2.1	2,824,080	3/8	1,059,030	50	21,181
	300 ~ 400	0	2.4	0	3/8	0	50	0
	400 以上	0	2.8	0	3/8	0	50	0
小計		323		6,211,500		2,329,313		46,586
甲種建地	/	674	2.4	16,176,000	1	16,176,000	50	323,520
乙種建地	/	1,232	2.4	29,558,400	1	29,558,400	50	591,168
農地釋出								685,030
總和		4,969		86,789,700		82,907,513		2,343,180

資料來源：1、台灣省政府地政處，1998，台灣省統計年報。

2、行政院經建會都市及住宅發展處，1998，都市及區域發展統計彙編。

3、本研究整理。

A、北部區域

包括台北市、台北縣、基隆市、新竹市、新竹縣、桃園縣、宜蘭縣，住宅區面積 14,753 公頃，容納人口約 6,520,700 人，商業區面積 1,849 公頃，容納人口約 729,100 人，見表 3-2。

B、中部區域

包括台中縣、台中市、苗栗縣、彰化縣、南投縣、雲林縣。住宅區面積 16,821 公頃，容納人口約 4,691,400 人，商業區面積 1,545 公頃，容納人口約 232,600 人，見表 3-3。

C、南部區域

包括高雄縣、高雄市、台南市、嘉義市、台南縣、嘉義縣、屏東縣、澎湖縣。住宅區面積 21,927 公頃，容納人口約 7,589,300 人，商業區面積 2537 公頃，容納人口約 854,500 人，見表 3-4。

D、東部區域

包括花蓮縣、台東縣。住宅區面積 2,740 公頃，容納人口約 696,800 人，商業區面積 322 公頃，容納人口約 46,500 人，見表 3-5。

2、非都市計畫地區

非都市計畫地區之住宅存量推算是根據「非都市土地使用管制規則」第九條之規定，甲種建築用地之建蔽率為 60%，容積率為 240%，乙種建築用地之建蔽率為 60%，容積率為 240%，丙種建築用地之建蔽率為 40%，容積率為 120%，而每人擁之樓地板面積以 50 平方公尺計算，然而根據台灣省政府地政處出版的「台灣省地政統計年報」得知丙種建築用地皆位於森林區、風景區及山坡地保育區，所以丙種建築用地並不列入計算。

3、農地釋出

農地釋出之總量監控以國土綜合開發計畫中之農地變更需求總量所估計至民國 100 年約四萬八千公頃，其中住宅區部分為 20,000 公頃，以中密度標準之人口密度 300 人/公頃計算，推估所能容納之人口數為 6,000,000 人。各區域的容納人口是根據目前各北、中、南、東四區域所存在之農業用地百分比來分配農地釋出之量，見表 3-6、3-7。

表 3-6 農地釋出土地存量表

農地釋出	面積(公頃)	人口密度	計畫容納人口數(人)
住宅用地	20,000	300	6,000,000

資料來源：台灣省政府地政處，1998，台灣省統計年報及本研究整理

表 3-7 各區域農地釋出容納人口分配表

區域	現存農業用地	比例	農地釋出容納人口
北	126,267	16%	967,687
中	291,256	37%	2,232,132
南	275,992	35%	2,115,151
東	89,385	11%	685,030
總和	782,900	100%	6,000,000

資料來源：台灣省政府地政處，1998，台灣省統計年報及本研究整理

4、各區域土地容納人口量

以下針對台灣目前的四個區域來檢視土地容納人口量，包含都市計畫區內住宅區、商業區、非都市土地之甲、乙建築用地與農地釋出之面積，其中各區域之推估量如表 3-2 至 3-5：

由表 3-2~5 可知台灣北部區域的總樓地板約為 456,506,578 平方公尺，可供住宅使用樓地板面積為 414,603,702 平方公尺，容納 10,729,104 人；中部區域的總樓地板約為 612,947,416 平方公尺，可供住宅使用樓地板面積為 593,563,516 平方公尺，容納 14,103,402 人；南部區域的總樓地板約為 495,715,832 平方公尺，可供住宅使用樓地板面積為 445,672,026 平方公尺，容納 12,335,306 人；東部區域的總樓地板約為 86,789,700 平方公尺，可供住宅使用樓地板面積為 82,907,513 平方公尺，容納 2,343,180 人；總計台灣地區目前可容納人口約為 39,511,000 人。

二、台灣地區人口預測

台灣地區的人口成長預測是根據行政院經濟建設委員會人力規劃處之「中華民國台灣地區民國 87 年至 140 年人口推計」，其推計的資料是以 86 年底人口為基期資料。

(一) 人口推計之各種基本假設

1、社會動態

國際人口遷徙 85 年以前數字為淨移出，但戶籍法於 86 年修正，將出國超過三個月自動除籍的規定延長為二年，致 86 年國內淨移民率由往年移出轉為移入，87 年淨移入人口高達 36,888 人。臺灣地區過去十年之國際人口遷徙平均每年淨移出人數約 8,500，其中男性約 4,000 人，女性約 4,500 人，此一現象對人口年齡結構頗具影響，故推計考慮國際遷徙因素，分高、中及低三種推計，並假設臺灣地區在未來至民國 140 年推計期間內，國際遷徙之人數及年齡結構以維持過去十年遷徙狀況推估。

2、生育率

本推計將婦女總生育率分為高、中、低三種假設之推估：

(1) 高推計：每一位育齡婦女總生育率將由 87 年的 1.5 人於民國 140 年(西元 2051 年)穩定於 2.1 人。

(2) 中推計：因未來仍以兩個孩子之幸福家庭為人口政策目標，故假設育齡婦女總生育率將由 87 年的 1.5 人於民國 140 年穩定於 2.0 人。

(3) 低推計：假設未來育齡婦女生育水準均穩定維持於目前 1.5 之水準於民國 140 年穩定於 1.6 人。

3、死亡水準

本推計乃是基於兩性單一年之平均死亡率來計算，資料來源係採用內政部國民生命表編審委員會發佈之 87 年台灣地區生命表中之死亡率所推算出之存活機率為基準，期望目標年之出生時預期壽命將較 87 年之男性長 5 歲，女性長 6 歲。故假設推計期間之預期壽命，男性由 87 年之 72.1 歲增至 140 年之 77.3 歲，女性則由 87 年之 77.9 歲增加至 140 年之 83.9 歲。

4、出生時性比例

假設推計期間，男、女出生時性比例未來維持在 108.5 之數據。

(二) 人口成長與總量管制

根據行政院經濟建設委員會人力規劃處所做的「中華民國台灣地區民國 87 年之 140 年人口推計」中所提出，未來人口的成長預測可因為不同的因素分為高推估、中推估及低推估等三種推估方式，其中以中推估的標準來看，在 87 年至 140 年推計期間，台灣地區總生育率由 1.5 升至 2.0，年底總人口由 87 年之 2,188 萬人增至 89 之 2,227 萬人及 100 年之 2,405 萬人，並於民國 127 年達到顛峰之 2568 萬人，詳見圖 3-1。

(三) 土地容納人口量及未來人口數量

根據經建會人力規劃處所預測之人口，以中標準來看人口於民國 127 年達到顛峰的 25,700,000 人，進一步根據目前各區域人口比例來分配未來民國 127 年時各區域的預測人口。由表 3-8 可看出目前北部、中部、南部及東部地區的土地容納人口量皆大於現在的居住人口，而未來的人口也只有在北部地區的預測人口與目前推估人口相近，所以以開發總量管制的角度來看，目前的土地容納人口量已足夠容納未來的人口數，所以山坡地的開發尚不適合大量的開發。

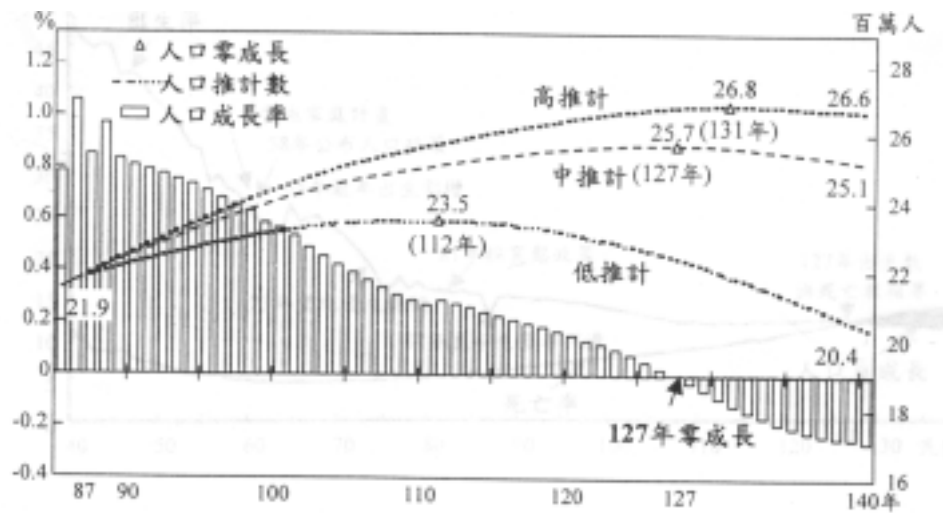


圖 3-1 台灣地區人口推估圖

資料來源：經建會人力規劃處，1999，中華民國台灣地區民國 87 年至 140 年人口推計

表 3-8 計畫存量容納人口與人口預測表

地區	86 年底人口		預測人口 127 年	計畫土地容納 人口數
	現住人口	現住人口比例		
北區	8,896,606	42%	10,738,579	10,729,104
中部	5,506,430	26%	6,646,493	14,103,402
南部	6,277,601	29%	7,577,329	12,335,306
東部	611,079	3%	737,598	2,343,180
總和	21,291,716	100%	25,700,000	39,510,992

資料來源：經建會人力規劃處，1999，中華民國台灣地區民國 87 年至 140 年人口推計及本研究整理。

三、住宅區開發量

本節是針對目前各都市計畫地區內的住宅區的開發情形做檢視，目前都市計畫地區內存在土地使用強度過高的問題，從一般市場經濟的概念來看，地價過高是都市地區內的土地需求量大於供給量，然而影響地價的因素非常的多，所以有必要繼續的開放山坡地的部分做為發展的用地，所以本研究針對各個縣市的計畫土地供給量以及現況使用樓地板面積來檢視都市地區中土地的供給和需求，其推算及結果分別如下：

(一) 現況樓地板

依據根據行政院經建會 1998 年所出版統計之「都市及區域發展統計彙編」中的統計，各縣市中的現況每人所擁有的樓地板面積與各縣市目前的現況人口相乘後，可以得到各縣市目前的現況樓地板面積，計算的結果如下（見表 3-9）：

- 1、北部區域的現況樓地板為 206,980,118 平方公尺。
- 2、中部區域的現況樓地板為 101,706,160 平方公尺。
- 3、南部區域的現況樓地板面積為 131,139,156 平方公尺。
- 4、東部區域的現況樓地板面積為 10,650,944 平方公尺。

(二) 住宅區樓地板面積

目前都市計畫區內住宅區的總量是依據各都市計畫中所劃設之住宅區土地面積換算成總樓地板面積，其北部區域的計畫總樓地板面積為 350,450,890 平方公尺，中部區域的計畫總樓地板面積為 240,938,578 平方公尺，南部區域的計畫總樓地板面積為 329,436,540 平方公尺，東部區域的計畫總樓地板面積為 32,241,180 平方公尺。

(三) 未開發之土地存量

以上兩項相減之數量即為各都市計畫住宅區未開發之樓地板面積，由表 3-9 可知四個區域中以北部區域的為開發量最高，各區域未開發量分別為北部區域的住宅未開發樓地板面積為 143,470,772 平方公尺，中部區域的住宅未開發樓地板面積為 139,232,418 平方公尺，南部區域的

住宅未開發樓地板面積為 198,297,384 平方公尺，東部區域的住宅未開發樓地板面積為 21,590,236 平方公尺，合計台灣地區住宅區未開發樓地板面積的量為 504,531,816 平方公尺。

(四) 預計可再容納人口

台灣省地區依據營建署建議之每人擁有樓地板面積為 50 平方公尺，而台北市及高雄市以每人擁有樓地板面積 30 平方公尺計算，計算出各區域可再容納之人口數量分別為，北部區域可再容納人口為 3,239,864 人，中部區域可再容納人口為 2,790,174 人，南部區域可再容納人口為 4,504,697 人，東部區域可再容納人口為 431,789 人，合計台灣地區可再容納人口為 10,966,523，詳細資料見表 3-9。

表 3-9 住宅區未開發存量表

地區	目前人口 (千人)	現況每人 樓地板面 積-- m2	現況樓地板面 積-- m2	住宅區計畫總 樓地板面積-- m2	未開發之樓地 板面積—m2	可再容納人 口
北部區域	8,177.8	25.31	206,980,118	350,450,890	143,470,772	3,239,864
台北市	2,598.5	25.95	67,431,075	93,221,760	25,790,685	859,690
基隆市	376.7	21.36	8,046,312	21,295,360	13,249,048	264,981
新竹市	292.5	27.94	8,172,450	16,496,400	8,323,950	166,479
台北縣	3,212.7	23.51	75,530,577	116,303,920	40,773,343	815,467
桃園縣	1,178.6	27.74	32,694,364	69,359,240	36,664,876	733,298
新竹縣	210.2	29.66	6,234,532	13,760,550	7,526,018	150,520
宜蘭縣	308.6	24.44	7,542,184	20,013,660	12,471,476	249,430
中部區域	3,471.2	29.3	101,706,160	240,938,578	139,232,418	2,790,174
台中市	902.0	28.89	26,058,780	61,290,150	35,231,370	704,627

山坡地不可開發建築規定坡度之研究

續表 3-9

苗栗縣	292.7	30.46	8,915,642	19,870,290	10,954,648	219,093
台中縣	1,029.4	28.94	29,790,836	72,878,310	43,087,474	861,749
彰化縣	673.0	27.76	18,682,480	43,090,548	24,408,068	488,161
南投縣	288.7	32.59	9,408,733	20,857,600	11,448,867	228,977
雲林縣	285.4	30.04	8,573,416	22,951,680	14,378,264	287,565
南部區域	4,703.7	27.88	131,139,156	329,436,540	198,297,384	4,504,697
高雄市	1,404.6	27.8	39,047,880	78,948,720	39,900,840	1,330,028
台南市	717.8	26.68	19,150,904	48,970,350	29,819,446	596,389
嘉義市	257.5	26.94	6,937,050	15,403,500	8,466,450	169,329
嘉義縣	206.1	26.66	5,494,626	21,383,820	15,889,194	317,784
台南縣	690.6	29.49	20,365,794	54,349,800	33,984,006	679,680
高雄縣	934.8	27.3	25,520,040	74,013,630	48,493,590	969,872
屏東縣	454.4	28.58	12,986,752	33,763,860	20,777,108	415,542
澎湖縣	37.9	34.28	1,299,212	2,602,860	1,303,648	26,073
東部區域	368.8	28.88	10,650,944	32,241,180	21,590,236	431,789
花蓮縣	237.1	28.85	6,840,335	17,396,940	10,556,605	211,132
台東縣	131.7	28.94	3,811,398	14,844,240	11,032,842	220,657
總計					504,531,816	10,966,523

資料來源：行政院經建會都市及住宅發展處，1998，都市及區域發展統計彙編及本研究整理。

四、小結

由總體的觀點來看目前台灣地區各區域的計畫土地所能容納人口已經滿足未來的人口成長，不僅是以全台灣地區來計算或者是以各區域分別來計算都已經是供給大於需求，進一步的來看各縣市住宅區的開發率，目前各計畫的土地所能容納的人口數量也都大於目前的人口數，所以未來土地的政策應慎重的考量永續的發展及有效率的開發，而目前地價過高的原因可能有：區域發展不均、空屋率過高、土地未加以好好利用等，所以從總量管制的觀點來看，土地的政策應該是要朝向土地的有效利用及資源永續利用等方向來進行，盡量避免大規模的擴張計畫面積或開發山坡地。

從土地容納人口量、人口預測、住宅開發量推估之結論，朝向土地有效利用，資源永續發展方向與避免大規模開發山坡地之觀念，與內政部當前土地使用管制政策相符。

第二節 地工技術與環境因素

在地工技術與環境因素方面,此部分主要乃就邊坡理論之分析法來檢視坡地在開發上的強度,並且藉由坡地開發可能造成之衝擊影響來探討坡地開發可能造成之環境衝擊;另外由於台灣位處於亞熱帶,夏季雨量多且集中,而且在地質板塊之區位上又位於太平洋板塊及菲律賓海板塊中之地震帶,因此常因雨量集中於夏季,以致於產生土石流及地層之滑動。因此此部分亦將就土石流及地層滑動之發生坡度分佈情形來加以探討未來坡地在開發上之坡度限制。

一、就邊坡穩定分析法來檢視坡地開發

在綜合文獻回顧中的邊坡理論之分析後,可以得知台灣發生邊坡破壞的原因主要為集中性之降雨、地質、地下水、地震、坡度及其他因素。其中地質因素包括岩石強度、弱面間距及風化程度等,其他因素則包括水文、崩塌歷史及人為因素等。

此外,在崩塌危險程度評估方法上,也曾介紹了日本點數法、能資所之山崩潛感分析法、模糊集理論法、不安定指數法及類神經網路分析法等五類,但由於考量台灣山坡地之特性,且水文因素比其他地質、坡度等因素較易利用人為技術改善,其影響程度可以用較小的權重來評估崩塌危險程度,所以採用能資所的潛感分析法,作為本研究案探討山坡地不可開發的評估準則之一。

能資所的潛感分析法中最主要的三項因子組合分別為坡度、基岩特性及其他因素,並將山崩潛感性的危險程度分為四個程度,即低、中低、中高及高。其中坡度又分為四級,第一級坡度,即 $0\% \sim 5\%$ ($0^\circ \sim 3^\circ$) 之間,其與基岩性質及其他因素的組合後,多位於潛感性低及中低的災害分級上,其災害防治成本指數相對較低;第二級坡度,即 $5\% \sim 30\%$ ($3^\circ \sim 17^\circ$) 範圍內的,其山崩潛感性的危險程度多位於中高的災害分級上;而第三、四級坡度,即在 30% (17°) 以上的,其潛感性便位於高危險的災害分級上,其災害防治成本指數較前述呈倍數增加。

因此，本研究案以此訂定出山坡地不可開發建築的相關規定，即以坡度、基岩特性及其他因素綜合考量：

- (一) 山崩潛感性低及中低者，即坡度在 30%以下，其基岩特性為強岩及中強岩、地層未受擾動，列為山坡地可開發區。
- (二) 山崩潛感性位於中高者，即坡度在 30%~55%之間，若其基岩特性為強岩及中強、地層未受擾動，可考慮規劃為開放空間等低密度使用之土地分區。
- (三) 山崩潛感性位於高者，即坡度在 55%以上，應列不可開發範圍內，以確保居民及使用者的生命財產之安全。

二、就土石流及地盤滑動等方面來檢視坡地開發

土石流是一種由巨石、礫、沙和泥等岩石碎屑，與水混合所產生的流動體，通常發生於暴雨後的陡峻山區溝谷。而台灣之坡地，近年來異常發生土石流災害，如民國 87 年的三芝、五股、內湖三地之土石流以及民國 88 年之 921 大地震之後造成土石鬆動，間接或直接影響現今多處之土石流災害。

在 921 地震災害發生之前，台灣土石流發生之主要特色為人造的土木工程涉入、鄰近市區、集水面積不大、土石流量小，因此亦有學者將之稱為「都會型土石流」(李咸亨，1999)。但 921 地震災害之後，造成土質鬆動，土石流發生之地區不在只分布於都會地區，多處山地地區亦發生大規模的土石流，並且造成相當大的損失。在歸納土石流發生的原因之後，可知，土石流發生的最大原因乃為短期內的暴雨及易受侵蝕的土質，而坡度則為其中的一個因素。以下則就土石流之特性及與坡度之關係進行探討：

土石流具有下列特性：

(一) 流動速度快：

土石流受到重力作用，位能很快轉換成動能，流動快速且能量高，因此破壞力強。

(二) 攜帶大量土石岩屑：

土石流搬運力強，攜帶的大量土石岩屑中，尚包含巨大岩塊，能沖毀或淤埋各種設施。

(三) 直線前進性強：

一般河床常有彎曲，但土石流流經河道轉彎處時，仍快速向前直衝，因此常溢出河道，危害河岸上的生命財產。

(四) 間歇性流動：

土石流停歇時，往往形成天然堤壩，當上游再發生土石流時，由於流路已被阻塞，只好另尋出路，造成漫流改道。若天然堤壩被沖毀，則可能形成更大規模土石流，釀成巨災。

民國 85 年 8 月賀伯颱風帶來豪雨，在台灣眾多山區造成土石流，其中受災最嚴重的南投山區，即有多處遭受土石流災害，包括信義、水里和鹿谷鄉，都位於濁水溪支流陳有蘭溪流域一帶。該溪谷兩岸盡是陡峻之山坡地，地質上又是鬆軟、膠結不良的砂頁岩層或黏板岩，以致水流沖刷劇烈，岩塊散落於該地區。其谷口的沖積扇，雖地勢平坦，人口聚集，但環境並不穩定，附近坍積層甚多，一旦暴雨成災，上游發生土石流，將首當其衝成為災區。因此許多學者總結此次土石流災害的主要原因，依序為：暴雨強度特大、山坡過於陡峻、居民開發過程干擾水路、居民大幅改變當地生態環境、地質及土層疏鬆、工程控制不足等。

然而，坡地災害之發生類型除了土石流之外，尚包括有地滑、山崩等，以下即為學者將各類災害之發生類型及特性做一整理，以供作比較，如表 3-10。

表 3-10 山崩、地滑及土石流之特性

項目	山崩	地滑	土石流
地質	與地質關係較少	多發生於特殊地質的地質構造地區	在地質構造複雜、斷層褶皺發達、地震多、山坡穩定性差、岩層破碎或山崩地滑多之地區
土質	主要發生在山坡地地下的不連續面（多半是表土與下層之界面）	主要是以黏性土為滑動面而移動	其組成材料之粒徑自數公尺至 0.01 公厘以下，分佈範圍十分廣泛
地形	多發生於 20 ° (約 36%) 以上之急傾斜地	多發生於 5 °-20 ° (約 9%-36%) 的緩坡面，尤其是上部為台地地形	土石流發生區之坡度約在 15 °-30 ° (約 27%-58%) 之間，流動區約在 6 °-15 ° (約 11%-27%) 之間，堆積區約在 3 °-6 ° (約 5%-11%)
活動狀況	突發性	連續性、再發性	多呈現間歇流動
誘因	降雨，特別是降雨強度	受地下水之影響	暴雨、融雪、潰堤、火山爆發等因素
徵候	多半無徵候，為突發性者	發生前有龜裂、陷落、隆起以及地下水位之變化	在大量之土石到達前有如轟轟之雷聲，溪水混濁且濃度高
台灣代表地區	中央山脈、東部青灰岩地區	西部山麓、紅土台地、南部青灰岩地區、二次堆積地區	南投、花蓮、台東、台北及宜蘭等縣市較為嚴重

資料來源：1、吳雲瑞，1999，土石流潛勢分析及其在台南縣之應用，成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文

2、本研究整理

因此由以上之災害類型特性可知各類型災害發生之原因及發生時之

狀況；而國內近年來由於土石流災害頻傳，因此亦建表 3-10 山崩、地滑及土石流之特性

重視土石流危險度方面之研究。如謝正倫、陳禮仁（1998）將土石流潛感溪流以河床坡度 15° 以上為有效之集水區域，作為判定土石流發生危險度之指標。另外，依據 Takahashi（1997）在「橫跨土石流潛勢區域之橋樑工程問題」研習會教材中表示，日本建設省根據土石流之發生及其運動機制，建議了一個實用的辨識土石流潛勢區的方法，而在這方法中只考慮了三種與土石流發生相關之項目：

- （一）考量溪床的坡度與集水面積
- （二）考量發展位置上之不穩定物質堆積之體積
- （三）考量流域之地形及地質條件

而在此，僅就與坡度之關係加以討論。在土石流運動與溪床之關係上，可以表 3-11 來表示。另外，整理近年來所發生之土石流事件，希冀藉此從中瞭解土石流發生之背後因素，如表 3-12：

表 3-11 土石流運動型態與溪床坡度之關係

溪床坡度— θ	土石流運動型態
$0^{\circ} - 3^{\circ}$	淤積
$3^{\circ} - 10^{\circ}$	前端部開始減速或停止
$10^{\circ} - 15^{\circ}$	減速但繼續向下移動
$15^{\circ} - 20^{\circ}$	發生或流動
20° 以上	發生

資料來源：吳雲瑞，1999，土石流潛勢分析及其在台南縣之應用，成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文

表 3-12 台灣近年來重大土石流災害統計

地點		時間	降雨型態	平均坡度 θ	災害情形
南投縣壽豐		75.8.22	韋恩颱風	22	果園遭掩埋，泥漿侵入民宅，公路、電桿供水設施毀損
陽明山馬槽		75.11.28	持續降雨	16	將馬槽橋破壞，沖下一輛路過轎車，造成 3 人死亡，毀損民宅及沖毀翠林橋
彰化縣二水		78	豪雨	12.4	土石堆積公路上，交通阻斷
南投縣溪頭		78	豪雨	15	不詳
花蓮縣榕樹		79.9	黛特颱風	15	不詳
花蓮縣銅門		79.6.23	歐菲莉颱風	20	房屋毀損及造成傷亡
台東縣瀧橋		80.9	耐特颱風	17	南迴公路上 10 餘部車輛遭出入太平洋
宜蘭縣南山村		81.8.29	寶莉颱風	18	不詳
宜蘭縣南山村		81.8.29	寶莉颱風	18	不詳
花蓮縣東興		83.7	提姆颱風	18	數十戶房舍遭掩埋
南 投 陳 有 蘭 溪	郡坑二廓	85.7.31	賀伯颱風	14	14 間房屋遭土石衝入
	南平坑	85.7.31	賀伯颱風	20	路基流失、排水涵洞沖毀
	郡坑口	85.7.31	賀伯颱風	21	淹沒道路及兩側民房，死亡 4 人
	豐丘	85.7.31	賀伯颱風	12.4	衝入民宅，死亡 2 人
	同富社區	85.7.31	賀伯颱風	21	掩埋民宅
	隆華國小	85.7.31	賀伯颱風	18.4	衝入國小教室
	神木國小	85.7.31	賀伯颱風	12	產業道路及橋樑沖毀

資料來源：吳雲瑞，1999，土石流潛勢分析及其在台南縣之應用，成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文

然而土石流之發生並非全皆為坡度之因素，尚包括降雨量、地質構

造等，但依以上之資料，可歸納發生土石流之原因其坡度範圍約在 15° - 30° (約 27%-58%) 間，而地滑則多發生於 5° - 20° (約 9%-36%)。

三、對環境衝擊面之考量

(一) 山坡地開發之類型

在現今台灣，由於生活型態的改變，民眾對生活品質的要求亦相對的提高，而山坡地由於具備多項有利的條件(諸如空氣清新、景色宜人、視野寬廣、地價較市區便宜、開發者所獲得之利潤較高...等)，遂促使台灣的山坡地成為建築商人的最愛。但由於坡地開發所影響的是整體的大環境，因此水土保持設施是必要的。一般來說，山坡地開發之類型包括以下幾項：

1、農牧生產

傳統的山坡地農牧使用，即以果樹、特有作物以及水稻為主。而現今坡地開發在農牧生產方面，則以高冷蔬菜、檳榔樹及高山茶最多，其中又以號稱山坡地殺手的檳榔樹對坡地之破壞為最嚴重，其主要的原因乃是檳榔樹根部較淺，對土壤之附著力不足，不利水土保持。依據統計，截至八十四年底，全台種植檳榔樹的面積已達 54,544 公頃，佔台灣耕地面積的 6.28%，雖然檳榔樹僅部分分佈於山坡地，但已對台灣的生態環境造成嚴重衝擊。

2、木竹類及草生地

在此部分上，此部分為佔山坡地之最大比例。

3、開礦

台灣礦藏種類不多，藏量亦不豐，其中較具開發價值的為石礦，而其大部分分佈在花蓮、台東一帶及西部一小部分之石灰

石；此外，北部地區有少量之煤和金。而在開礦之主要問題上，主要是棄土場水土保持不良、礦區基地邊坡不穩定，且當地之景觀、綠地亦遭受破壞及水污染、空氣污染等。

4、遊憩使用

在此項目上主要可分為三類，第一類為高爾夫球場，第二類為遊憩區及休閒度假地區，第三類為觀光果園。大體來說，這些設施的關建，對於國內休閒旅遊方面是有利的，但是會對環境造成損壞，亦是需加以考慮的。

5、建築用地

在山坡地上構築房舍，較其他土地使用行為而言，是屬於較高密度之使用，所以對水文之改變也是最為嚴重。其最明顯的例子是近幾年發生的林肯大郡以及土石流事件。而其中大多皆導因於民國七十年代左右之山坡地搶建風潮，以及水土保持設施的不完善。目前雖此風潮已漸停熄，但當時所造成之損害依舊延續著。

6、道路開闢

道路系統為經營山坡地所必要之設施，但同時也是泥沙之主要來源及破壞山坡地之孔道。由於山坡地關建道路，土方挖填甚多，破壞原有之地貌，再加上台灣雨量多集中於夏天，因此損及坡地是在所難免的。也因此，泥沙常阻塞河道，進而加速水庫淤積；更有甚者造成山崩，危及民眾的生命安全。

7、墓地使用

台灣的習俗一向以「入土為安」的觀念，因此土葬的風氣於台灣的現行社會仍盛行。但由於台灣的面積狹小，因此遂往山坡地開發；然而墓地設置於山坡地上，所造成的影響是視覺及景觀

上的衝擊。另外，管理上的欠缺及水土保持設施的缺乏亦是造成坡地污染的重大因素之一。

8、水庫用地

水資源開發為各種產業發展的基礎。台灣由於河川逕流無法有效利用及地下水超抽之情形亦相當嚴重，致使建造水庫以用來解決用水不足之情形。但水庫設置對周遭環境之影響亦相當的大，包括地理因子的改變、生態系統的失衡、人文社會之變遷等(顏清連等，1981)，因此在許多已開發國家已在探討是否有設置水庫之必要性。

9、其他使用

包括土石採取、傾倒廢土、廢棄物掩埋等行為，若無適宜之管理措施，對生態環境將造成相當大之影響。

(二) 山坡地開發對自然環境的衝擊

所謂衝擊是指開發活動對自然環境本身運作有所干擾而改變其原有之形貌或狀態。而山坡地之開發最常改變的包括有：原有植被覆蓋的改變、地貌的改變..等。以下就坡地開發對水土資源、空氣品質、生態環境、景觀美學..等做一說明：

1、對水土資源的衝擊

水土資源在開發上乃是互相影響的，是一體的兩面。如就水資源單一項來考量，主要的考量點為水量、水質、水患等問題。如就土壤資源來看，大多為土壤流失的問題。由於各種開發會改變原有的地表狀況，所造成的問題是降低滲透量、增加逕流量和洪峰的流量。依據陳信雄(1983)研究指出：模擬開發率為20%時，洪峰的流量增加兩倍，而洪峰到達之時間為原來之60%。

而陳信雄 (1992) 更進一步指出高爾球場之開闢將減少深層地下水之含水量，其推測此種現象可能是補助地下水之區域改變或是超抽地下水所造成。另外山坡地的開發將產生點源及非點源的污染，其中最具代表的是社區廢水、農牧廢水及遊憩廢水所造成的該地區之水質優氧化，而此種情形又以水庫最為嚴重。甚且，坡地開發將造成水庫中淤泥的增加，而減短水庫的壽命。

依據調查 (吳輝龍，1993) 山坡地中有四分之三農作用地在坡度 30% 以上，其中有 40% 未完成水土保持設施，依此估計，每年所造成的水土流失量是相當的可觀的；而另一項水體中泥沙主要來源為開闢道路所造成之山崩，若合併開墾此項因素，則佔總崩塌數之 29% (吳九雄，1989)。

因此由以上之資料可知，開發行為對山坡地之首要影響為水土資源的改變。

2、對空氣品質的衝擊

空氣品質的衡量，環保署之衡量方式，主要乃是視以下幾項指標來定其空氣之良與否。空氣之污染指標是依據監控當日空氣中懸浮微粒(PM10)(不包括粒徑10微米以上之粗粒子)測值、二氧化硫(SO₂)濃度、二氧化氮(NO₂)濃度、一氧化碳(CO)濃度及臭氧(O₃)濃度等數值，以其對人體健康的影響程度各換算出該污染物之污染副指標值，再以當日各副指標值之最大值為該測站當日之空氣污染指標值(PSI)，依此所計算出乃為該地區之空氣狀況。由於空氣污染具有飄移性，因此污染的影響範圍亦相當的大。另外，在道路開闢方面，施工機械的廢氣及土沙灰塵將影響空氣品質，而在道路完工後，機動車輛的通行，將影響沿線的空氣品質。因此，坡地開發造成的除了空氣中懸浮粒子的增加外，所影響的更擴及相當大的層面。

3、對生態環境的衝擊

開發活動對生態環境的影響，最明顯的例子莫過於水庫的優氧化。所謂優氧化，一般之定義是指因營養鹽之輸入，而造成水中浮游植物的過度生長，影響水體之正常用途而言。其造成之原因，主要為開發過程中，土質中之過量之營養鹽，因開發而自土壤中或肥料中流向水域，使得其中的食物鏈產生結構性的改變。而台灣水庫之優氧化，依據環保署之統計，有越來越嚴重之趨勢（如表 3-13）。

同樣的情形也發生在供作農牧使用的開發上，因殺蟲劑、除草劑的過量使用而使得當地原已平衡的生態系統產生變動，甚且可能引發他種疾病的產生。因此，如從生態學的觀點來看坡地開發，山坡地開發首先影響當地的生物種類及數量；其次，將縮小生物的棲息地及生育地，進而改變生物間既存的平衡的互動關係，所以依以上之觀點，山坡地開發在生態環境之影響上幾乎皆是負面的。因此，若非要開發山坡地而無其他替選方案下，能做的只是儘量確實認知環境的本質，降低其衝擊的程度，避免造成不可回復之狀況。

4、景觀美學上之衝擊

山坡地開發無疑的會造成地表的破壞，如坡面裸露造成土石沖刷，甚至形成蝕溝、崩塌、引起水源污染、空氣污染、噪音污染....等，另外在視覺景觀上，由於未做充分的規劃、開發以及開發後改變了原有的地貌，造成的是視覺景觀上的不愉悅。舉例來說，山坡地上開發作為墳墓地，一個原本青翠的山頭，點綴在其中的竟是一個個的墓碑；因此一般人心目中的青山綠水已化做石頭山與污水了。另外，道路的開闢，似乎在將山頭化成一段一段似的，讓山色景觀失去整體感。

表 3-13 水質狀況表

水質狀況	貧養		中養		優養		
年度	水庫座數	百分比	水庫座數	百分比	水庫座數	百分比	合計
八十三年水庫有效樣本	1	5.6%	7	38.9%	10	55.5%	18
八十四年水庫有效樣本	2	10%	14	70%	4	20%	22
八十五年水庫有效樣本	1	5%	13	65%	6	30%	20
八十六年水庫有效樣本	5	25%	0	0	15	75%	20
八十七年水庫有效樣本	6	30%	0	0	14	70%	20

資料來源：行政院環保署全球資訊網，<http://www.epa.gov.tw>

5、坡地災害之衝擊

近幾年來由於山坡地開發案件之逐漸增加，且未能有效管制坡地開發之品質，以及水土保持措施，遂造成許多不可彌補的災害。一般來說，山坡地災害的發生原因主要包括天然及人為的因子（唐一凡，1999）。在天然的因子上，最主要的為所開發的開發區位於山崩潛感區、集水區及連續豪雨區。至於人為的部分，則為開發過量及施工不良。近年來，坡地之災害則以人為所造成的最為嚴重；由於現今台灣山坡地管制上尚未健全，相關權利及義務之訂定亦未周全，因此近來之災害大多源自於此，如南投縣神木村的土石流、汐止的林肯大郡..等。在坡地災害之類型上主要可分為土石流、滑動等，如表 3-14。

表 3-14 坡地災害類型表

坡地災害類型		破壞型態	地質	災害地點
地層滑動	土滑動	圓弧破壞 非圓弧破壞	土壤	三峽白雞山莊
	岩石滑動	順向坡破壞 楔形破壞	岩石	汐止林肯大郡
	落石	單獨岩石掉落	岩石、土壤	中橫公路沿線邊陂
土石流		流動破壞	岩石、土壤及水	南投縣信義向神木村

資料來源：本研究整理

第三節 法令規範面

一、台灣現行法令上對坡度之限制規定

台灣現行法令上有就坡地開發之限制相當多，包括整體性的禁建或限建，如保留區劃設之禁限建及國家公園區之禁限建；亦有就部分之限制，如某坡度以下可建築使用，某坡度以上不可建築使用。因此，現今台灣之山坡地限制需視其是屬何種規範範圍內，才能瞭解其受限之程度。

然而，本研究主要是就坡度面來探討台灣現今之限制狀況，以瞭解坡度的規範程度在何範圍內。以下即為台灣現行法令上有關山坡地開發坡度限制之相關規定：

（一）非都市土地開發審議規範：

非都市土地開發審議規範主要乃為配合區域發展政策，以促進非都市土地資源之永續利用。因此非都市土地開發審議規範除了在規範開發上之面積限制、開發回饋、限制開發區及申請開發時之程序及應備文件外，亦有對於山坡地之開發就坡度上加以限制。另外對於山坡地開發坡度上之限制主要規定在總篇之第十八條，其規範之內容主要為平均坡度在百分之四十以上之地區，其面積百分之八十以上之土地應維持原始地形地貌，且為不可開發區，其餘土地得規劃作道路、公園及綠地等設施使用；而平均坡度在百分之三十以上未逾百分之四十者，其使用則以作為開放性公共設施為主，不得建築使用。

（二）山坡地保育利用條例施行細則：

山坡地保育利用條例主要乃是在保育及利用山坡地上之相關規定。而有關山坡地開發坡度上之限制，主要規定在其施行細則。在其施行細則上，其將山坡地可利用限度劃分為六個坡度級別，各級別如下：

- 1、一級坡：坡度百分之五以下
- 2、二級坡：坡度超過百分之五但未達百分之十五
- 3、三級坡：坡度超過百分之十五但未達百分之三十
- 4、四級坡：坡度超過百分之三十但未達百分之四十
- 5、五級坡：坡度超過百分之四十但未達百分之五十五
- 6、六及坡：坡度超過百分之五十五

而在各級坡之利用上，一、二、三、四級坡地之可利用別為宜農牧地；第五級坡地為宜林地，第六級坡地為加強保育地。

因此，由山坡地保育利用條例上之規定可知，可進行開發使用為農、牧使用，但有一前提，皆須依省市主管機關之相關規定實施水土保持。

(三) 其他法令上之規定

關於其他法令上之規定，包括：

1、都市計畫農業區變更審議規範

其規範內容與非都市土地開發審議規範相同，為坵塊圖上之平均坡度在百分之四十以上之地區，其面積在百分之八十以上之土地應維持原始地貌，不得開發利用，且為不可開發區，其餘土地可供做道路、公園及綠地設施使用，而平均坡度在百分之三十以上未達百分之四十者，其使用則以作為開放性公共設施為主。但如為整體規劃上之需要，則可開發建築，不過其開發面積不得超過總面積的百分之五十。

2、都市計畫工商綜合專用區審議規範、都市計畫媒體事業專用區審議規範

此二審議規範之規定內容相同，主要乃為平均坡度在百分之三十以上之地區；其面積之百分之八十以上之土地應維持原始地貌，不可開發，但得作為生態綠地，其餘部分得就整體規劃需要開發建築。

由以上之資料可知，台灣現今在坡地開發之管制上也以坡度30%為一界線。30%以上之坡地開發必須受法令上之限制，例如作為開放空間使用、維持原有地貌或者必須有開發面積比例之限制。然而國外在山坡地開發之限制上，除了坡度之考量外，尚考量基地之環境基本條件，如地質條件、水文條件、地貌等，另外更透過責任制或簽證制來規範坡地之開發（如美國）。因此未來台灣在規範坡地之開發上，亦可仿照國外之作法，不只規範坡度，亦可參考基地之條件狀況，以責任制或簽證制來加以規範現今國內之坡地開發。

二、山坡地開發區位上之限制

由於人口的增加，生活形態的改變，致使山坡地開發成為一種趨勢，但由於坡地的自然資源、水文及環境生態因地理空間上之差異而有相當大的不同，因此在開發上就必須考量各種環境資源下所能承受的開發量，亦即對土地的容受力（Carrying Capacity）加以考量，以避免超出土地之容受力而造成災害事件。因此本章節將以環境之容受力的觀念來考量環境敏感區，並藉此區劃出山坡地的開發限制區位。

由於這些環境敏感地並非全部位於山坡地地區，因此，在此將選取較位於坡地地區之敏感地加以討論。依據行政院經濟建設委員會於1985年之「環境敏感地區土地規劃與管理之研究」，將環境敏感地劃分為以下幾類：

(一) 生態敏感地：

包括野生動物棲息地、自然生態地區、科學研究地區。生態敏感地區 (Ecological Critical Area) 的劃定是基於資源之品質、稀有性、或其在生態體系中所扮演之角色而定，因而其劃設生態敏感地時，其區位較有可能位於坡地上者包括：

- 1、野生動物棲息地：包括現有野生動物棲息地、溪流、河川及湖泊等能提供動物食物與生存環境之地區。
- 2、自然生態地區：主要包括多樣性質動物群落及獨特植物群落，其次為野生動物棲息地、稀有動植物、河、溪、湖泊等。
- 3、科學研究地區：主要包括溪、河、湖泊、濕地、獨特植物群落、野生動物棲息地、稀有動物等。至於劃設之區域如表 3-15。

(二) 文化景觀敏感地：

包括特殊景觀地區、自然遊憩地區、歷史、考古及文化地區。景觀敏感地一般而言，特定之景觀如古蹟、國家公園特別景觀區等，係法令中規定計畫開發、保留之景觀地區。而景觀敏感地在此將之劃分為以下幾項，如表 3-16

- 1、特殊景觀地區：以有特殊、豐富之自然景象為主，包括水、泉山峰、海灘、特殊植物群落、海岸、溪、湖等。
- 2、自然遊憩區：具有獨特性質、富有視覺景觀、生態教育及娛功能之地區
- 3、歷史、考古及文化區：主要為古蹟及文化遺址。

表 3-15 生態敏感地之劃設區域表

地區	生態敏感地
北部區域	1、保安林地：雪山山脈稜線附近 2、自然保留區 3、生態保護區：陽明山國家公園內 4、濕地：蘭陽溪、頭前溪、大漢溪、南澳溪等河川之谷地
中部區域	1、自然保留區：三義火炎山一帶 2、國有林自然保護區：包括雪霸自然保護區等六處 3、保安林地：主要分佈於雪山山脈附近、明德水庫、德基水庫及日月潭周圍 4、生態保護區：雪霸及太魯閣國家公園之生態保護區 5、濕地：包括苗栗西湖溪與南勢溪會流處附近、大安溪、大甲溪、烏溪及濁水溪等河川周圍之谷地
南部區域	1、保安林地：北大武山、知本主山附近與中央山脈稜線附近、阿里山、烏山頭水庫附近、左鎮丘陵及阿店水庫上游附近 2、自然保留區：出雲山 3、生態保護區：墾丁及玉山國家公園（高屏溪上游）
花東地區	1、自然保留區：台東蘇鐵、大武山及台灣穗花杉等三處，均位於台東縣西邊的中央山脈區 2、魚類保護區：新武呂溪溪流則位於台東縣海端鄉境內。 3、國有林自然保護區：包括台東海岸山脈闊葉林自然保護區等八處，其中僅玉里野生動物自然保護區位於花蓮縣西南隅，餘皆位於台東縣之森林區中。 4、保安林分佈於中央及海岸山脈與平原區交會地帶及東邊與西北邊的沿海。 5、太魯閣國家公園生態保護區，主要位於東部區域西北邊；而玉山國家公園生態保護區則位於花蓮縣西南隅。

資料來源：1、內政部營建署，1992，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（北部及南部區域）

2、內政部營建署，1996，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（中部區域）

3、內政部營建署網路查詢：環境敏感區及限制發展區劃設準則查詢，
<http://www.cpami.gov.tw/Welcome1.htm>

表 3- 16 景觀敏感地劃分區域表

地區	文化景觀敏感地
北部地區	主要分佈於陽明山國家公園、雪山山脈稜線附近（風景特定區、自然保留區、雪霸國家公園）
中部地區	主要分佈於廣大的高山地區、低山丘陵及各台地的邊緣，尤其高山地區間具陡坡、河谷及林地等多重特性，是中部地區珍貴的自然資源寶庫。
南部地區	包括曾文水庫、仁義潭、吳鳳廟、烏山頭、關仔嶺、澄清湖等風景特定區以及國有林保護區、出雲山自然保育區以及玉山、墾丁國家公園內之特別景觀區。
花東地區	1、史蹟文化敏感地的分佈地，除太魯閣及玉山國家公園的史蹟保存區外，東部區域的古蹟與遺址多分佈於縱谷平原與海岸平原上。 2、自然景觀敏感地最敏感的Ⅲ級敏感地主要分佈於中央山脈及海岸山脈上屬高山陡坡且具有特殊植被或河谷或河谷景觀的地區。而次一級的Ⅱ級敏感地則位於中央山脈及海岸山脈上坡度較緩，或與平原區交會的台地邊緣，以及一些河谷溪流附近的地區。敏感地Ⅰ級的地區則主要位於縱谷地區及部分海岸平原區。

資料來源：1、內政部營建署，1992，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（北部及南部區域）

2、內政部營建署，1996，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（中部區域）

3、內政部營建署網路查詢：環境敏感區及限制發展區劃設準則查詢，
<http://www.cpami.gov.tw/Welcome1.htm>

(三) 資源生產敏感地：

包括農業地區、水源保護區及礦產區。水為人類生活與生產活動所必須，亦為動植物為生所不可或缺，因此依據營建署之「台灣地區環境敏地劃設與土地適宜性分析技術報告」中將資源生產敏感地定義為：

1、地表水源維護區域。

2、地下水補注區。

由於地下水補注區主要位於各河川之沖積平原上，因此在此不做討論，而只討論地表水源維護區域。

依據營建署之技術報告中，將之區劃成四類同質區，其劃分原則乃是依因素組合法來決定地表水源維護敏感地之各項分級。其分級如下：

A區：本區坡度較D區緩但比C區陡，開發時容易造成中度程度之土壤流失，對水質之影響較大，為水質維護地區。

B區：本區自然儲水能力不佳，降雨時易形成逕流而流失，且地勢平坦，若無大量水流冲刷應不致引發大量土壤流失；但由於距離河川較近，因此在開發時對於緩衝區之設置須加以考慮。

C區：此區之儲水功能為次佳，地勢較為緩和，不致因開發造成大量土壤流失，所引發之污染程度較小，為水量維護地區。

D區：此區之儲水功能為最佳，且坡度極陡，易因開發行為而造成大量地表逕流及土壤流失，因此將本區劃設為為水質水量最為敏感之地區，且必須加以維護之地區，因此此區應限制開發並加強水土保持。

而其中B區大多位於平原地區，因此在此不將其考慮。而在考量水源水質水量保護區之分佈後，所得到之地表水源維護敏感地，其分佈區

域如表 3-17。

(四) 天然災害敏感地：洪患地區、火災地區、地質災害地區及空氣污染地區。

在天然災害敏感地部分包括以下兩項：

- 1、洪患地區：此範圍為人類活動有遭受洪水侵襲的潛在可能，包括平原地區以及海岸地區。
- 2、地質災害地區：地質災害包括地震、地滑、山崩、地陷、嚴重沖蝕等發生頻率較高之地區。

由於此部分之患地區大多位於平原地區，因此此部分將以考量地質災害為主要。在其劃分上，劃分之原則為考量其相關因素，包括地質岩性、土壤深度、坡度及斷層等，其劃分之區域如表 3-18。

因而由以上之各敏感地之劃分，可得出台灣現今坡地開發在生態敏感地之限制上所畫出限制開發之地區。

表 3-17 資源生產地劃分區域表

區域	資源生產敏感地
北部區域	A、現況沖蝕量大，而潛在沖蝕量亦大之地區。主要分佈於河川兩側陡峭之地形，如台北盆地邊坡、中央山脈河川兩側等地。 C、主要分佈於丘陵地、臺地邊坡以及山區較平緩地區 D、分佈於區域內山地和丘陵地之邊坡上坡處，如中央山脈、雪山山脈等山地地形等。

續表 3-17

中部區域	A、此部分之分佈區為較少，主要分佈在八卦山台地東部區域 C、此部分主要分佈於近山丘陵（如苗栗及斗六丘陵一帶）以及彰雲平原。 D、此部分分佈較為廣泛，主要分佈於此區較高海拔之山區，另外在八卦台地及大度山台地亦有分佈。
南部區域	A、分佈的區位有竹崎丘陵位於蘭潭、仁義潭附近的邊陂地帶以及阿里山、萬壽山等山地部分有零星區為分佈。 B、分佈於區內較平坦之地，如嘉南平原、高雄平原及屏東平原 C、主要分佈於台地邊陂、丘陵地且距河川較遠之地區。 D、此部分大多分佈於山地之陡坡處（水質水量區除外），如阿里山及泰武、來義、春日等山區。
花東地區	A、此級地區主要分佈於縱谷平原及海岸平原地區城鎮附近。 B、此級地區分佈的區位大多位於縱谷平原、海岸平原及地勢較為平緩之近山丘陵。 C、此級地區分佈區位較為零星，而且面積較少，主要以中央山脈及海岸山脈之山坡地為分佈區位。 D、此級地區分佈最為廣泛，包括中央山脈之高海拔山區及海岸山脈。

資料來源：1、內政部營建署，1992，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（北部及南部區域）

2、內政部營建署，1996，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（中部區域）

3、內政部營建署網路查詢：環境敏感區及限制發展區劃設準則查詢，
<http://www.cpami.gov.tw/Welcome1.htm>

表 3-18 天然災害敏感地劃分區域表

區域	天然災害敏感地
北部區域	此地區地質穩定之地區包括蘭陽平原、台北盆地、桃園中壢台地、及新竹頭前溪、鳳山溪沖積平原，次穩定之地區分佈於西部地區之台地邊坡、丘陵地等，其餘之山地地區均為潛在災害嚴重或次嚴重之地區。
中部區域	潛在災害嚴重地區主要分佈於東半部之高山地區，而次嚴重地區主要分佈於此區之低山丘陵區，而此區之西部台地及平原部分為地質災害較少之地區。
南部區域	地質不穩定之地區包括潮洲斷層以西等山地部分以及恆春半島上部分。
花東地區	潛在災害嚴重地區主要分佈於西半部的中央山脈高山地區，各項因子都指出此區潛在地質災害的嚴重性是較高的。另外，由於山區岩層較為破碎，中央山脈地區的片岩、板岩易於崩解，而海岸山脈則是礫石及碎屑物含量很高，再加上大小溪流的侵蝕，致使各河川中礫石堆積相當豐富，較嚴重者則形成大小不同的土石流，如海岸山脈沿線地區及縱谷兩側之傾蝕溝或河口地區，也是應注意的地質災害嚴重地區。

資料來源：1、內政部營建署，1992，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（北部及南部區域）

2、內政部營建署，1996，台灣地區環境敏感地劃設與土地適宜性分析技術報告（中部區域）

3、內政部營建署網路查詢：環境敏感區及限制發展區劃設準則查詢，
<http://www.cpami.gov.tw/Welcome1.htm>

第四章 坡地災害案例

第一節 坡地災害類型介紹

民國八十五年七月三十一日在南投的信義鄉神木村發生了土石流事件，民國八十六年八月十八日溫妮颱風在台北汐止林肯大郡造成了順向坡的滑動，以及八十八年九月二十一日於集集所發生之大地震，此地震帶來的是無數的家毀及人亡。短短幾年間，土石流的災害、順向坡的滑動、泥流災害及地震災害讓台灣本島死傷了兩三千人，且坡地景觀亦因此為之變色，而此些事件讓原山坡地開發之熱潮頓時減少許多。因此對於山坡地開發所涉及到的坡地災害已成為眾多人心中的惡夢。而坡地災害之類型不只以上所述之幾項，更包括有多種類型，依陳建忠，山坡地建築規劃設計階段安全防災技術手冊之研究(內政部建築研究所)於八十八年六月所做之成果報告中將坡地之災害類型區分為四項，包括氣象災害、地震災害、地質災害及關聯災害等四項。而各項之影響範圍如下：

一、 氣象災害：

氣象災害對於山坡地建築開發而言，最主要之影響範圍即為雨量所帶來的洪患以及土壤沖蝕等災害現象。

二、 地震災害：

地震災害主要之產生影響範圍為包括建築物之損壞、土壤液化、山崩地滑以及各項設施的損壞等現象。

三、 地質災害：

地質災害主要包括山崩、地滑、潛移、土石流以及土壤沖蝕等現象。

四、 關聯災害：

關聯災害主要為因前述所衍生之火災以及公用設備災害等項目。

然而歷年來，台灣發生了如上述類型的各項災害，造成了相當大的損失，

有關近年來發生之重要坡地災害案例，如表 4-1

由表 4-1 可知，台灣大多數之坡地災害發生皆與水文及地質有關，另外，亦有許多災害之造成是導因於人為的過度開發或是設計不良所造成。而此次研究，主要係探討這些災害類型發生在坡地之情形，並且探討其與坡度之相關性。

表 4-1 台灣近年來發生之災害案例

年度	坡地災害名稱	坡地災害內容及災害原因
1994.7.21	淡水米蘭山莊填土坡滑動	1. 回填基地排水不良 2. 擋土牆水壓過大傾斜 3. 滑坡下陷 50 多公尺 4. 風化凝灰岩及凝角礫岩之溶岩台地 5. 凝灰岩風化，遇水軟化
1995.6.25	三峽白雞萬代福社區震滑	1. 兩棟別墅埋沒，四棟別墅坍滑 50 公尺 2. 回填基地排水不良 3. 擋土牆設計不當 4. 山脊突出易累積震波能量，地震力大 5. 山谷斜坡上突出平台，位移較大
1996.11.16	汐止瑞士山莊階梯式挖填坡滑動	1. 排水系統不足、不良 2. 回填土不良，壓縮下陷 3 公尺
1997.4.2	桃園上巴陵田旺山莊崩塌	1. 地下兩層，地上五層發生坍塌，整棟建築物掉落一百多公尺深山谷 2. 位於向源侵蝕區上游 3. 節理發達 4. 坡頂超量荷重 5. 基礎承载力不足 6. 土地超限利用
1997.8.18	士林德行東路土石流災變	1. 上方廢棄泳池回填，排水不良 2. 山谷自然排水，受房屋阻隔改向 3. 水道縮小，束水供砂，形成土石流
1997.8.18	汐止林肯大郡順向坡崩塌	1. 厚層塊狀砂頁岩互層 2. 雨水滲入砂頁岩間，頁岩軟化，抗剪力

		低 3. 未保持安全距離 4. 設計未考慮地下水壓 5. 地錨設計上之改變(由 468 支減少為 344 支)
--	--	---

資料來源：

1、工研院能源與資源研究所土地資源資訊 <http://geo.erl.itri.org.tw/>

2、詹添全，1999，林肯大郡災變分析，第八屆大地工程學術研討會論文集

第二節 坡地災害案例

一、案例一：台中東勢鎮伯公壠基地

(一) 基地之基本介紹--地形及地質

本基地位於台中縣東勢鎮東北方約 1 公里處，北側緊鄰大安溪，南側則接砂連溪之支流，基地面積約 32,200 平方公尺。基地地形以北、東、西三方位較高。如就基地地形而言，此基地為向南傾斜，亦為一山谷地形，標高最高約 430 公尺，最低約 350 公尺，鄰近最高點約 465 公尺平均坡度小於 20%。整體而論，本基地在地形上屬於丘陵地形。

本基地地層屬於上新世之卓蘭層，主要是由砂岩、粉砂岩、泥岩和頁岩的互層所組成。砂岩之種類以混濁砂岩至亞混濁砂岩；頁岩和泥岩呈青灰色或暗灰色。基地附近並無重大之地質構造，僅於東勢附近有吊神山背斜及吊神山斷層，故對本基地影響不大。本地區地表大部份種植果樹或林木叢生，其出露岩層因受風化作用影響而呈黃棕色，部份新鮮則呈灰色或暗灰色。主要溪流呈樹枝狀水系；岩層因地質年代較輕，故膠結鬆散，用手捻之即碎，依現場實地調查及鑽探結果，基地附近地表處主要由泥岩及泥質砂岩所組成，通水性低。因基地內西側部份屬崩塌地，故層面位態變化很大，其走向約為北偏西 40 度至 80 度，向南傾斜約 10 度至 20 度；節理面則不顯著，故基地內主要不連續面以層面為主。

(二)邊坡穩定性評估

本基地位居台灣中部，降雨量自民國五十九年至七十八年，其年降雨量最高可達 2,234.5 公厘(民國七十年)，單月份降雨量以七、八、九三月份最高，可達 500 公厘以上，而以十月及十一月降雨量最低。本基地之地下水位依鑽探時所量測之地下水位資料顯，大部份鑽孔其地下水位約離地表 5 公尺以內，且部份鑽孔有湧水現象，顯示本地區地下水位相當充沛，依鑽探所得岩心資料研判，本地區地下水可能包含非受壓水層(unconfined)主要以地表下砂土層及砂岩層為主及受壓水層(confined)，主要為地層中較深之鬆散砂岩層，其上為不透水泥岩所阻隔而形成一封閉水體，故鑽至此受壓水層時，常有地下水湧出；且本地區因地形因素，當豪雨來時，雨水常集中於低窪地區造成淹水現象。

本地區大部份均位於老崩塌地上，地表層即為崩積層所組成，其成因由野外資料研判，係因上部地質材料軟弱，形成易透水層，降雨時雨水向下滲透至下部為泥岩或頁岩之層面所阻隔，使地下水堆積其上降低層面之剪力強度，而坡腳則因受基地南邊船形坑溪之沖刷，造成坡腳流失，故致使塊體沿層面向下滑動(如圖 4-1)，再由現地地質調查及岩心資料具有擦痕情形，顯示此一崩塌地仍有持續滑動之跡象。由本區各項地質條件及外在自然因素顯示，本基地之邊坡滑動可能屬於二複合型之滑動，可能包含有圓弧型破壞、平面破壞、旋轉式滑動及潛移性之平面滑動破壞等組合而成，其破壞係因河流沖蝕坡腳，暴雨、地震等因素而造成多次滑動，至今仍處於不穩定狀態，有持續滑動之跡象。

(三)邊坡保護措施

由上述造成本基地地層滑動之主因為地下水及坡腳受河流之沖蝕，因此為達到邊坡穩定狀態，必須針對此兩大因素加以防範，可以下列措施達到邊坡穩定效果。

1、排水

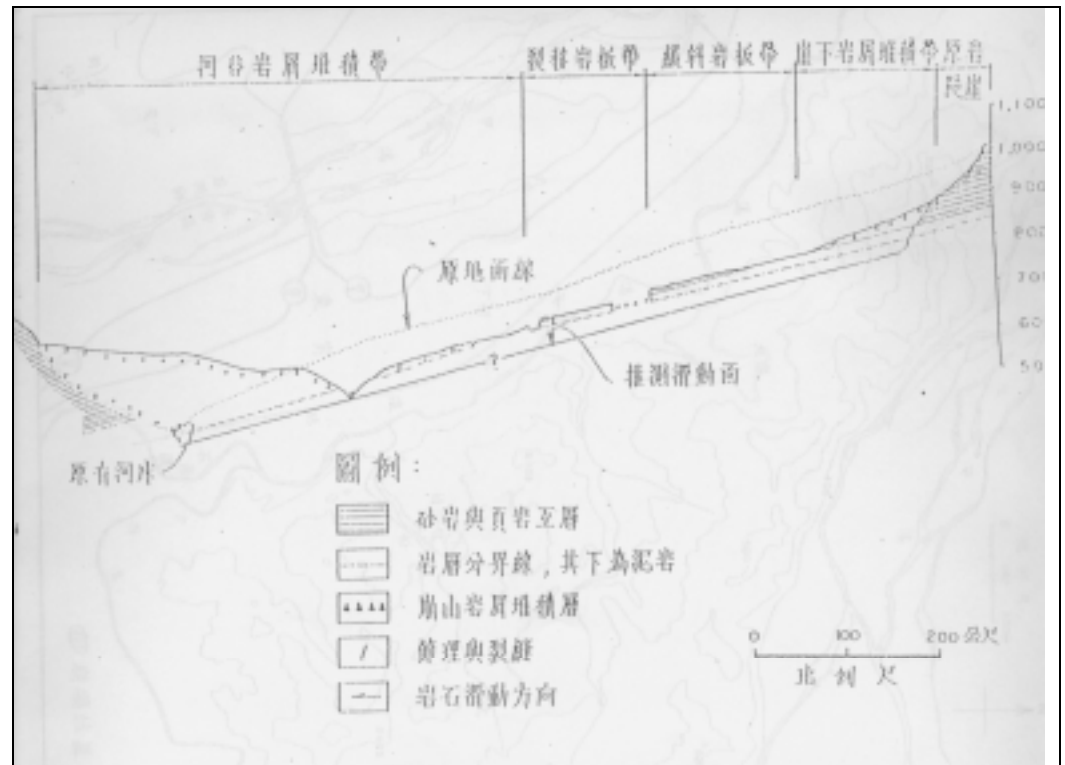
一般而言，排除地表逕流水使其不向下滲透，為使邊坡達到穩定狀態最佳途徑，因地下水位增加少許，就可大大降低邊坡安全係數。一般排水方法可分為表面排水及地下排水兩種。表面排水包括明溝、截水溝及加強地表植生；地下排水包括：集水井、橫向集水法及排水廊道等。

2、溪流整治

河流之沖刷邊坡坡腳是造成基地邊坡滑之另一要素，如不適時採取保護措施，河床之侵蝕可能形成邊坡持續性滑動而處於不穩定狀態，因此對於河流流經之坡腳應特別加以處置，以減少河流對於邊坡坡腳之切割。其處理方式包括於溪流攻擊坡部份築結構擋土牆以護岸、河流改道及浚櫟等施以減緩河流對邊坡之破壞，如此方能達到邊坡穩定效果。

二、案例二：基隆市大竿地區之山崩

基隆市大竿地區乃是位於大武崙山之東南方，距離基隆約 3.5 公里，而此地區於民國六十九年二月中旬發生岩塊滑動之現象



資料來源：經濟部中央地質調查所，1994，台灣地區上新世—更新世岩層邊坡破壞模式分析及探討

圖 4-1 伯公壠地區滑動圖示

亦即在一傾斜上之岩層面向下滑動，而使坡腳處之數公頃土地因為受擠壓而隆起，以至於無法使用。

此次的山崩性質是屬於岩塊滑動。構成崩塌地岩層的地質是屬於木山層之厚層或是塊狀粗粒白沙岩。此岩層由東北向東南傾斜，其傾角約在 18° - 22° 之間，其滑動情形及所屬地層類型如圖 4-2 所示。

而歸納本地區發生崩塌的原因如下：

- (一)順向坡的地形
- (二)砂頁岩互層的岩性
- (三)豐沛的雨量
- (四)人為的破壞坡腳

而依據學者的研究調查，此次發生崩塌的最主要原因應為第四項，人為活動對於坡腳的破壞。

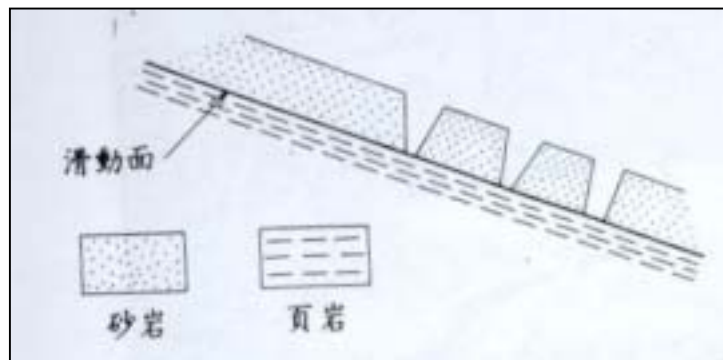


圖 4-2 大竿林山崩示意圖

資料來源：中國工程師學會，1984，台灣工程基本資料叢書之四--地質與工程

三、案例三：花蓮銅門村土石流案例

民國 79 年 6 月 23 日歐菲莉颱風所形成的土石流，在花蓮銅門村造成數百億財物及近百條無價生命的損失。以下就銅門村之土石流災害案例，來剖析其地質環境中的因素與土石流發生機制的相關性，分析方式包括航空照片的判釋、地質及地貌的野外調查結果

(一)航空照片判釋

- 1、1980 年本區之主要河流為由西向東流之木瓜溪，由航空照片中可看出這些溝谷雖小，但頗為清晰，並無巨大之堆積土石材料存在於溝谷中，也就是說，在該年度之侵蝕、冲刷狀況並不嚴重。
- 2、1985 年該年之地貌並無太大改變，側向袋口狀之地貌特徵並未



形成。由航空照片顯示溝谷兩岸岩坡之地貌、地質材料之堆積變化與 1980 年之情況較為相似。

圖 4-3 銅門地區 1980 年航空照片

資料來源：陳宏宇等三人，1999，土石流發生機制與地質環境之相關性，地工技術第 74 期



圖 4-4 銅門地區 1985 年航空照片

資料來源：陳宏宇等三人，1999，土石流發生機制與地質環境之相關性，地工技術第 74 期

- 3、1990 年發生歐菲莉颱風後，銅門村之溝谷變成原來的二至三倍大，崖坡很清楚的出現在溝谷小河之側壁上，小的袋口不僅堆積，也被侵蝕並互相連結成新的小溪流或溝谷。很多植物被沖離，包含道路、建築結構體等泰半的銅門村已被流動的土石材料所掩埋。由照片可看出崩塌的大量地質材料堆積於溝谷中，並於谷口形成三角洲，如圖 4-5。



圖 4-5 銅門地區 1990 年航空照片

資料來源：陳宏宇等三人，1999，土石流發生機制與地質環境之相關性，地工技術第 74 期

(二)地質概況

本區之岩石主要為石英雲母片岩、千枚岩、雲母片岩、雲母石英岩和少量的綠泥片岩與變基性岩所組成。在銅門村周圍岩層之片理位態的分布大致為 $N40^{\circ}E$ ，向南傾斜 11° ，其間距為 2mm 至 4mm 間。為順向坡 (dip slop) 和楔形坡 (wedge slope) 之模式。

1、地貌表徵：

本區在歐菲莉颱風侵襲期間，因土石流帶著岩塊沖下溝谷，在村子裡形成一個大三角洲的沖積扇，形成之沖積扇長約 120m，寬約 70m，厚約 6m，堆積地質材料包括岩石碎屑及細顆粒部份。依據陳宏宇等三人 (1999) 之觀察，土石流後方山谷之

坡度約 25° (約 45%)，溝谷形狀在災害前以“V”字形為主，災害後則呈“U”字形，溝谷之側壁也因摩擦關係而形成平滑狀，這個結果似乎說明著土石流之侵蝕作用強烈且流動力相當強大。

銅門地區的其中三個剖面，圖為 a-a'、b-b' 及 c-c' 三個剖面，作為示意上的參考。在高程 475m 至 570m 之發生部地區，溝谷形狀在災害前以“V”字形為主，平均坡度為 19° (見表 4-2)；災害後呈“U”字形，平均坡度為 17° 。從災害前 (1980 年) 和災害後 (1990 年) 之谷形比較顯示，災害後溝谷向下侵蝕且向兩側擴張，平均向下侵蝕 5m。在高程 475m 到 203m 之流動部地區的溝谷，其侵蝕與堆積情況均有出現，發生部由剖面資料顯示，如圖 4-6、表 4-2 所示，在災害後之谷形均為“U”字形，坡度由 26° 變為 24° ，而其平均坡度為 25° (陳宏宇等三人，1999)。

2、穩定性分析

由於銅門地區各不連續面的坡體組合不僅具有順向坡模式，也具有潛在性平面及楔形破壞模狀。在平面破壞上，具潛在性平面破壞模狀之岩坡在平常狀況下，其安全係數為 1.13，顯示此種坡體的穩定性相當高；但若此種坡體一旦形成在滿水的情況下，其安全係數便會完全降低至 1.0 以下，使坡體產生破壞的現象。另外，在其有潛在性楔形破壞模狀下，其安全係數在平常狀況下為 1.03，顯示其坡體的穩定性尚可，但在地下水位昇高的情況下，其安全係數為 0.89，即安全係數降低，坡體便發生破壞。

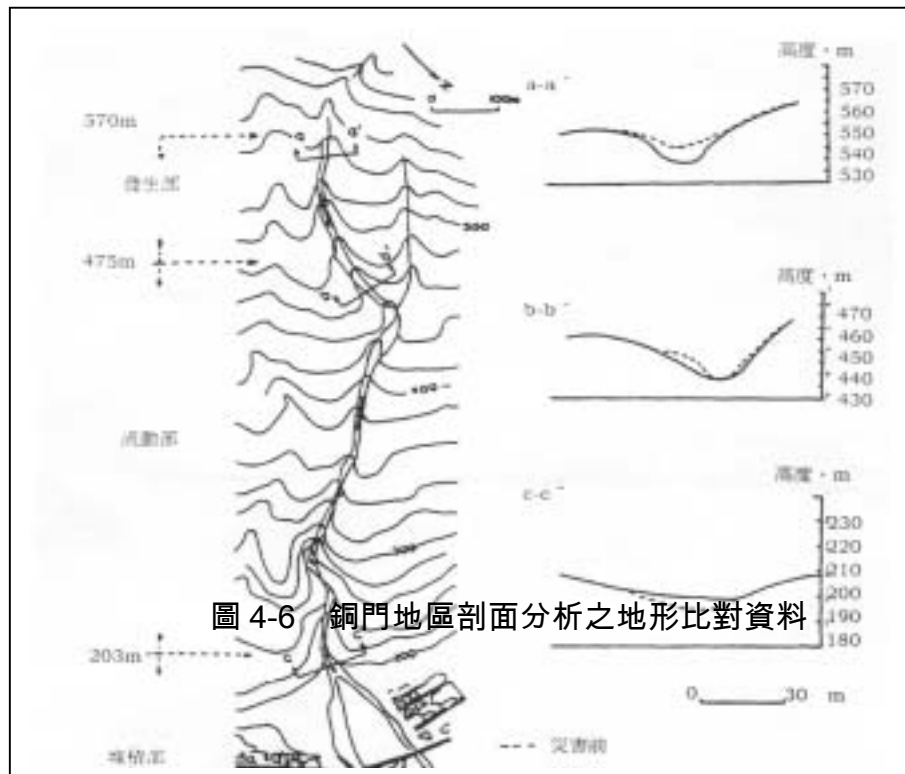


圖 4-6 銅門地區剖面分析之地形比對資料

相關

表 4-2 銅門地區災發發生之相關資料

	高 程 (公尺)	剖面特徵	平均坡度	谷型	災害後分布狀況
發生部	570~467	溝谷在災害後為向下及向谷壁兩側侵蝕	19° (約 34 %)	災前：V 災後：U	侵蝕 5 公尺
流動部	467~203	溝谷在災害後為向下及向谷壁兩側侵蝕為主，但已出現局部堆積之現象	25° (約 45 %)	災前：U 災後：U	堆積 2 公尺 侵蝕 3.5 公尺
堆積部	203~165	溝谷在災害後以堆積為主，局部為侵蝕	9° (約 16 %)	沖積扇	堆積 1.5 公尺

資料來源：陳宏宇、蘇定義等，1999，土石流發生機制與地質環境之相關性，
地工技術

四、案例四：林肯大郡災害案例

民國 87 年 8 月 18 日在台北汐止地區的林肯大郡因溫妮颱風之肆虐，造成嚴重之坡地災變，此一災變剎那間帶走了 28 條人命，也因此激起了大眾長久以來對山坡地開發問題漠視的關注。

此次林肯大郡災變發生的主要原因除了短時間上的大量雨水之外，基地的勘查(地質鑽探)不確實是主要之因素。由於地層的變化複雜，靠調查的有限資料進行規劃及設計，常會與施工時的情形有所出入，因此必須有專業人員的判斷設計。而此次災害的發生，即是鑽探調查上的不實所造成的，在調查報告上所載的為砂岩，但實際情形上卻為砂頁岩互層，不同的岩層地質，其發生災害的可能性亦不同；另外業主委託工程顧問公司所做之設計原先並未考慮地下水位之問題，且最初所設計之地錨支數已需 468 支；然而實際上，業主交付營造廠施工的地錨數僅有 344 支，加上部分施工不良、順向坡及坡趾被截的原因，致抵抗邊坡滑動及覆重之力量顯然不足，因此，造成了上方堆積之土石滑動，而衝擊坡趾下方之林肯大郡社區（見圖 4-7）。

依詹添全(1999)對林肯大郡所作的災變分析中所作的試驗，其試驗方法主要係以不同接觸勁度模擬地錨對砂頁岩互層岩盤之作用，並考慮砂頁岩互層之岩盤因地下水之影響，所產生之不同摩擦角來作分析；其分析結果顯示砂頁岩互層之摩擦角、接觸勁度及坡腳擋土牆穩定與否，此三者為此案坡地崩滑最大之因素，當砂頁岩互層之摩擦角大於 30° 時，坡腳擋土牆變形為傾覆地形；當砂頁岩互層之摩擦角小於 30° 時，坡腳擋土牆變形為平面滑動變形；且依據現場之觀察，此災害之岩體衝擊至擋土牆並推擠至建物造成建物之倒塌變形，依其分析，砂頁岩互層之摩擦角因泡水使不同岩層間之摩擦力降低，在參考摩擦角因泡水降低使擋土牆成滑動變形之機制下，所得到之結果，其摩擦角應小於 18.2° ，詳如表 4-3。

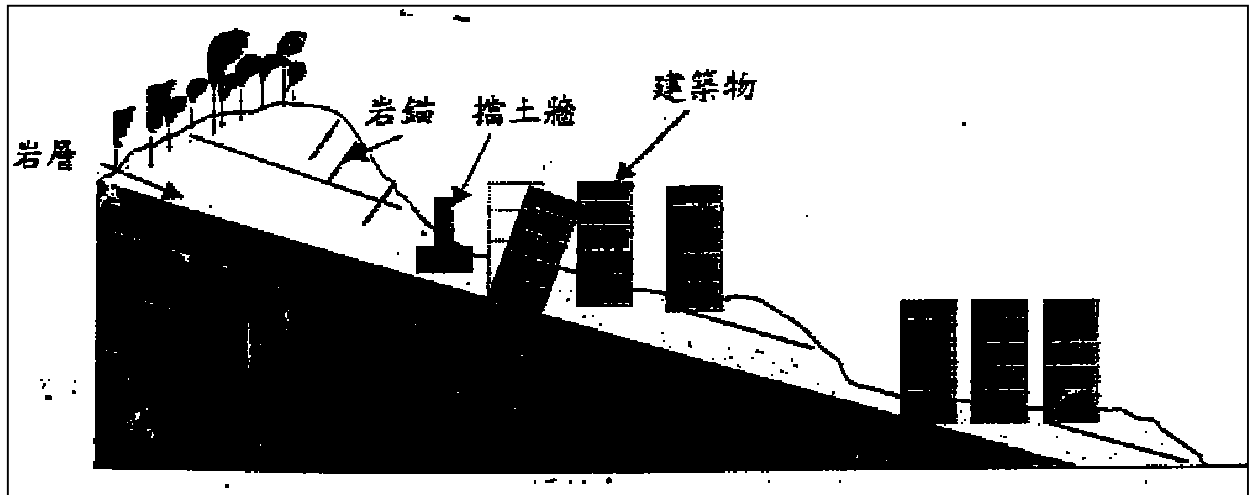


圖 4-7 林肯大郡災害示意圖

表 4-3 砂頁岩互層時坡地發生災害之情形

摩擦角	變形情形
磨擦角大於 30 度	坡地產生傾覆變形
磨擦角小於 30 度	坡地產生平面滑動變形
磨擦角約 18.2 度 (磨擦角因泡水降低)	於林肯大郡災變現場為平面滑動變形

資料來源：詹添全，1999，林肯大郡災變分析，第八屆大地工程

學術研究討論會論文集

另外，此次災變發生之原因除了以上所示之地質關係外，也包括以下之因素：

(一)降雨及排水：

此次發生滑動之斜坡絕大部份皆有混凝土鋪面加以保護以防止雨水滲入，但由於斜坡之頂部並未鋪設混凝土，所以降雨可由坡頂下滲至斜坡上部之薄層砂頁岩互層，而斜坡下緣之擋土牆若不具備及時排除積水

功能，下滲之雨水會逐漸累積，而造成岩石充分飽合，重量大幅增加，並且潤滑砂頁岩互層之泥質層面，造成滑動。

(二)坡腳切除

由於滑動區為一順向坡地形，如圖 4-8，易於滑動，而其坡腳已遭切除使潛在滑動面露空，更減低其穩定性。雖然以擋土牆及地錨等設施加以保護，但顯然不足以防止災害發生。

(三)未保持安全距離

建築區與發生滑動之斜坡，其距離僅約 3 公尺，而此斜坡之坡高卻達 30 公尺，顯然未保持足夠的後退距離。

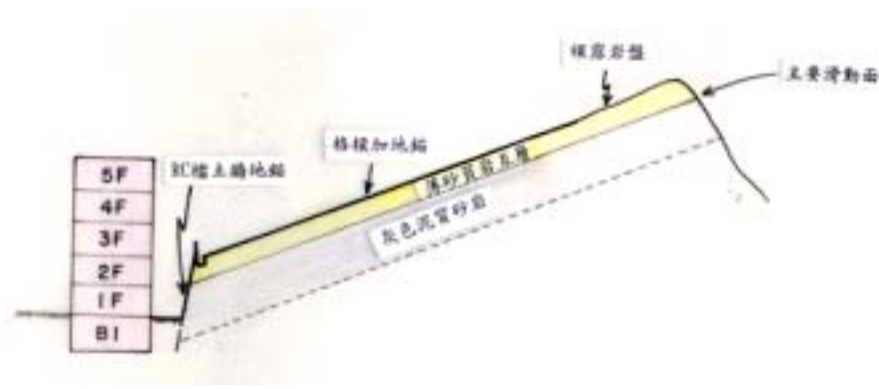


圖 4-8 林肯大郡災害環境狀況示意圖

資料來源：工研院能源與資源研究所土地資源資訊站：<http://geo.erl.itri.org.tw/>

五、案例五：九二一集集大地震災害案例—草嶺堰塞湖及九份二山兩例

88 年 9 月 21 日台灣發生百年來之大地震，芮氏規模 7.3 的大地震瞬間奪走了的許多生命，四處可見的是斷簷殘壁，台北新莊博士的家、

台中東勢王朝、南投九份二山、草嶺潭...等多處災害地點。而造成這些災害得元凶乃是因車籠埔斷層發生錯動，此次以斷層沿線之災害較為嚴重，估計此次災害奪走了兩千多條人命，造成數萬人無家可歸。而在此以草嶺潭堰塞湖及九份二山之相關之災害案例來探討此次地震在山坡地上造成之災害，並且瞭解其與山坡地坡度之關連程度。

(一) 草嶺堰塞湖案例

此部分主要是藉由 88 年 9 月 21 日，在台灣發生的地震災害中之草嶺堰塞湖崩塌狀況來加以探討。

1、草嶺堰塞湖在歷史上之發生狀況

88 年 9 月 21 日，台灣發生了百年來的大地震，震央在南投縣的集集，而在地震發生後，引發了草嶺地區山崩，因而形成堰塞湖。此種情況為草嶺地區在有記錄來崩塌之第四次(詳崩塌歷史簡表 4-4)。歷史上崩塌經過如下：

(1) 第一次崩山於民國前 47 年，發生崩塌堵塞河道形成天然水潭，於民國前 14 年沖毀。

(2) 第二次崩山於民國 30 年 12 月 17 日受嘉義大地震(芮氏規模 7.1)影響，致溪流堵塞。民國 31 年 10 月 23 日起，上游水庫盈滿，形成壩高約 170 公尺，水庫容量約一億二千萬立方公尺之天然壩。民國 40 年 5 月 18 日因連續豪雨，壩體溢流水路致潰決。

(3) 第三次崩山發生於民國 68 年 8 月 14 日，因豪雨導致右岸舊崩積土再度堵塞河道形成一天然壩高度約 90 公尺，頂部長(橫跨河道長)約 110 公尺，頂部寬約 100 公尺，底部寬(沿河上下游)約 1000 公尺，水潭蓄水量約四千萬立方公尺。該水潭因連續降雨水位升高，於同年 8 月 25 日潰決。

2、草嶺堰塞湖崩塌情形

88 年 921 大地震造成草嶺地區發生大坍方，阻礙清水溪而形成堰塞湖，對下游居民造成相當大的生命威脅，其基本資料如下（經濟部水利處，1999）：

表 4-4 草嶺大崩塌歷史簡表

崩塌期別	崩塌日期	崩塌原因	崩塌土方量	天然壩高	阻塞河道長度	蓄水容量	潰絕時間	潰決時間	造成原因
第一次	民國前五十年	地震	不詳	不詳	不詳	不詳	民國前十四年	不詳	不詳
第二次	30.12.17	地震	不詳	70 公尺	逾兩千餘公尺	一億一兩千萬方尺	40.5.18	豪雨、洪水沖刷	-----
	31.10.23	豪雨	一億兩千萬立方公尺	170 公尺（連前）	同上				死亡 137 人，受災田地約 3000 公頃，受災人口約 10000 人
第三次	68.8.14	豪雨	500 萬立方公尺	90 公尺	約二千餘公尺	四千萬方尺	68.8.25	豪雨、洪水沖刷	崩潰前以疏遷居民，未造成大災害，桶橋頭及瑞草橋沖毀
第四次	88.9.21	地震	一億兩千萬立方公尺	上游 50 公尺	約五千餘公尺	四千萬方尺	---	---	---

資料來源：經濟部水利處網站（<http://www.wca.gov.tw/>）

(1)崩塌堆積堰塞湖上游高度約 50 公尺(標高約 540 公尺)。

(2)集水區面積約 162 平方公里 。

(3)崩塌面積約 400 公頃 。

(4)崩塌長度(沿河上下游)約 5 公里 。

(5)崩塌土方量約 1 億 2 千萬立方公尺 。

(6)蓄水容量約 4 千 5 百萬立方公尺 。

(7)上下游崩坍情形 。

A、上游崩塌面約在草嶺渡假區西方 1.5 公里處，堆積高度約 50 ~ 120 公尺，崩塌範圍向西側綿延約 4 ~ 5 公里，預估迴水長度達 5 公里。

B.下游崩場地約埋沒清水溪與支流生毛樹溪二溪合流口，合流口雖有淹沒，但以勘查及航照資料研判，支流水流仍可自然下流。

3、崩塌原因探討

依據草嶺崩塌之原因記載，可知草嶺在之前的崩塌皆以地震及豪雨為主，然這兩項皆屬誘因，如無此兩項因素，在此地區尚包括一些基本之災害發生因素，包括地形坡度、岩層性質、地質構造、河流冲刷以及水土保持..等基本原因。概述如下：

(1) 地形

草嶺地區之原始坡度約僅 12° (約 21.5%)，與岩層傾斜角度相同。而由於其坡址處有清水溪經過，因清水溪西段侵蝕其坡

腳，致使此地區之坡腳裸露，失去支撐力，而使此地區產生滑動。

(2) 雨量

台灣的雨量大多集中於夏季，且由於颱風及梅雨季節，使雨量集中且量大，也增強了對地表之沖蝕。依據中央氣象局的調查，此地區之雨量大約為 2,336 公厘。由於豪雨來臨時，會對地表產生沖刷之外，部分雨水會沿岩層之節理面或是層面其他之細縫滲入，使邊坡產生不穩定之狀態。如林肯大郡的發生亦因雨水滲入砂頁岩互層之坡地中造成邊坡之滑動。而此地，則因雨水滲入岩層中，產生部分封閉之地下水壓增加，而提高岩層內孔隙水壓，致使邊坡產生不穩定之狀態，而造成地滑之現象。

(3) 岩層性質

草嶺地區之岩層主要由錦水頁岩與其上部之卓蘭層所組成。錦水頁岩由砂質頁岩所組成，其透水性較差，而其上部之卓蘭層係由厚層砂岩所組成，砂岩膠結鬆散，孔隙率高，透水性強。因此降雨時，雨水沿此滲入下部之不透水頁岩層後沿此界面向下流動，導致砂頁岩層面孔隙水壓增大，頁岩層抗剪力強度變低，使岩層處於不穩定之狀態，終造成坡地滑動災害。

(4) 地質構造

此次崩塌之草嶺地區位於楓仔崙向斜右側及草嶺背斜左側，由於岩層受構造應力擠壓作用造成褶皺，伴隨節理產生，其節理主要有二，一組為走向北 20° 東，向東傾斜 78°，另一組走向約與層面走向相同，傾斜角度幾近垂直，由此二組不連續面提供了滑動體上方之分離面及側向之滑動面；而崩坍區之層面位置約為北 70° 西，向西南傾斜 12°。因而此地區發生滑動之因，主要為受褶皺之作用，導致岩層間之滑動，再加上邊坡頂部有裂隙存在，雨水藉此滲入，導致內部水壓增加，提高岩層之不穩定性。

(5) 地震

台灣位於環太平洋地震帶西側中部，位處於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊碰撞處，故地震頻繁。世界上大部份地震，約百分之八十發生在太平洋周圍而構成環太平洋地震帶，而台灣嘉南地區又屬強震區，民國 30 年 12 月 17 日嘉義烈震，其芮氏規模為 7.1，民國 88 年 9 月 21 南投集集發生芮氏規模 7.3 的大地震，兩次皆引發草嶺大山崩，故可推知強烈地震亦是引發本區山崩之另一重要因素。

4、崩塌機制

草嶺地區乃是位處於阿里山山脈西支嶺線附近，地形屬於山岳地帶，而清水溪則是此地區之主要河流。此次的集集大地震崩塌的範圍，乃是位於楓仔崙向斜及草嶺背斜之間，其中楓仔崙向斜為草嶺地區過去多次及此次發生崩塌的主要構造。

此次的山崩區位於楓仔崙向斜之東翼，原本就是個容易發生坍塌的地區，過去幾次亦大多發生在此附近，而造成此崩塌的原因，除了地質本身之因素外，坡度、河川之切割亦為其原因，如此次發生之地區其岩石層面之傾角約為 10° - 20° 之間（潘以文等五人，1999）。因而此次大坍塌之發生乃是在強烈地震下所引發北岸極大規模之順向坡滑動破壞，藉由大量之土石滑動，使的大量之土石堆積在清水溪對岸（南岸）坡腳，而形成最終之崩積現狀。大坍塌之後所造成之崩塌面積廣達四百公頃，造成阻塞長達五公里，而土方量則大約 350,000,000 立方公尺以上，依據學者觀察之初步資料，現今草嶺潭堰塞之面積其及水面積廣達 162 平方公里，而其蓄水量則高達 45,000,000 立方公尺。這如此大的蓄水量，不免讓我們憂心假如一旦潰決，下游之居民，其生命財產將遭受莫大之損失。

另外，由於此次集集大地震災害，主要之禍首乃是行蹤已近乎模糊的車籠埔斷層。所謂的斷層係指地層斷裂並且發生錯動，而其造成的是地表斷層的錯移，使地表斷層出露的總長度超過 105 公里以上；此為台灣地震史上罕見的案例。因此除了造成草嶺附近之地滑之外，亦造成一些地表上的位移，使得在斷層沿線上之地形、地貌、建築遭受嚴重的破壞。

一般來說，坡地發生崩塌及滑動之因，主要乃因為斜坡上之滑塊質量因地震與重力作用而超過其坡地之穩定性，導致原有之地質、建築物地基之結構破壞，而造成坡地災害；而此次的災害主要乃起因於車籠埔斷層的錯動，因而使地表抬升，進而切截原有之地表或是導致坡地上之堆積石下滑，如圖 4-9、4-10。由於在此次的災害狀況中有許多的坡地皆屬此種現象，依據估計，從台中縣太平市至卓蘭地區斷層沿線的崩塌分佈，總共計有 26 處（賴文基等五人，2000）。而這些崩塌多半是由斷層切截所造成坡地上之土石堆、土塊...等的崩塌，因此這些崩塌大多受到斷層出現的影響。

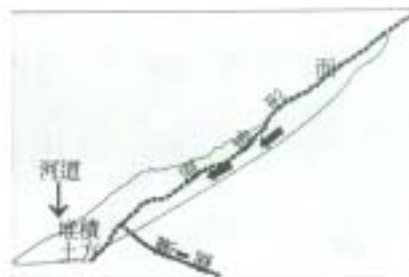


圖 4-9 斷層切截坡腳，使坡腳失去支撐 造成崩塌。

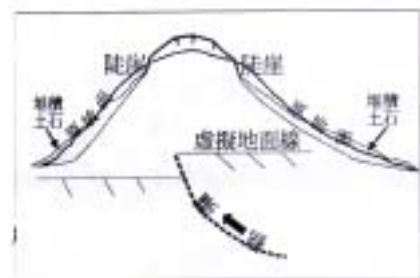


圖 4-10 斷層造成不等量之抬，導致邊坡張力裂隙發育，造

資料來源：賴文基等五人，2000，集集地震地表斷層造成之坡地災害特性，
第一屆全國危機處理研討會論文集，第 267 頁

然而為避免這些崩塌之土石、土塊造成二次的災害，應儘早處理，其方法如下：

- 1、對於目前地表裸露、土石鬆散，及易受豪雨沖刷或是餘震等而再次引起土石坍滑之地區，應儘早以植生或是其他工法加以保護。
- 2、對於坍落於道路之土石儘早加以處置，並且對於邊坡之殘存危岩，應儘速加以除去，另外對於較小規模之落石坡，則可以噴漿或是其他方式加以處理，如此才能避免二次災害的再次發生。

（二）九份二山災害案例

1、九份二山之崩塌資料

九份二山位在國姓鄉內，依海拔高度可概分為三級，高度在 600 公尺以下為鹿場，600 公尺至 1000 公尺為梅樹，1000 公尺以上為茶樹。經地震重創，原高度降了 400 公尺左右，坍塌區高達 180 公頃；鹿場變成一片黃土，形成澀仔坑湖與韭菜湖二座堰塞湖，更有十四戶、四十一人遭活埋，其中二十二人迄今仍未被挖出，另也有 289 頭水鹿陪葬。

地震後，九份二山大片的土石阻塞了原有的河道，形成了大小不一的三個堰塞湖，距震央約五公里，而三個堰塞湖為韭菜湖、澀仔坑湖及金瓜山湖。

2、崩塌原因

九份二山之崩塌原因與草嶺潭堰塞湖之發生情形類似，包括地形、地震、降雨..等，其中依據蔡光榮(2000)，對九份二山所做之調查顯示，此地區所位處之坡度，其範圍大多介於 10-40 度間。

3、崩塌機制

經由水保局的勘查，此次引發嚴重崩塌的山脊，是位於澗仔坑地區村落上方的山脈，因受強震影響，整座山脊幾被削去一半，崩塌的大量土石沿東南方向順向坡往下滑落，掩埋坡下的村落，並且韭菜湖溪及南港九號農路有 1,600 公尺的河道及路段被埋沒，堆積成一道厚重的土堤。

此次崩落的土石面積達 190 公頃，散落難標高 1,050 公尺到 420 公尺的範圍內，由於溪水受阻形成二座堰塞湖，其中澗仔坑溪形成的水潭深 50 公尺，滿水位蓄水體積可達 800,000 萬立方公尺，集水面積 290 公頃，另一座韭菜湖溪形成的水潭深 60 公尺，滿水位體積達 1,300,000 立方公尺，集水面積 380 公頃。

由於崩塌地下方距南港村僅一公里多，一旦遇豪大雨，水潭水位潰堤夾帶大量土石，對村民將產生嚴重威脅。因此對於此堰塞湖，必須詳加治理，如引流或建欄砂壩，以防萬一潭水潰堤時可能造成的土石流災變。

(三) 地震可能衍生之二次災害

地震在山坡地地區較有可能產生之二次災害主要係以土石流及地滑對人們的生命財產影響最大，以下即以此二者來說明：

1、土石流

土石流發生之因子於第三章已有敘述，包括暴雨強度特大、山坡過於陡峻、居民開發過程干擾水路、居民大幅改變當地生態環境、地質及土層疏鬆、工程控制不足、發生之坡度約位於 15° - 30° 之間...等；另外，林炳森等三人 (1999.5) 提出了土石流發生的三個基本條件及四個誘發條件：

三個基本條件：

- (1) 鬆散的堆積物：自然的鬆散土體來源主要取決於地質特徵，人為的堆積物質來源主要由人類活動所引起。
- (2) 足夠的水量：土石流之水量主要由降雨所提供。
- (3) 適當的地形條件：根據林炳森等三人本身之調查結果，土石流容易發生的坡度在 15°-30° 之間，而堆積地點坡度則以 3°-6° 最多。

四個誘發條件：

- (1) 水量急遽增加：颱風、暴雨或融雪所造成水量急遽增加。
- (2) 地形快速改變：主要為人為開發所引起（開路、採礦）。
- (3) 地表植被遭破壞：因濫墾、濫伐造成地表裸露及水土保持喪失
- (4) 土體突然失去平衡：由於侵蝕、崩塌引起土石流之發生，此為其他影響因子綜合影響誘發所產生。

而在大地震之後，造成坡地地區之土石鬆動，因此近來頻傳土石流發生，而導致災情產生。在 921 集集大地震之後，多處的土質已經鬆動，且亦由於地震之關係，造成許多崩塌之土堆、石塊，如埔里鎮枇杷里一帶的野溝溪，其上游已有許多處崩塌，其附近之住戶又離坡腳不遠，在梅雨及颱風季節，不免讓人擔心此地之安全問題。

2、地滑

地滑之發生因素於之前亦有略述；另外，李德河（1997.11）由日本新瀉縣之地滑案例中指出，新瀉縣第三世紀層滑動之地區以在 15° 坡腳附近的地滑區佔最多，坡腳增加時，發生地滑的可

能性降低。然而地滑之發生原因，除了與其所位處之坡度有關之外，另外亦與其地下水位的高低有關。

而此次地震造成多處地區產生地滑之情形，除了地震當時造成嚴重傷亡之九份二山及草嶺潭地滑之外，許多地區已經開始產生裂隙，甚至已經有滑動之產生。由於地滑之活動較不易被觀察出來，且產生之原因係與地下水位有關，因此一旦雨季來臨，尤其是梅雨季節及颱風季節的來臨，地下水位升高的可能性提高，如此將會引起更多之地滑面，其所可能產生之影響亦不得輕忽。

第五章 結論與建議

第一節 結論

近年來臺灣發生的災害不斷，如林肯大郡、南投縣神木村的土石流及 921 大地震，這些並非單純的天災，而是加上人為濫墾、濫建所帶來的悲劇。本研究旨在以坡度的觀點，探討山坡地不可開發建築之相關規定，因而在結論與建議方面則以相關理論，包括各種影響因子的影響程度，並且以相關法令規範、總量管制及地工技術與環境因素等四大方向，來加以探討：

一、就相關之理論而整理出影響坡地災害的因子

根據國內學者專家之研究，整理出影響台灣地區發生邊坡崩塌的主要因素如下：

- (一) 水文因素最大。
- (二) 地質構造因素次之。
- (三) 地形因素（坡度、弱面傾斜）再次。
- (四) 土石材料性質。
- (五) 植生、人為因素與地震誘因等之影響則大小不定。

二、法令的規範方面

在國內外的法令中也有就坡地開發與坡度間作一規範，以下分國內及國外二部分來說明：

(一) 國內部分

國內現今對坡地開發的相關法令仍相當的分歧，包括以下幾項：

- 1、以坡度為規範重點，如非都市開發審議規範及山坡地保育利用

條例；其中非都市土地開發審議規範將坡地之開發劃分為 40% 以上、30% 至 40% 及 30% 以下等三個層級，而山坡地保育利用條例施行細則則將之劃分為六級坡，再依各級坡之特性將之劃分為宜農牧地、宜林地及加強保育地。

- 2、依開發許可制的觀念來加以規範，如山坡地開發建築管理辦法，此乃透過層層的審議過程，使得事前的防範作業能夠做的更為充分，以避免災害的再次發生。
- 3、其他相關之規定，如土地使用類型的管制及開發強度的管制（容積率及建蔽率的管制）

（二）國外部分

國外對於坡地之開發規範大多輔以其他方式來管制，如下：

- 1、美國洛杉磯及聖地牙哥的技師簽證制度及公聽會制度，藉著責任權責的明定以及專業技能的認定來做為坡地開發的依據。
- 2、香港將「斜坡及檔土牆」視為公共地方而依法予以修葺及管理。
- 3、日本的災害危險區指定、預警系統的建立及相關的專法規範。

三、總量管制方面：

總量管制的觀念可以從兩個方面來看：

（一）各區域計畫土地容納人口：

- 1、由台灣地區計畫區土地來計算容納人口，全台灣地區所能容納的人口為 39,000,000 人，未來預測人口的最高量為 27,000,000 人。
- 2、以北、中、南、東區域分別計算之，除了北部地區的預測人口與容納人口相近以外，其他地區都供過於求。

(二) 各區域住宅使用情形：

進一步的來看各地區的住宅使用量，發現各縣市的住宅都有甚多的未開發住宅區及樓地板面積，詳見表 3-9，而各地區的未開發面積如下表 5-1：

表 5-1 台灣地區住宅使用現況表

地區	現況使用樓地板 m ²	住宅區樓地板 m ²	未開發存量 m ²
北部區域	206,980,118	350,450,890	143,470,772
中部區域	101,706,160	240,938,578	139,232,418
南部區域	131,139,156	329,436,540	198,297,384
東部區域	10,650,944	32,241,180	21,590,236
總計			504,531,816

資料來源：本研究整理

四、地工技術與環境因素方面：

在此部分以相關的研究分析方法來檢視山坡地開發的強度與坡度之關係，分以下三點來敘明：

(一) 就開發強度而言：

以開發強度來看，能資所所做的山崩潛感性分析中，就坡度與土地開發強度的相關研究如下：坡度在 30% 以下者，可列為山坡地可開發區；30%-50% 之間則列為低密度開發區；坡度在 55% 以上，則列為不可開發區。

(二) 山坡地災害類型：

臺灣常見的山坡地災害類型有山崩、地滑及土石流。然而在 921 大地震後，由於造成土石鬆動，導致更常發生大規模的山崩、地滑或土石流，然土石流之發生並非全皆坡度之因素，尚包括降雨量、地質構造等，本研究重點在於探討坡度與災害發生之關聯，就上述災害，其與地質有

關之發生特性—坡度—如下：

表 5-2 山崩、地滑、土石流與坡度之關係

項目	發生坡度
山崩	多發生於 36%以上
地滑	多發生於 9%-36%的緩坡面
土石流	多發生於 27%-36%之間

資料來源：本研究整理

依上述資料，歸納其容易發生災害的坡度範圍，約為 36%以下。

(三) 對環境之衝擊

臺灣的山坡地已開發的滿目瘡痍，其中衝擊較大的開發類型為農牧生產、開礦、建築用地、道路開闢、遊憩使用及水庫使用等，由於上述缺乏水土保持觀念的不當開發行為，已造成下列難以回復的衝擊結果：

- 1、對水土資源的衝擊
- 2、對生態環境的衝擊
- 3、對坡地災害的衝擊

第二節 建議

綜合以上所述台灣未來的坡地開發管制方向，除了現今的開發許可項目對於坡度之規範外，或許能再透過下列建議事項，來達到更佳之規範效果，如此方能留一青翠的綠地予後世子孫。

一、建立完整之地理資料庫

在從事與土地各項相關研究時，首先需要的就是蒐集地理、地質、水文等背景資料，若有詳細的資料可供參考運用，將有助於研究項目的進行。尤其是地質、水文等狀況時有變動，故除了建立完整之地理資料庫外，亦須定期追縱。

二、公布危險地區並加強其相關研究

臺灣夏季多雨且集中，又位於太平洋地震帶上，造成某些區域較敏感而容易發生災害，應將這些危險地區加以公布並規範，採低密度開發或列為不可開發區，降低使用密度，以避免違反原則上的錯誤；此外，目前台灣有關危險地區的相關研究並非相當完整，仍須加強研究。

三、採用技師簽證及保證金制度

參考洛杉磯市的簽證制度之責任制，私人可以從事山坡地的開發，但需由專業之土壤工程師、測量技師、工程地質師、土木技師、大地技師、建築師及結構技師的簽證、監督下來進行；並加上切結保證金制度，在發生工程災害或施工時間延期時，沒收相當數量的金額，以確保施工品質及時程。

四、建立回饋制度

山坡地的開發普遍比一般市區的開發存在更多的利益，而風險及造成的社會成本卻相當的大，從公平的角度來看，山坡地的開發應當有適當及合理的回饋制度來降低社會成本、減少災害風險及達到社會公平的目標。回饋制度的周全，不僅能降低災害風險及社會成本的負擔，進一步更能提升及確保山坡地開發的品質。

五、加強法令規定並徹底執行

儘管有完整合理的立法，在執行上卻沒有確實的話，再完美的法令都徒然，臺灣針對山坡地所做的規範，不下數十種，並非完全為立法不良的錯誤，而是由於民眾對法令的不熟悉以及建商的不守法，因而造成一些坡地災害。

六、召開公聽會，以利申請管道

需安排公聽會時機，主要在使相關權利人及有異議之一方，能夠瞭解工程內容，並有提出意見的管道，使開發順利進行。

七、加強施工品質及監工

在臺灣，部份災害的發生是由於人為的施工品質不良、開發商偷工減料所造成或是加劇災情，尤其在重大工程上，如道路、橋樑、擋土牆、大型開發社區及遊樂場等，所影響的範圍及人力財物損失更大。開發商及建造商等若能非常要求施工品質及監工，便能使災害的發生降低及減輕。

八、加強雜項執照審查

透過雜項執照的嚴格審查，來要求建商對於基本建設的興建，並且也能藉此監督其施工品質。

參考文獻

- 1、大工原潮，1974，土砂害 5 災害危險所 點檢 . , , 地 図 , 第1-7頁
- 2、內政部臺灣地區國生命表編審工作小組，1998，中華民國臺灣地區國民生命表。
- 3、內政部營建署，1992，台灣地區環境敏感地劃設與土地使用適宜性分析（北部、南部區域）技術報告
- 4、內政部營建署，1996，台灣地區環境敏感地劃設與土地使用適宜性分析（中部區域）
- 5、台灣省政府地政處，1998，台灣省統計年報。
- 6、江安朝光，1983，急傾斜地崩壞防止施設計劃，最新建設防災 , 建設産業調査，第610-622頁
- 7、行政院經建會都市及住宅發展處，1998，都市及區域發展統計彙編。
- 8、行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處，1985，環境敏感地區土地規劃與管理之研究
- 9、吳久雄等，1989，台灣省山坡地崩塌調查報告，台灣省山地農牧局，P16
- 10、吳雲瑞，1999，土石流潛勢分析及其在台南縣之應用，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文
- 11、吳輝龍，1993，台灣山坡地保育利用工作之展望，台灣省水土保持局，P1-25
- 12、李三畏，1984，"台灣崩塌問題探討"，地工技術雜誌，第7期，第43~49頁。
- 13、李咸亨，1998，山坡地開發策略與災害關係探討，環境影響評估意見交流會
- 14、李咸亨，1999，都會型土石流災害機制探討，第八屆大地工程學術研討會論文集

- 15、林中興，1995，"山坡穩定性評估之因子分析及地理資訊系統之應用"，國立中央大學應用地質研究所，碩士論文。
- 16、林炳森等三人，1999，土石流災害防治與科技應用之研究，土木水利第26卷第一期
- 17、林振平，1991，"泥岩地區坡地破壞潛能分析"，國立成功大學土木工程研究所碩士論文。
- 18、紀宗吉等，1998，林肯大郡地層滑動災變原因之探討，地工技術第68期
- 19、唐一凡、張益三，1999，由防災觀點探討山坡地土地開發行為對災害產生之規模與影響，第六屆海峽兩岸環境保護研討會論文集
- 20、國科會工程技術推廣中心，1999，集集地震災害調查研討會論文集
- 21、張益三，1997，由山坡地開發衍生問題探討相關法令制度之改善策略，山坡地開發防制研討會論文集，第17頁
- 22、張益三、黃馨緩，1993，山坡地開發法令之檢討及計畫單元整體開發之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告
- 23、陳宏宇等三人，1999，土石流發生機制與地質環境之相關性，地工技術第74期
- 24、陳信雄，1983，森林與水資源，環境及資源保育科技講義，P1-11
- 25、陳信雄，1992，水資源地區開闢高爾夫球場之商榷，研討會論文集，P10-17
- 26、陳建忠，1999，山坡地建築規劃設計階段安全防災技術手冊，內政部建築研究所
- 27、陳榮河，1984，"坍方類型之現地研判"，地工技術雜誌，第7期，第13～19頁。
- 28、黃士昌，1998，"高雄旗山與楠梓地區公路邊坡之特性調查與崩滑破壞潛感分析"，國立成功大學土木工程研究所碩士論文。
- 29、黃瓊滂，1993.6，山坡地開發行為對自然環境衝擊之探討，山坡地

開發行為環境影響評估討論會

- 30、楊智堯，1999，“類神經網路於邊坡破壞潛能分析之應用研究”，國立成功大學土木工程研究所碩士論文。
- 31、經濟部中央地質調查所，1994，台灣地區上新世—更新世岩層邊坡破壞模式分析及探討
- 32、經濟部水利處，1999，九二一震災水利設施災害及處理總結報告
- 33、詹添全，1999，林肯大郡災變分析，第八屆大地工程學術研討會論文集
- 34、潘以文等五人，1999，集集大地震引致之壩工及堰塞湖災害，集集大地震災害調查研討會論文集
- 35、潘國樑等，1985，“台灣省重要都會區環境地質資料庫”，工研院能源與資源研究所。
- 36、蔡光榮，2000，屏東科技大學土木系相關研究資料。
- 37、蔡榮君，1998，“航照正射化與虛擬實境技術在林口台地及其臨接海岸地形變遷的應用”，國立中央大學地球物理研究所碩士論文。
- 38、鄭魁香、蔣偉寧，1994，“台灣地區邊坡破壞類型分析”，高苑技術學報，第三期，第103～109頁。
- 39、賴文基等五人，2000，集集地震地表斷層造成之坡地災害特性，第一屆全國危機處理研討會論文集，P267
- 40、謝正倫、陳禮仁，1998 年中日奧土石流危險區劃定研習會論文集
- 41、簡李濱，1992，“應用地理資訊系統建立坡地安定評估之計量方法”，國立中興大學土木工程研究所碩士論文。
- 42、顏清連等，1981，翡翠水庫環境影響初步評估之研究，台灣大學土木研究所，p1-17

網址部分

- 1、行政院環保署全球資訊網，<http://www.epa.gov.tw>
- 2、內政部營建署網路查詢：環境敏感區及限制發展區劃設準則查詢
<http://www.cpami.gov.tw/Welcome1.htm>
- 3、工研院能源與資源研究所土地資源資訊站 (<http://geo.erl.itri.org.tw/>)
- 4、經濟部水利處網站 (<http://www.wca.gov.tw/>)

山坡地開發理論與實務法令之探討—山坡地不可開發建築
規定坡度之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

出版年月：八十九年十月

版（刷）次：1

工本費：145

GPN：002244890872

ISBN：

GPN : 002244890872

ISBN :

山坡地開發理論與實務法令之探討——山坡地不可開發建築規定坡度之研究

內政部建築研究所 八十九年度

山坡地開發理論與實務法令之探討—山坡地不可開發建築
規定坡度之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 27362389

地址：台北市敦化南路二段 333 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

出版年月：八十九年十月

版（刷）次：1

工本費：145

GPN：002244890872

ISBN：