

既有山坡地住宅社區環境影響因子 危險度量化評估之研究

內政部建築研究所期末報告

中華民國九十四年十二月

094301070000G3052

「既有山坡地住宅社區環境影響 因子危險度量化評估之研究」

研究主持人：陳建忠

協同主持人：詹添全

研 究 員：吳維庭

呂孟儒

楊立明

內政部建築研究所期末報告

中華民國九十四年十二月

目次

表次	III
圖次	V
摘要	I
第一章 緒論	
第一節 研究動機與目的	1
第二節 研究範圍與內容	2
第三節 研究方法與流程	4
第四節 文獻回溯	6
第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定	
第一節 近十年國內山坡地災害資料統計分析	32
第二節 台北縣市重大山坡地災害案例分析	42
第三節 台北縣市既有山坡地住宅社區安全檢查結果彙整 分析	63
第四節 環境影響因子之初步研擬	65
第三章 既有山坡地住宅社區環境影響因子之決定	
第一節 環境影響因子之分類	76
第二節 自然環境影響因子	77
第三節 人為環境影響因子	79
第四章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估	
第一節 層級程序分析法概述	84
第二節 環境影響因子層級程序分析法專家問卷之建置	85
第三節 環境影響因子一致性檢核與權重計算	94

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式 初步研擬	
第一節 環境影響因子危險度量化結	96
第二節 環境影響因子危險度量化評估模式之研擬	98
第三節 環境影響因子危險度量化初步評估表之檢核與 確認	101
第四節 環境影響因子危險度量化初步評估表之實證	108
第六章 結論與建議	
附錄一、第一次專家座談會會議紀錄	
附錄二、第二次專家座談會會議紀錄	
附錄三、第三次專家座談會會議紀錄	
附錄四、第四次專家座談會會議紀錄	
附錄五、「既有山坡地環境影響因子對住宅社區危害度 量化評估之研究」期中報告會議紀錄	
附錄六、既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度 量化評估之研究期末簡報會議紀錄	
參考文獻	

表次

表 1-1 研究方法一覽表	4
表 1-2 『山坡地住宅區安全檢查紀錄表』	15
表 1-3 山坡地社區安全檢查項目一覽表	18
表 1-3(a)香港 GEO 邊坡擋土設施登記篩選表	20
表 1-3(b)香港 GEO 邊坡擋土設施登記篩選表(續)	21
表 1-3(c)香港 GEO 邊坡擋土設施登記篩選表(續)	22
表 1-4 邊坡及擋土設施安全評估表	23
表 1-5 集水及排水設施評估表	24
表 1-6 防汛期疏散等級評估表	25
表 1-7 坡地安全檢查項目一基本檢視表	26
表 1-8(a)坡地安全檢查項目一現場檢視表	27
表 1-8(b)坡地安全檢查項目一現場檢視表(續)	28
表 1-9 山坡地住宅社區基地外安全勘查紀錄表	29
表 2-1 近十年國內山坡地災害分布地區統計表	32
表 2-2 近十年國內山坡地災害發生月份分布統計表	34
表 2-3 近十年各縣市山坡地災害發生月份分布統計表	39
表 2-4 近十年國內山坡地災害描述字彙出現次數統計表	40
表 2-5 台北縣市 A 級山坡地住宅安全檢查結果彙整表	63
表 2-6 台北縣市 B 級山坡地住宅安全檢查結果彙整表	64
表 2-7 水土保持技術規範坡度分級表	67
表 2-8 斷層之活動度	72
表 3-1 既有山坡地住宅社區環境影響因子一覽表	76
表 4-1 AHP 法的評估尺度與說明	85
表 4-2 層級程序分析法邀請專家學者基本資料	93
表 5-1 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化結果	96
表 5-2 既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表	99
表 5-3 不同坡度觀測點位移值一覽表	108
表 5-4 「觀天下」社區基本資料表	109
表 5-5 「觀天下」社區地形、地質、植被與土地利用狀況	109
表 5-6 「觀天下」社區社區與建築物現況	109
表 5-7 「觀天下」社區災害狀況	110
表 5-8 「觀天下」社區既有山坡地住宅社區危險度量化評估結果表	110
表 5-9 「大地世紀」社區基本資料	115
表 5-10 「大地世紀」社區地形、地質、植被與土地利用狀況	115

表 5-11 「大地世紀」社區社區與建築物現況	115
表 5-12 「大地世紀」社區災害狀況	116
表 5-13 「大地世紀」社區既有山坡地住宅社區危險度量化評估結果	118
表 5-14 「大千豪景」社區基本資料	120
表 5-15 「大千豪景」社區地形、地質、植被與土地利用狀況	120
表 5-16 「大千豪景」社區社區與建築物現況	121
表 5-17 「大千豪景」社區災害狀況	122
表 5-18 「大千豪景」社區既有山坡地住宅社區危險度量化評估結果	122
表 5-19 「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估」與原山坡地住宅社區安全檢查紀錄結果比較表	125

圖次

圖 1-1 研究流程圖	5
圖 2-1 近十年國內山坡地災害分布地區統計圖	33
圖 2-2 台北縣市衛星影像	33
圖 2-3 南投縣市衛星影像	34
圖 2-4 近十年國內山坡地災害發生月份分布統計圖	35
圖 2-5 台灣地區六月風場雨量分佈圖	36
圖 2-6 台灣地區七月風場雨量分佈圖	36
圖 2-7 台灣地區八月風場雨量分佈圖	37
圖 2-8 台灣地區九月風場雨量分佈圖	37
圖 2-9 台灣地區十月風場雨量分佈圖	38
圖 2-10 台灣地區十一月風場雨量分佈圖	38
圖 2-11 近十年各縣市山坡地災害發生月份分布統計圖	39
圖 2-12 近十年國內山坡地災害描述字彙出現次數統計圖	41
照片 2-1 地震造成台北縣山峽鎮白鷄萬代福社區邊坡崩塌全景	43
照片 2-2 崩坍區四周之兩層樓別墅及四樓公寓	44
照片 2-3 主崩崖頂附近道路復原	44
照片 2-4 興建未完成隻四樓公寓基礎土壤有被掏空之虞	45
照片 2-5 興建未完成隻四樓公寓牆壁有龜裂情形	45
照片 2-6 局部排水溝龜裂情形	46
照片 2-7 社區道路路面有裂縫產生	46
照片 2-8 坡趾處之河流直接衝擊坡趾部	47
照片 2-9 道路缺乏橫向截流溝，地表水四處漫流	47
照片 2-10 採噴漿護坡及鋼軌樁加以檔土原有破壞之建築已拆	48
照片 2-11 擋土牆有明顯噴水及滲水現象	48
照片 2-12 北側邊坡西半部坍塌情形	51
照片 2-13 坍塌前北側邊坡東隅情形；擋土牆有明顯出水之現象	51
照片 2-14 北側邊坡西半部坍塌，導致地三區 205~235 號一、二樓 梁柱斷裂情形	52
照片 2-15 第二區 74 號 1 樓損毀情形	52
照片 2-16 第二區 146 號 1 樓損毀情形	53
照片 2-17 第三區北側格梁地錨滑動破壞情形	53
照片 2-18 第三區北側擋土牆傾倒情形	54
照片 2-19 第三區北側西端未破壞之擋土牆	55
照片 2-20 坍塌屈西側邊坡滑動後部分格梁尚維持完整之情形	55
照片 2-21 坍塌區中央主裂面，岩體滑動，格梁懸空之情形	55

照片 2-22 坍塌區東側格梁完全下滑後之情形	56
照片 2-23 坍塌區中 A 區之地錨保護座外觀無顯著之破壞	57
照片 2-24 坍塌區中 A 區之地錨鋼腱斷裂、錨座銹蝕情形	57
照片 2-25 坍塌區中 B 區之地錨鋼腱射出、露出錨頭外之情形	58
照片 2-26 坍塌區中 C 區之地錨錨頭全毀、鋼腱裸露於滑動面上	58
照片 2-27 坍塌區滑動面上有明顯之縱向張力裂縫	59
照片 2-28 台電高壓電塔下方之縱向張力裂縫	59
照片 2-29 滑動面最上端之橫向張力裂縫	60
照片 2-30 坍塌區露出之最上層滑動面情形	60
照片 2-31 台電高壓電塔下方露出之最下層滑動面情形(近景)	61
圖 2-15 岩層節理示意圖	68
圖 2-16 岩層褶皺示意圖	69
圖 2-17 正斷層示意圖	70
圖 2-18 逆斷層示意圖	71
圖 2-19 平行斷層示意圖	71
圖 2-20 活動斷層之地形特徵	74
圖 4-1 層級程序分析法流程圖	84
圖 4-2 既有山坡地住宅社區環境影響因子層級結構示意圖	86
圖 5-1 坡面地質 2D 區塊元素	102
圖 5-2 建構完成之電腦模擬分析模型	102
圖 5-3 $Kn=10,000t/m^2$ 、 $\alpha=0^\circ$ 電腦模擬分析變形圖	103
圖 5-4 $Kn=10,000t/m^2$ 、 $\alpha=15^\circ$ 電腦模擬分析變形圖	104
圖 5-5 $Kn=10,000t/m^2$ 、 $\alpha=30^\circ$ 電腦模擬分析變形圖	104
圖 5-6 $Kn=10,000t/m^2$ 、 $\alpha=45^\circ$ 電腦模擬分析	104
圖 5-7 $Kn=10,000t/m^2$ 、 $\alpha=60^\circ$ 電腦模擬分析變形	104
圖 5-8 $Kn=100,000t/m^2$ 、 $\alpha=0^\circ$ 電腦模擬分析變形	105
圖 5-9 $Kn=100,000t/m^2$ 、 $\alpha=15^\circ$ 電腦模擬分析變	105
圖 5-10 $Kn=100,000t/m^2$ 、 $\alpha=30^\circ$ 電腦模擬分析變形圖	105
圖 5-11 $Kn=100,000t/m^2$ 、 $\alpha=45^\circ$ 電腦模擬分析變形圖	105
圖 5-12 $Kn=100,000t/m^2$ 、 $\alpha=60^\circ$ 電腦模擬分析	106
圖 5-13 擋土牆水平控制點位移圖	106
圖 5-14 擋土牆垂直控制點位移圖	106
圖 5-15 坡度為三級坡時，電腦數值模擬分析變形圖	107
圖 5-16 坡度為六級坡時，電腦數值模擬分析變形圖	107
圖 5-17 坡度為七級坡時，電腦數值模擬分析變形圖	107
照片 5-1 社區道路路面現況	111
照片 5-2 人行步道排水孔現況	111

照片 5-3 上邊坡擋土牆現況 111
照片 5-4 上邊坡擋土牆現況 111
照片 5-5 上邊坡擋土牆排水系統現況 112
照片 5-6 上邊坡擋土牆排水系統現況 112
照片 5-7 填方區 AC 道路路面裂縫現況 117
照片 5-8 填方區住宅牆面裂縫現況 117
照片 5-9 填方區住宅地坪沉陷分離現況 117
照片 5-10 填方區擋土牆現況 117
照片 5-11 崩塌地坡頂現況 122
照片 5-12 崩坍地坡面現況 122

摘 要

關鍵詞：既有山坡地住宅社區、環境影響因子、危險度量化評估、
層級程序分析法

國內既有水土保持相關法規內對於山坡地住宅社區環境影響因子已有類似之規定，然則其內容係針對大規模山坡地住宅社區開發案例之開發目的訂定與規劃設計之可行性評估應用為主，且多為質化之描述，缺乏量化之數據，較不適用於既有山坡地住宅社區危險度評估與防災管理，因之，建置一套完整且適用之既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估準則，實為既有山坡地住宅社區防災管理當務之急。

本研究蒐集彙整既有山坡地住宅社區安全檢查機制、近十年國內山坡地災害案例與台北縣市政府列管之既有山坡地住宅社區案例，就檢查機制所列之檢查內容、災害致災因子與社區安全檢查紀錄結果分別進行分析，確認出環境影響因子，同時根據國內環境影響評估相關法規與水土保持相關法規中所訂之環境影響因子評估細項與既有山坡地住宅社區安全檢查評估機制所列之內容，決定既有山坡地社區環境影響因子與細部影響因子，並邀請建築、土木、大地、地質、水利、水土保持等領域具山坡地工程經驗之專家學者，透過層級程序分析法，就各環境影響因子進行重要性比較，求得各環境影響因子之權重作為既有山坡地住宅社區危險度量化之依據。

本研究根據層級程序分析法所得之既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化結果為基礎，輔以國內環境影響評估相關法規與水土保持相關法規中所訂之環境影響因子評估細項與既有山坡地住宅社區安全檢查評估機制所列內容，研擬「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」，並依據一般工程經驗與相關法令規定與研究文獻資料，輔以學者專家意見依評估細項數目進行比例分配決定評估細項之權重，並透過電腦數值模擬分析進行權重之檢核與確認。檢核結果發現，電腦數值分析後所得權重與比例分配所得權重殊為一致。顯示電腦數值模擬分析方法適用於「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」評估細項權重之檢核與確認，

ABSTRACT

Keywords : Hillside community, environmental impact factor, criticality assessment

This research has tent to establish the environmental impact factor endangers and measurement assess criterion through an example analysis and expert discussion. We try to construction the environmental impact factors by regression analysis safety inspection systems and disaster example of hillside communities the environmental impact factor of hillside communities 's safety, including natural and human made environmental impact factor, each factor has different detail impact factors. For example, the natural environmental impact factor including raining, groundwater, geographical features and vegetation.

We also using Analytic Hierarchy Process to confirm these environmental impact factors and comparing their importance each other. The Analytic Hierarchy Process calculates consequence help making an order of these environmental impact factors. The natural environmental impact factors more important than human made environmental impact factors. The major detail impact factor in natural environment is raining; in human made environment is drainage. Those results would help us to create the quantification environmental impact factor assessment method. It will helpful sieving out un-safety hillside community, it's very useful for hillside communities management.

We also use Numerical simulation testing method to check out the result of Analytic Hierarchy Process, The consequence shows the result of Analytic Hierarchy Process is very the same as the result of Numerical simulation testing. It shows the Numerical simulation testing method could help to check out the result of Analytic Hierarchy Process, it would help the quantification environmental impact factor assessment method get better and exact.

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

1-1 研究動機

台灣地區全島總面積約為 360 萬公頃，山坡地約占 75%，以剩餘有限之土地資源來供給經濟發展似有不足，為有效疏解平原、台地人口成長壓力，山坡地住宅社區之開發應運而生。80 年代為本島山坡地住宅社區開發高峰期，但因缺乏相關法令配套與技術奧援，致使坡地住宅社區災害頻傳，自民國五十八年至八十九年間，大小坡地災害共計一百零九件。為此，政府特於八十六年林肯大郡災變發生後，制定多項限制山坡地住宅社區開發之相關規定，雖使近年坡地社區新開發案件銳減，但就既有坡地住宅社區而言，受長期環境變遷與水土保持工程之邊坡擋土構造老化等因素影響，仍有發生災害之潛在危險。

國內既有水土保持相關法規內對於山坡地住宅社區環境影響因子已有類似之規定，然則其內容係針對大規模山坡地住宅社區開發案例之開發目的訂定與規劃設計之可行性評估應用為主，且多為質化之描述，缺乏量化之數據，較不適用於既有山坡地住宅社區危險度評估與防災管理，因之，建置一套完整且適用之既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估準則，實為既有山坡地住宅社區防災管理當務之急。

1-2 研究目的

本研究目的如下：

1. 蒐集彙整近十年國內山坡地災害案例與台北縣市政府列管之既有山坡地住宅社區案例，整理災害之致災因子與檢查缺失。
2. 蒐集彙整既有山坡地住宅社區安全檢查機制各類表格檢查項目，作為環境影響因子初擬項目之參考，如營建署「山坡地住宅社區安全檢查

紀錄表」、「坡地社區管理維護檢視表」；台北市政府工務局建築管理處「邊坡危險徵兆檢視表」；內政部建築研究所「坡地安全檢查基本與現場檢視表」、「山坡地住宅社區基地外安全勘查紀錄表」等。

3. 蒐集彙整既有山坡地管理法令有關條文，作為環境影響因子初擬項目之參考，如建築技術規則第十三章「山坡地建築」、環境影響評估相關法規(環境影響評估施行細則、開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準)及水土保持相關法規(水土保持法、水土保持法施行細則、水土保持技術規範)中所訂定之環境影響因子。
4. 就前述彙整災害之致災因子擬訂環境影響因子基本內容。
5. 透過文獻彙整、既有案例調查分析、專家座談等方式進行既有山坡地住宅社區環境影響因子之決定與危險度量化之研究。

第二節 研究範圍與內容

本研究係以「既有山坡地住宅社區環境影響因子」與「危險度量化」作為主要研究範圍，研究內容如下：

1.既有山坡地住宅社區安全檢查機制分析

蒐集彙整既有山坡地住宅社區安全檢查機制，包括內政部營建署「山坡地住宅社區安全檢查紀錄表」與「坡地社區管理維護檢視表」，堅尼士工程顧問有限公司於 2000 年台北市政府工務局建築管理處委託之台北市山坡地老舊社區加強體檢計畫中所提出之「邊坡危險徵兆檢視表」，2001 年內政部建築研究所協辦研究案，坡地社區公共安全檢查項目與技術研究中所提出「坡地安全檢查基本與現場檢視表」，以及 2002 年內政部建築研究所協辦研究案，山坡地住宅社區基地外影響安全因素與處理對策之研究中所提出之「山坡地住宅社區基地外安全勘查紀錄表」。就各檢查之內容與項目進行分析探討，作為本研究之參考依據。

2.近十年國內山坡地災害與台北縣市既有山坡地住宅社區案例致災因子與安

全檢查紀錄結果統計分析

蒐集彙整近十年國內山坡地災害案例與台北縣市政府列管之既有山坡地住宅社區案例，就災害之致災因子與社區安全檢查紀錄結果分別進行統計分析，將所得結果交叉比對，確認出環境影響因子。

3.山坡地住宅社區環境影響因子之決定

初步將環境影響因子分為自然環境影響因子與人為環境影響因子兩大部分，透過山坡地災害致災因子與既有山坡地住宅社區安全檢查紀錄結果之統計分析與交叉比對、相關研究文獻與法令規範之回溯以及專家座談等方式，將各影響因子分類如下：

(一)、自然環境影響因子

- (1).降雨量與地下水
- (2).坡地地理條件
- (3).坡地組成因子
- (4).坡地植生狀態

(二)、人為環境影響因子

- (1).設計年代
- (2).挖填區擋土牆設計
- (3).排水系統
- (4).鄰近建築工程影響
- (5).山坡地管理與監測

4.既有山坡地住宅社區環境因子危險度量化分析

邀請建築、土木、大地、地質、水利、水土保持等領域之專家學者透過層級程序分析法(AHP, Analytic Hierarchy Process)，就本研究所提出之各項環境影響因子進行相對重要性之比較，透過統計分析求取各因子之相對權重，作為危險度量化之依據。

第三節 研究方法與流程

1-3-1 研究方法

研究方法如表 1-1 所示。

表 1-1 研究方法一覽表

方法別	應用範圍
文獻回溯	蒐集彙整相關環境影響因子或危險度量化方法之既有研究文獻、法令規範、災害調查報告等，進行分析探討。
案例調查	分就近十年國內山坡地災害案例之致災因子與台北縣市政府列管之既有山坡地住宅社區案例安全檢查紀錄結果進行環境影響因子之調查研究。
專家座談	集合產、官、學相關領域之學者專家定期就研究主題進行研討，以 AHP 法彙整相關建議，將環境影響因子之危險度量化項目與權重歸納得研究成果。

1-3-2 研究流程

本研究研究流程如圖 1-1 所示。

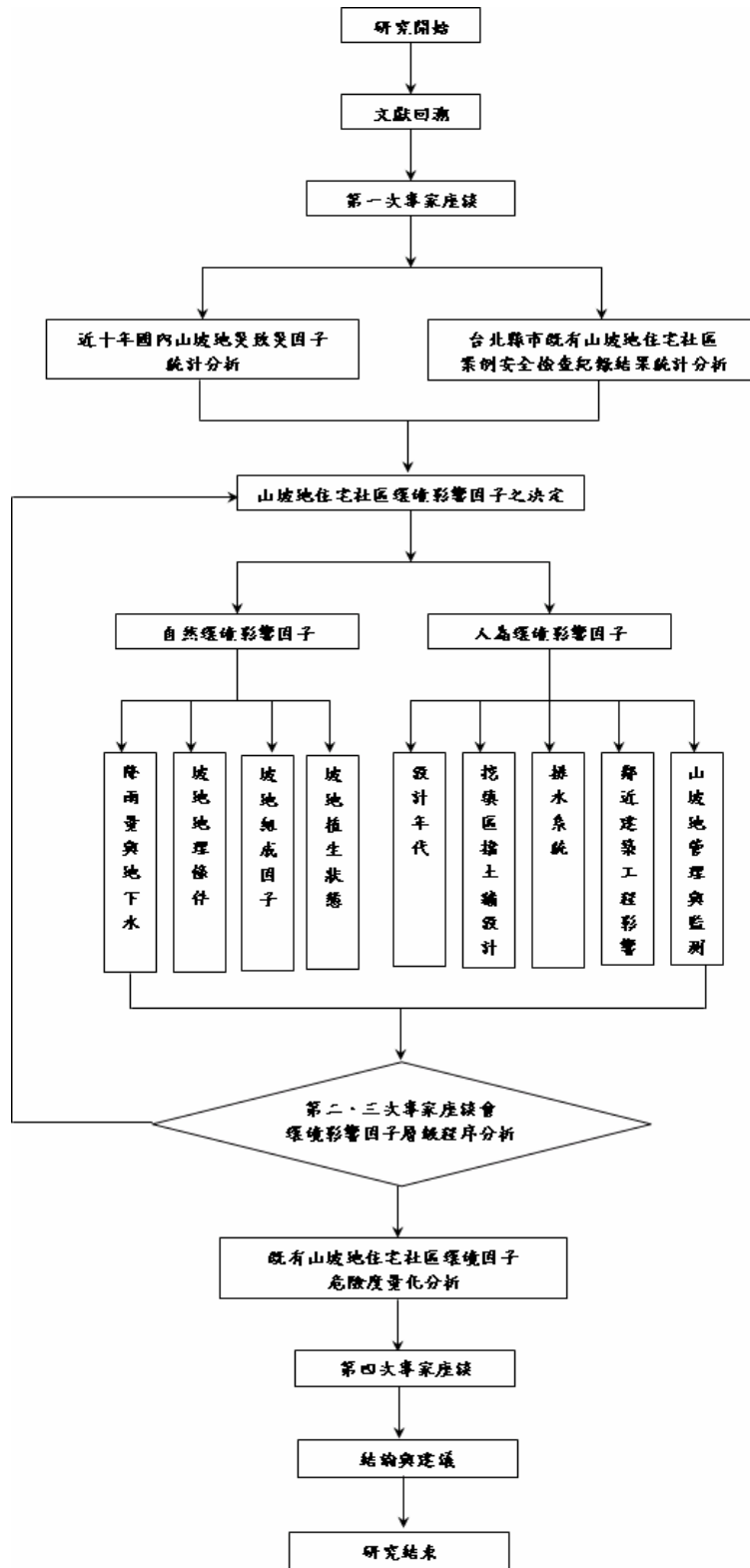


圖 1-1 研究流程圖

第四節 文獻回溯

1-4-1 既有山坡地住宅社區環境影響因子相關文獻回顧

林葦旻、楊朝平 [32] 於「土壤之物理性質與力學參數相關性分析-台灣地區山坡地土壤」一文中，利用水土保持局於 1987 年~1997 年對臺灣地區山坡地土壤所做之廣泛調查資料，針對其分類屬 SM(179 筆)、SC(88 筆)、ML(160 筆)、CL(329 筆)之土類施行資料判釋、統計處理及迴歸分析，以建立從土壤物理性質估算其力學參數之公式，並得以落實土壤力學本土化。迴歸分析結果顯示可信度較高之估算式於 SM 類、SC 類為 $k = f(e, F)$ 、 $q_u = f(\gamma_d, w, G)$ 、 $\phi = f(\gamma_d, w, G)$ 、 $C_c = f(e, G)$ ，於 ML 類、CL 類為 $k = f(e, PI, F)$ 、 $q_u = f(w, e, PI, F)$ 、 $\phi = f(e, w, PI, F)$ 、 $C_c = f(e, LL, F)$ 。整體而言，此等力學參數估算式於預測力學參數平均值上具精確度，惟因迴歸對象為多樣性之自然土壤，所以在預測個別力學參數時較不準確。

曾志豪、潘國樑、李德河 [17] 於「降雨對阿里山公路邊坡破壞模式分析之影響研究」一文中，以阿里山公路為例，嘗試利用地文因子調查資料，進行破壞潛勢分析，並利用分析所得對邊坡進行分類評分，以延伸傳統臨界降雨模式。本文修正傳統臨界降雨模式，依潛勢分析模式成效，選用不安定指數法為地文因子量化之方法，爾後利用各分析點位，內插加入其崩壞前之雨場與對應之所受地震衰減效應，經區別分析得到一修正後函數： $T(x) = 0.422 * (\text{總合地震效應得分}) + 0.763 * (\text{不安定指數法分析所得潛勢值}) + 0.003844 * (RT24) + 0.04127 * (r) - 10.111$ 該式以輸出值大於 0 為門檻，用以判別破壞發生與否。此模式之誤判率為 7.19%，而依該式計算所得個別邊坡不同時期之臨界降雨線，其變動情形可概略模擬地震對破壞臨界降雨基準之改變。

潘成正、徐國錦 [39] 於「優勢水流對坡地安定影響之研究 - 以草嶺為例」

一文中，使用序列方式研究坡地之水流，探討氣象因子(降雨)和土壤分佈對坡地崩塌之影響。研究先以一假設案例進行地質統計模式之建構，探討不同採樣方法對地質統計模式建構之影響，結果顯示，階層式隨機採樣較均勻隨機採樣能獲得較多現地統計資訊。接著使用地質統計之逐步高斯模擬法與模擬退火法進行圖象模擬，探討何者較能掌握真實場優勢水流路徑之空間特徵，結果顯示，模擬退火隨機場由於能使用較多之統計資訊，故較能掌握現地特徵。本研究以草嶺、清水流域為現地實驗場址，分析優勢水流路徑在坡地地層垂直面之可能分佈。在垂直坡面上之優勢水流路徑調查方面，使用現地採樣進行室內試驗求取相關土壤特性參數，並以土壤穿刺阻力計區分現地土壤與岩石區域，再整合現地及室內試驗結果進行地質統計分析，以建構符合現地優勢水流路徑之水力傳導係數隨機場。最後使用草嶺四年平均雨量進行坡地水流模擬，計算地下水壓及推估坡地安定係數，以瞭解地層中優勢水流路徑對坡地安定之影響，結果顯示，優勢水流路徑所存在之暫棲飽和水層其坡地安定係數低於 1.0，證明優勢水流為影響坡地崩塌之重要因子。

溫裕宏、林慶偉 [35] 於「近斷層帶自然邊坡破壞行為之研究」一文中，選定五處因 921 集集地震，所誘發之崩塌地進行野外調查，並以邊坡穩定分析軟體 PC-STABL5 與 FLAC，進行擬靜態與動態之分析，評估斷層抬升對自然邊坡破壞之影響，由 PC-STABL5 分析結果得知：(1).斷層在地表之破裂抬升，明顯降低邊坡安全係數。(2).當邊坡被斷層沿著坡腳抬升之後，崩塌範圍將受斷層位置控制，破壞位置係從斷層抬升之上盤發育，且緊臨斷層地表抬升處。(3).對斷層切過坡面之邊坡而言，當斷層位處地表淺處，會使邊坡崩塌範圍擴大，並且破壞範圍會下切加深至斷層所在位置；但當斷層位於地表深處，對於崩塌地之發育，則比較沒有影響。就地震對邊坡動態行為之影響而言，經由 FLAC 軟體之分析發現：(1).邊坡受到地表加速度影響，首先從較表層之材料發生破壞，而隨著地表加速度持續作用，邊坡較深處材料，也持續受到破壞而崩落。(2).邊坡在長時間地表加速度作用之下，於地震發生當時雖然已經發生崩塌，但是由於邊坡組成材料所受破壞非常之大，有可能在更深

部形成一潛在破壞面，所以經由再次之誘發事件，例如再發生地震、颱風所帶來之豐沛雨量...等，則有可能再次發生崩塌。

呂政諭、李德河^[22]於「地震與颱風作用下阿里山地區公路邊坡崩壞特性之研究」一文中，以阿里山地區 4 條公路邊坡為研究對象，並根據歷年來公路局在地震、颱風過後至現場紀錄之崩壞紀錄，探討地震、颱風作用下所衍生之邊坡崩壞特性。其中地震衍生之崩壞特性方面，由於地震對於邊坡造成之影響往往不僅止於地震發生時，在地震過後仍有影響，故本文在探討地震衍生之邊坡崩壞特性時包含兩個部分，一是地震發生時所產生之崩壞，二是地震過後再度因降雨侵襲所產生之崩壞，最後並比較兩者之間的關係。所使用資料主要以瑞里地震、921 集集地震造成之邊坡崩壞紀錄探討地震時邊坡崩壞特性；以瑞里地震後第 18 天之奧托颱風與集集地震後一年內邊坡崩壞紀錄探討地震後邊坡崩壞特性；以寶莉颱風與賀伯颱風之邊坡崩壞紀錄探討颱風衍生之邊坡崩壞特性。各項研究結果顯示：(1).颱風豪雨引發大量邊坡崩壞後，隔年之總崩坍量會大幅減少，邊坡趨向較穩定狀態；地震引發大量邊坡崩壞後，邊坡遭受與往年類似之降雨時，全年總崩坍量有明顯上升的趨勢，邊坡趨向較不穩定狀態。(2).不但地震時容易在地表加速度較高的區域發生崩壞，地震後降雨侵襲時，當初地震時地表加速度較高的區域發生邊坡崩壞比率亦較高。(3).地震衍生的邊坡崩壞，無論地震時或地震後，以坡度 40° 以上、坡高 10~30 公尺、坡型為凸嘴型的邊坡崩壞個數最多。(4).研究地震時邊坡崩壞與地層的關係，以錦水頁岩最容易發生崩壞，其他依次為桂竹林層、卓蘭層、南莊層。另外地震時崩坍潛能較高之地層，在地震後仍比其他地層容易發生邊坡崩壞。(5).台 18 公路在颱風豪雨造成嚴重崩坍後邊坡會趨向較穩定的狀態，需經過一段時間才會再度因降雨而發生大量崩壞，在尚未達到此崩壞週期前即使承受大量降雨亦不會有大量崩坍發生，推測這樣的崩壞週期以台 18 公路而言約為 4 年。

黃俊耀、詹錢登^[18]於「台灣地區土石流發生臨界降雨特性之研究」一文中，蒐集台灣花蓮縣、台東縣及南投縣等地與土石流發生有關之降雨資料，

並分析其降雨特性，包括發生土石流之該場降雨天數、時雨量分佈、日雨量分佈及總雨量。結果顯示發生土石流之該場降雨天數大多為 3-5 天，而該場降雨之尖峰降雨日大部分為土石流發生日，其日雨量介於 114.5 ~ 546 mm 之間，但九二一地震後則變為 16.63 ~ 115.93 mm。本文也以 Keefer 之土石流發生臨界降雨線的劃定方法，來分析台灣地區土石流發生臨界降雨線，並討論不同之降雨延時及降雨強度的估算方式對 Keefer 臨界降雨線所產生的差異。結果顯示，不同定義之估算方式對 Keefer 臨界降雨線的影響並不大，而劃定結果之降雨流失強度 (0.1 ~ 6.8 mm/hr) 與國外所劃定的結果(1.52 ~ 4.49 mm/hr)大致相近，但土層所需之臨界水量 (49 ~ 320 mm) 則比國外(9 ~ 38.1 mm)大得多。另外，本文分析土石流發生地區之年降雨量、降雨天數及平均雨天降雨量，並以 Wilson 之土石流發生臨界降雨線的劃定方法，歸納出台灣地區土石流發生臨界日雨量 R_c 與年平均雨天降雨量 RDN 之關係。結果顯示，台灣地區土石流發生之 R_c 及 RDN 均比美國太平洋沿岸地區來的大。

陳晉琪、詹錢登^[19]於「土石流發生條件及發生機率之研究」一文中，以實驗研究與理論分析，探討土石流之發生條件及其與地文及水文參數之關係並以花蓮縣銅門與東興土石流發生區為案例，進行土石流發生之可能性評估。分析參數之變異性、水位與坡度的變化對土石流發生機率之影響顯示，在相同的水位與坡度條件下，當土石流發生機率超過 50% 時，變異係數較大者所對應之發生機率會較小，而當發生機率低於 50% 時，變異係數較大者會對應較大之發生機率。土石流之發生機率並會隨著土層水位及坡度之增加而增加。比較土石流發生實驗結果顯示，土石流之發生具有不確定的特性，當坡度越大或土層水位越高時，發生土石流的可能性越大，此與理論所說明的特性相符。研究結果並顯示，現場調查之土石流發生坡度機率分佈與理論推算之坡度機率分佈(為常態分佈)之趨勢相近，土石流發生坡度大部分集中於 15 至 20 度間。評估銅門及東興地區之土石流發生機率顯示，當平均水深比(水深與移動土層厚度之比值)由 $=1.0$ 增加為 $=2.0$ 時，銅門及東興地區之土石流

發生機率將大約自 40 %增加為 75 %，這些結果說明此二地區土層在飽和狀態下發生土石流之可能性很高。

林永祥、陳時祖 [41] 於「環境地質因子對國道邊坡穩定之影響-以國道三號白河至竹山路段」一文中，以國道三號白河至竹山路段為研究區域，針對沿線的邊坡進行影響邊坡穩定之環境地質因子調查分析與研究，探討環境地質因子對研究範圍內邊坡穩定造成之影響，研擬可能之改善方式，並建立邊坡淺層破壞之潛勢分析模式，獲得影響邊坡穩定之因子權重與排序，利用分析結果進行邊坡淺層破壞之潛感性分級，提供養護單位整治優先次序的參考。研究結果顯示，由類神經網路建立之分析模式較區別分析模式佳。在影響邊坡穩定之因子權重與排序上，兩種分析方法所得到結果皆顯示植生密度為影響國道邊坡淺層穩定之最重要因子，亦即植生工程品質良窳於否對邊坡坡面穩定影響極大。將兩種分析方法之輸出值做敏感性分級，皆顯示在梅山交流道附近的邊坡多屬於淺層破壞高敏感的區域，其原因是此區域的邊坡為紅土臺地堆積之礫石層，未經成岩作用礫石鬆散，導致礫石邊坡易遭降水侵蝕使礫石裸露或沖刷滑落。另外，活動斷層在研究區域內僅有梅山斷層與國道三號相交於嘉義中坑附近，約 281k+700~281k+820 之間，由於該路段之邊坡皆為一階之低矮邊坡，梅山斷層再活動時邊坡崩陷對行車安全造成之威脅將遠低於路面錯動造成之災害。

楊雄興、齊士崢 [36] 於「台灣山坡地三種建築用地社區潛在崩山災害之研究」一文中，嘗試在不同地形區中進行三種建築社區崩山災害潛在性的研究，利用簡略工程地質調查評估法與地表沖蝕、坡度所組成之地形因子參數，以及岩質、坡型、土壤厚度所組成之地質參數，進行潛在崩山和崩山類型的探討。研究結果可分為下列數項：

1. 低起伏台地區：多為斜坡開發、複合型開發，災害多發生於下邊坡，以岩屑滑崩、弧形地滑為主。
2. 中起伏丘陵區：開發方式為多山脊開發、複合型開發，災害會發生於上、下邊坡，以岩屑滑崩、弧形地滑為主。

3. 火山丘陵區：多以斜坡開發，集塊岩性災害發生於下邊坡，以落石、岩屑滑落。碎屑岩性則以土壤潛移、弧形地滑為主。
4. 中起伏丘陵區：多以複合型開發，災害發生類型為落石、平面型地滑
5. 低起伏丘陵區：以複合型開發為主，災害為平面型地滑、弧形地滑、岩屑滑落。
6. 低起伏惡地丘陵區：以複合型開發為主，災害為弧形地滑、岩屑滑崩。
7. 中起伏丘陵區：由地層傾角分為低、中、高，低傾角可以由斜坡開發得到大面積，災害為岩石滑移及平面型地滑。中、高傾角則要以複合型開發，中傾角災害為岩石滑移、平面型地滑，高傾角則以岩屑滑落、落石。

林湧群、馮道偉 [42] 於「降雨入滲影響土釘邊坡穩定性之研究」一文中，應用有限元素 PLAXIS 分析程式對邊坡穩定性問題進行數值分析，主要研究項目包括：

1. 浸潤帶的影響。
2. 土釘長度與地下水位深度的影響。
3. 單隻土釘於邊坡上不同位置的穩定性比較。
4. 噴凝土對於土釘邊坡穩定的效用。

研究結果顯示：

1. 模擬浸潤帶土壤強度折減情況下，當強度折減至原始值的某比例時，安全係數有加速下降的趨勢，並且邊坡的潛在滑動面由深層圓弧面變成淺層破壞面。
2. 土釘邊坡受到地下水位的影響，在高地下水位時，土壤有效應力下降，抗剪強度相對減少，穩定性不如低地下水位。而土釘的長度在較長時，更能穩定邊坡，但是在超過邊坡穩定所需求的最小長度後，即使增加長度亦無助於安全係數之提升，因此土釘長度的設計宜考慮適合邊坡的情形。
3. 土釘邊坡於降雨浸潤後，能在一定的強度以上保持邊坡的穩定性，但是低於此強度後，土釘將無法發揮效用而直接在坡頂或坡趾處發生破壞。

- 4.單支土釘於植入邊坡底部時可發揮較有效的穩定貢獻，即使降雨時仍然相同，但是邊坡潛在滑動面的位置卻由原本坡面滑動變成了延伸至坡趾外。此外，剪應變最大值的發生處也由土釘下方變成邊坡底部。
- 5.噴凝土於土釘施工時使用，能穩定開挖的坡面，並有助於將潛在破壞面往邊坡內延伸，並些微提升安全係數。

邱南毅、鍾廣吉、吳銘志 [431] 於「降雨條件影響地表入滲之研究」一文中，探討不同降雨條件下淺層土壤含水量之變化及其影響深度，並利用人工降雨模擬器進行現地模擬試驗，模擬在不同降雨條件下，在不同地區之地質材料所得之影響深度。現地試驗結果發現，就積水入滲試驗而言，其土壤剖面含水量變化中，所得積水延時 30 分鐘以前之影響深度最深，而以泥岩地區之影響深度最淺，約在 30 公分左右，崩積土層地區之影響深度最深，約在 100 公分以下。而在不同的降雨條件下，可知田寮泥岩地區在 30 分鐘以前之影響深度約在 10 至 40 公分，而在 30 分鐘以後，其影響深度隨著降雨強度增大而加深。仁德細砂層地區之影響深度約在 15 至 35 公分，而且隨著降雨強度之增加而加深。草嶺崩積土層地區在 30 分鐘以前的影響深度隨著降雨強度之增加而減少，而 30 分鐘以後則影響深度約在 10 至 40 公分左右。本研究由現地試驗數據所建立之入滲推估式可對田寮地區之泥岩、仁德地區之細砂層及草嶺地區之崩積土層等三個地區提供一不同降雨強度下之入滲率推估值供參考。

廖南華、陳景文 [44] 於「土壤經驗參數於數值分析之應用」一文中，彙整並評估土壤及岩石各項參數之經驗公式及建議值，討論其對於一般大地工程問題數值分析之影響，並應用 PLAXIS 有限元素分析方法，進行三個實際案例，包括邊坡、深開挖及碼頭之工程行為分析，數值模擬結果顯示，與實際上工程常用的分析方法及常用之應用軟體相較，本文建議選取之土層經驗公式可得到較佳之分析結果。

陳漢平、陳榮河 [45] 於「降雨入滲引致邊坡破壞機制之探討—以土石流源頭為對象」一文中，針對台北縣金山、中和地區及瑞芳侯硐地區之土石流源

頭處進行研究，探討兩地邊坡之不飽和特性與降雨入滲行為，以分析現地災害發生原因，進而對土石流發生特性有所了解。研究主要分為室內試驗與程式分析兩部分。室內試驗乃針對侯硐地區昇福坑與大粗坑之土石材料，進行不飽和三軸等一系列試驗，以瞭解其土石材料特性；再將試驗結果與前人研究(各土石流源頭處)進行討論與比較。程式分析則針對中和地區兩湖坑及三和坑兩地，利用 STABL 與 ABAQUS 程式，對降雨入滲進行模擬，以了解現地之災變過程。試驗結果顯示，大粗坑土樣與各土石流源頭材料的基本物性與透水特性十分接近；而昇福坑土樣之行為則略有不同。昇福坑土樣在不飽和狀態下，剪力強度可以大幅提升，不過由於現地邊坡處於潮濕狀態，飽和度高，故基質吸力貢獻不大；加上其飽和時剪力強度低，透水性不佳，土壤有遇水弱化的現象，故昇福坑為一極不穩定之邊坡。程式分析結果方面，STABL 分析所得兩湖坑與三和坑之潛在滑動面都屬於淺層滑動，降雨入滲對三和坑有更大之影響。在 ABAQUS 分析中，三和坑現地之應力與水壓歷時變化和降雨強度有明顯之關係；除了降雨強度外，降雨延時、土壤之滲透性、邊坡坡度等也都為重要之影響因子。若比較 STABL 與 ABAQUS 對三和坑之分析結果；兩程式所得之破壞面接近邊坡表面，破壞時間約在降雨發生後 13~14 小時，入滲深度約 10m，具有一致性。而程式分析結果與現地狀況大致符合，可以對三和坑相關試驗結果有所驗證；故此分析模式可作為侯硐地區邊坡穩定分析之參考。

張博雯、蘇苗彬、陳樹群、楊朝平等 [46] 於「地滑地危險地下水位建立方法研究」一文中，以降雨與地下水位之關係為研究主題，運用類神經網路學習滑動體內部因降雨所引致之地下水位變化，研究結果顯示，不同滑動體因降雨所引致之地下水位上升量受不同地區降雨所影響，滑動體地下水位之變化與地下水脈流向有關。

呂明杰、馮道偉 [47] 於「土壤邊坡降雨入滲行為之探討」一文中，以數值模擬方式，進行均勻細砂、砂土質壤土、粉土質粘土及龍潭紅土四種未飽和土壤邊坡之降雨入滲分析，藉此探討這四種不同性質土壤於未飽和狀態下

之入滲行為，此外對於坡面降雨入滲所造成之影響亦加以探討。研究結果如下：

1. 進行邊坡降雨入滲數值分析時，坡頂降雨範圍取用坡高 2 倍距離即可。
2. 經由地表入滲率及入滲百分比圖可以了解土壤於降雨期間雨水入滲狀況，對於降雨過後浸潤深度之發展有重要影響。
3. 當降雨強度大於土壤飽和滲透係數時，由於入滲行為受到飽和滲透係數控制，使得這些降雨強度作用下分析結果完全相同。
4. 未飽和土壤邊坡入滲行為受到土壤本身水力傳導函數之影響，當土壤之水力傳導函數於未飽和部分所對應之滲透係數較高，則土壤於未飽和狀態下入滲速度較快，使得影響區域較大，若土壤之水力傳導函數於未飽和部分所對應之滲透係數較低，則結果相反。
5. 坡面降雨入滲部分對於土壤之水力傳導函數於未飽和部分所對應之滲透係數較高者影響較大，容易造成坡頂向下滲入水流受到推擠而變化流動方向，形成部分水流向遠離坡面方向流動。
6. 滲流速度會隨降雨強度增加而加快，但是當降雨強度大於飽和滲透係數時，不同降雨強度於相同時間點所得到之滲流速度皆相同。
7. 使用 Lumb 浸潤帶推算式推估浸潤深度上與數值分析結果有差異。

王瀚衛、謝平城^[48]於「降雨及入滲對邊坡穩定之效應」一文中，以有限元素法模擬邊坡在降雨入滲情況下，土坡內孔隙水壓力分佈情形，再應用延伸之摩爾-庫倫破壞準則，考慮基質吸力對於土坡抗剪強度之改變，以探討降雨入滲對邊坡穩定知之影響。研究結果顯示，降雨強度影響邊坡穩定性，但其影響存在一極限值，以此極數開始明顯下降之時間觀之，降雨強度尖峰越先到達者，安全係數越早下降，降雨強度極限值係由土體之飽和滲透性所決定。降雨雨型對邊坡安全之影響，以前期降雨較顯著，能使邊坡提早達到接近破壞之狀態，在遇到隨後較大強度之降雨，極可能導致邊坡發生不穩定之情形。在坡度對邊坡穩定之影響方面，以研究所選定之土壤條件而言，

當坡度小於 50 度時，邊坡不易有破壞情形發生，而隨著坡度的增加，邊坡越容易發生破壞。

1-4-2 既有山坡地住宅社區安全檢查機制文獻回顧

內政部營建署[1]於八十六年十二月十五日彙整土木、大地、水土保持、水利、應用地質技師、建築師等公會完成之山坡地住宅區安全檢查紀錄表，包括(1).行政院公共工程委員會所設計之檢查表及 120 件諮詢勘查紀錄(2).苗栗縣、桃園縣及台北縣政府委託各技師公會安全檢查之 160 件檢查結果紀錄等相關資料，完成『山坡地住宅區安全檢查紀錄表』作為坡地社區安全檢查之基準，調查表如表 1-2 所示。

表 1-2 『山坡地住宅區安全檢查紀錄表』

山坡地住宅社區安全檢查紀錄表		編號： _____	日期： 年 月 日
1、基本資料			
1101 社區名稱：	_____		
聯絡人	電話	傳真	
1102 檢查單位：	_____		
聯絡人	電話	傳真	
1103 管理委員會地址：	_____		
聯絡人	電話	傳真	
1104 住戶數	_____		
1105 居住人口數	_____		
1106 雜項執照開工日期：	年	月	日
完工日期：	年	月	日
1107 建造執照核發日期：	_____		
1108 使用執照核發日期：	_____		
1109 基地現況：	<input type="checkbox"/> 使用中 <input type="checkbox"/> 興建中 <input type="checkbox"/> 其他： _____		
2、參考資料（書圖有即打 <input checked="" type="checkbox"/>)			
<input type="checkbox"/> 原設計竣工圖 <input type="checkbox"/> 地形圖 <input type="checkbox"/> 航照圖 <input type="checkbox"/> 全區建築及道路配置圖 <input type="checkbox"/> 滯洪設施 <input type="checkbox"/> 沉砂設施 <input type="checkbox"/> 基地地質圖（含岩層 土層 填土 崩積層） <input type="checkbox"/> 環境地質資料 <input type="checkbox"/> 社區管理體系 <input type="checkbox"/> 安全監測 <input type="checkbox"/> 災害紀錄 <input type="checkbox"/> 上游集水區面積 <input type="checkbox"/> 社區集水分區面積 <input type="checkbox"/> 開發前後地形對照圖 <input type="checkbox"/> 降雨頻率及降雨強度分析 <input type="checkbox"/> 開發前後之逕流係數估測 <input type="checkbox"/> 是否利用地下水 <input type="checkbox"/> 實測現況地形圖（含水溝斷面及溝底高程） <input type="checkbox"/> 環境水系圖 <input type="checkbox"/> 排水系統水力計算 <input type="checkbox"/> 排水系統斷面檢算 <input type="checkbox"/> 排水系統主要結構應力分析 <input type="checkbox"/> 滯洪量估算 <input type="checkbox"/> 滯洪池檢討 <input type="checkbox"/> 沈砂量估算 <input type="checkbox"/> 沉砂池檢討 <input type="checkbox"/> 邊坡 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 排水 <input type="checkbox"/> 建築物 <input type="checkbox"/> 擋土構造物 <input type="checkbox"/> 書面 <input type="checkbox"/> 口述（列入文字紀錄）			
3、災害歷史			
3101 以往災害：	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有		
3102 鄰近災害：	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 有		

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

邊坡 道路 排水 建築物 擋土構造物

3103 其他說明：_____

4、監測系統

4101 監測系統 無 有

項目：傾斜管 傾斜盤 水位計 水壓計 土壓計
鋼筋計 應變計 伸縮計 沉陷計 裂縫計
編號：_____

其他：_____

4102 監測情形：無 有：自行量測 委外量測
檢視頻率：每週 每月 每季 每年 不定期
其他：_____

5、邊坡穩定分析

5101 邊坡面積： M²、長 M、寬 M 平均坡度 %

5102 波面情形：落石 滲水 沖刷 裸露 落石 潛移 滑動
坡腳加強工程 泥流 植被不良 坡頂裂縫
坡面裂縫 坡址隆起 土石流 湧水 順向坡
逆向坡

5103 沖蝕原因：是否來自上游水量 是否社區排水系統不當所致

5104 沖蝕型態：飛濺沖蝕 層狀沖蝕 指狀沖蝕 溝狀沖蝕

5105 沖蝕級別：輕微 中等 嚴重 極嚴重

5106 排水：截水溝 橫向排水 縱向排水 消能設施 沉砂設施
災害程度輕 嚴重 全損 可修復 重新建造

5107 植生：植物：樹類 草類 藤類 混合
工法：鋪網法 編柵法 固定框法 開溝法 鑽孔法
補強：砌石牆 蛇籠 擋土構造物（簡易式）
災害程度：輕 嚴重 全損 可修復 重新建造

6、大地

6101 土壤種類回填土 殘留土 崩積土 沖積土 礦渣

6102 土壤分類_____ 字頭：礫石 G 砂 S 粉土 M 粘土 C
有機質 O 泥碳土 P 字尾：優良級配 W 級配不良 P 沉泥
質 M 粉土質 C 低壓縮性 L 高壓縮性 H

6103 岩石分類土壤完全覆蓋無法判斷 火成岩 安山岩 玄武岩
凝灰岩 其他 沉積岩 砂岩 頁岩 泥岩 頁岩
與砂岩互層 其他 變質岩 片岩 板岩 蛇紋岩
其他

6104 岩石顏色_____ 1.淺紅 2.粉紅 紅 黃 棕 橄欖 綠 藍 灰 3.粉紅色 紅
色 黃色 棕色 橄欖色 綠色 藍色 白色 灰色 黑色

6105 土壤試驗沒有試驗 孔隙比 $e=$ _____ 土壤單位重 $\gamma_t=$ _____ t/m³
土壤凝聚力 $C=$ _____ kg/cm² 內摩擦角 $\Phi=$ _____
地下水位_____ M 滲透係數 $K=$ _____ m/sec

6106 岩石試驗沒有試驗 比重 $G=$ _____ 單壓強度 $\sigma_c=$ _____ kg/cm²
岩石凝聚力 $C=$ _____ kg/cm² 內摩擦角 $\Phi=$ _____

6107 岩層弱面岩層穩定 順向坡 逆向坡 側向坡 節理 斷層
摺被 走向_____ 傾角_____ 其他_____

6108 邊坡分析沒有分析 無限邊坡 不規則破壞分析 楔型破壞
面分析 BISHOP 分析 JANBU 分析 其他

6109 邊坡破壞沒有破壞 平面滑移破壞 楔型破壞 圓弧破壞

翻覆型破壞

7、道路及斷落崖

7101 道路種類土路 碎石路 AC 路面 PC 路面 石版路面

7102 路基損壞情形龜裂 下陷 滑落 流失 其他：_____

7103 斷落崖社區是否設置於斷落崖邊 社區道路是否通過斷落崖邊

道路排水系統是否設置於斷落崖邊

編號：_____

7104 排水損壞情形涵管 涵箱 橋 過水面斷 龜裂 下陷

滑落 面設計不足 雜物堵塞 其他

8、基地與環境水系之關係：

8101 附近有無攔砂埧 有 無

8102 附近有無湖泊 有 無

8103 附近有無新開發基地 有 無

8104 附近河道暴雨水位高程_____

8105 附近河道是否為彎曲河道附近有無攔砂埧 是 否

8106 附近河道是否有堤防 是：位置：_____ 高度：_____

有無龜裂：有 無 有無引水路：有 無

有無河川排放開口 有 無

8107 附近是否有湧泉 有 無

9、擋土構造

9101 種類三明治 卵石混凝土 混凝土 排樁 懸臂式 扶壁式

蛇籠 箱型網籠 加勁式 格籠 板樁式 錨定式 全

面噴漿 其他_____

9102 內容：長度_____M 高度_____M 排水孔徑_____cm Φ 約_____M²-孔

9103 破壞情形：傾斜 牆面突出 鋼筋露出 鋼材鏽蝕 錨頭脫落
鋼鍵突出 加勁條破損 混凝土剝落 龜裂 排水不良 其他：_____

10、建築物

10101 種類：磚造 RC 造 鋼骨造 SRC 造 木造

規模：地下_____層 地上_____層

10102 破壞情形：

建物情形傾斜 下陷 龜裂 門窗變形 基礎外露

樑裂縫長_____cm 寬_____mm 其他：_____

柱裂縫長_____cm 寬_____mm 其他：_____

編號：_____

版裂縫長_____cm 寬_____mm 其他：_____

地下室裂縫長_____cm 寬_____mm 其他：_____

地坪裂縫長_____cm 寬_____mm 其他：_____

11、評估及建議

1101 評估及建議

A 級立即委託專業技師進行深入鑑定工作，並釐訂防災改善措施

B 級進行安全評估並加強監測

C 級暫不處理，繼續監測

1102 補充建議說明：

無

有：（請自行填寫）

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

備註：1.若有書圖說明請以 B5 紙橫寫予留裝訂，每邊各留 2.5 cm
 2.附件圖件說明照片請以”3*5”沖洗，並以 B5 紙張黏貼，每張照片並加說明

張俊哲、何幼榕[9]於”坡地社區安檢、監測管理制度之研究(1999)”中為建立制度化之坡地安全檢視，將檢查分為「簡易安全檢視」與詳細安全檢視兩種。兩種安全檢查均須根據標的所得資訊及「坡地建築物安全維護作業要點」製作報告以供相關人員參考使用。檢查項目中之檢查對象分類訂定與危險徵兆，詳述如表 1-3 所示。

表 1-3 山坡地社區安全檢查項目一覽表

檢查項目	危險徵兆	
環境檢查	1	路面出現裂縫或局部陷落現象
	2	路面出現不明溢水
	3	住宅社區處於順向坡上
	4	住宅社區位在大填方區上
	5	住宅社區在山谷上邊緣凸崖上
	6	住宅社區在活動斷層帶上
	7	住宅社區位在破碎帶上
	8	住宅社區位在崩積層之上
	9	住宅社區在地下坑道影響範圍內
	10	住宅社區處於陡坡度上
	11	住宅社區距離擋土牆太近
	12	滯洪池功能不正常
	13	沉砂池功能不正常
	14	排水設施功能不正常
	15	山坡地面上的樹木、電桿或其他豎立物有傾斜現象
	16	山坡地面上出現裂縫或小坍方
	17	住宅社區鄰近山坡地曾發生崩坍
	18	坡面或路面有異常之隆起現象
建築物檢查	1	背土側壁或地下室地板與牆壁有滲水發霉現象
	2	地下室之地板、牆壁或角落有裂縫或浮凸現象
	3	建築物主結構體有損壞或傾斜現象
	4	建築物非結構體有損壞或傾斜之現象
	5	建築物周圍排水溝渠有裂縫、變形或排水異常現象

	6	水塔進水量與水壓不穩定，自來水費有暴增現象
山坡地及擋土設施	1	周邊山坡地表面或護坡、擋土設施損壞。
	2	擋土設施表面排水孔下雨時或過後未能將水排出
	3	排水溝有裂縫
	4	排水溝無法將水順利排出
	5	擋土設施出水顏色不正常或伴隨泥沙流出
	6	擋土設施表面出現外凸變形或裂縫
	7	擋土設施底部或坡腳有落石或小石塊堆
	8	地錨錨頭發生開裂或剝離現象
	9	地錨錨頭發生銹蝕現象
	10	山坡地面或擋土設施發生不明溢水

堅尼士工程顧問有限公司[12]於”台北市政府工務局建築管理處－台北市山坡地老舊社區加強體檢計畫技術服務建議書(2000)”中，以亞新工程顧問公司於2000年參考香港GEO之評估方法所提出之坡地安全評估作業方式(如表 1-3 所示)為基礎，另加入排水、植生、地質等其他社區安全影響因素，設計出邊坡及擋土設施安全評估表(如表 1-4 所示)、集水及排水設施評估表(如表 1-5 所示)及防汛期疏散等級評估表(如表 1-6 所示)

表 1-3(a)香港 GEO 邊坡擋土設施登記篩選表

1.登記表			
邊坡/擋土設施編號：			
邊坡/擋土設施位置(地址)：			
位置座標： (橫麥卡托座標)		東：E	北：N
地形圖編號：		比例尺：	版次：
航照圖編號：			日期：
登記者：	日期：	校核者：	日期：
竣工、整建或拆除日期：			
維護義務人：			
相關文件及報告主旨	發文(出版)單位	文號或編號	發文(出版)日期

表 1-3(b) 香港 GEO 邊坡擋土設施登記篩選表(續)

2. 現地調查表				
邊坡/擋土設施編號：				
邊坡/擋土設施位置(地址)：				
生命後果分類：		坡/牆趾高程(m)：		天氣：
調查者：	日期：	校核者：	日期：	
邊 坡				
邊坡材料：				
邊坡最大高度(m)：		寬度(m)：	坡角(度)：	平台數： 寬度(m)：
邊坡坡面狀況？ <input type="checkbox"/> 差 <input type="checkbox"/> 可 <input type="checkbox"/> 良好			坡頂位置坡面狀況？ <input type="checkbox"/> 差 <input type="checkbox"/> 可 <input type="checkbox"/> 良好	
邊坡護坡狀況？ <input type="checkbox"/> 裸露 <input type="checkbox"/> 封層 <input type="checkbox"/> 植生			坡頂位置護坡狀況？ <input type="checkbox"/> 裸露 <input type="checkbox"/> 封層 <input type="checkbox"/> 植生	
	大小(mm)	間距(m)	出水情形	阻塞情形
洩水孔/ 水平排水管				
滲漏跡象				
輸水管線漏水情形				
損壞跡象				
過去不穩定情形				
排水溝	型式	大小	出水情形	阻塞情形
擋土牆				
擋土牆型式				
邊坡最大高度(m)：		寬度(m)：	坡角(度)：	平台數： 寬度(m)：
	大小(mm)	間距(m)	出水情形	阻塞情形
洩水孔/ 水平排水管				
滲漏跡象				
輸水管線漏水情形				
損壞跡象				
過去不穩定情形				
排水溝	型式	大小	出水情形	阻塞情形
受影響之構造物	坡頂： 坡趾：			
公共管道調查情形				

表 1-3(c) 香港 GEO 邊坡擋土設施登記篩選表(續)

3.前期安全篩選表									
邊坡/擋土設施編號：					調查日期：				
邊坡/擋土設施位置(地址)：									
調查者：			日期：		校核者：			日期：	
剖面編號	高度(m)		坡/牆趾構造物型式	與坡/牆趾距離(m)	坡/牆頂構造物型式	與坡/牆趾距離(m)	生命後果分類	危險徵兆類別	篩選評分級 ⁽¹⁾
	H1	H2							
1-1									
1-2									
滲漏跡象： <input type="checkbox"/> 有， <input type="checkbox"/> 無									
說明：									
損壞跡象： <input type="checkbox"/> 有， <input type="checkbox"/> 無									
說明：									
是否需進行專業維修？ <input type="checkbox"/> 是， <input type="checkbox"/> 否					臨界剖面之生命後果分類：				
說明：									
調查情形：									
是否需進行緊急維修？ <input type="checkbox"/> 是， <input type="checkbox"/> 否					搶修單位？ <input type="checkbox"/> 私人業主 ⁽²⁾ ， <input type="checkbox"/> 政府				
是否需進行邊坡安全初步分析？ <input type="checkbox"/> 是， <input type="checkbox"/> 否									
平面圖及剖面圖：									
<p>註：(1)由專業工程師判斷。</p> <p>(2)需進一步認維護義務人。</p>									

表 1-4 邊坡及擋土設施安全評估表

邊坡/擋土設施編號：		位於集水區編號：		
行政區別：		危險徵兆分級： <input type="checkbox"/> A 級 <input type="checkbox"/> B 級 <input type="checkbox"/> C 級		
聚落編號：		維修義務人：		
地理位置圖號：		填表者及日期：		
現場相片編號：		校核者及日期：		
邊坡擋土設施登記依據類別		最大高度	長度	
1	高於 3m 之切削邊坡及擋土牆			
2	高於 5m 之填土邊坡及擋土牆			
3	低於 5m 但構成生命威脅之填方邊坡及其擋土牆			
4	>30 度曾受擾動之天然邊坡			
項次	檢視內容	嚴重性		
		無/低	中	高
1	坡頂出現明顯解壓裂縫或凹陷			
2	坡面上之樹木或電線桿有傾斜現象			
3	坡面出現裂縫或小坍方			
4	擋土設施表面出現明顯外凸變形或龜裂			
5	擋土設施表面出現不正常水現象			
6	擋土牆牆腳或邊坡坡趾出現崩土或土石堆			
7	擋土牆洩水口或水平排水管堵塞或排水不良			
8	地錨錨頭出現開裂或剝離現象			
9	錨頭發現銹蝕現象			
10	排水溝有龜裂或淤塞現象			
11	鄰近道路路面出現裂縫或局部陷落			
12	其他			
危險徵兆分級		說明		
A		高危險徵兆：當第 1、4、8、11 項任一項為「高」時		
B		中危險徵兆：除 A、C 級以外		
C		無/低危險徵兆：所有項目均為「無/低」時		
說明：				
1. 本表屬現況檢視之用，不代表工程上穩定分析成果				
2. 專業檢查人員若發現表中未列之項目，可能是反映邊坡危險徵兆之跡時，可依其專業知識判斷邊坡的危險徵兆分級。				
3. 當無法確定分時，採用較高一級分級。嚴重性判斷說明（除第 12 項外）如下：				
嚴重性	無/低	目前無安全之虞，或僅需例行維修即可改善		
	中	目前無安全之虞，持續惡化可能影響安全，可加強例行維修，並配合專業維修改善		
	高	可能影響安全穩定性，需專業維修改善		
4. 現地調查時，若邊坡/擋土設施已損壞、持續變形或研判即將損壞，應即建議進行維修或搶修。				

表 1-5 集水及排水設施評估表

排水設施編號：		現場相片編號：				
集水區編號：		集水區面積(ha)：				
行政區別：		累計集水區面積(ha)：				
聚落編號：		填表者及日期：				
地理位置圖號：		校核者及日期：				
說明表						
區段	項次	項目	嚴重性			備註
			無/低	中	高	
上游	1	集水區坡面裸露沖蝕				
	2	蝕溝現象				
	3	向源侵蝕溝				
	4	坡(牆)頂截流設施不足				
	5	坡(牆)腳截流設施不足				
	6	坡(牆)面截流設施不足				
排水路	7	排水路配置數量不足				
	8	排水路排洪量不足				
	9	逕流流入排水路有障礙				
	10	排水路斷裂或破洞導致滲流				
	11	排水路下陷或基礎掏空				
	12	排水路有斷流或伏流現象				
	13	排水路該有消能設施卻沒有				
	14	排水路破舊不堪使用				
	15	排水路渠首工處理不當				
	16	排水路匯流工處理不當				
	17	排水路淤積				
	18	排水路積水不流				
下游	19	排水路下游斷面比上游小				
	20	排水路流末工處理不當				
	21	聯外排水路不足				
	22	其他				
嚴重性說明表						
嚴重性	說明					
無/低	目前無安全之虞，或僅需例行維修即可改善					
中	目前無安全之虞，持續惡化可能影響安全，可加強例行維修，並配合專業維修改善					
高	可能影響安全穩定性，需專業維修改善					

表 1-6 防汛期疏散等級評估表

排水設施編號：		現場相片編號：				
集水區編號：		集水區面積(ha)：				
行政區別：		累計集水區面積(ha)：				
聚落編號：		填表者及日期：				
地理位置圖號：		校核者及日期：				
說明表						
區段	項次	項目	嚴重性			備註
			無/低	中	高	
上游	1	集水區坡面裸露沖蝕				
	2	蝕溝現象				
	3	向源侵蝕溝				
	4	坡(牆)頂截流設施不足				
	5	坡(牆)腳截流設施不足				
	6	坡(牆)面截流設施不足				
排水路	7	排水路配置數量不足				
	8	排水路排洪量不足				
	9	逕流流入排水路有障礙				
	10	排水路斷裂或破洞導致滲流				
	11	排水路下陷或基礎掏空				
	12	排水路有斷流或伏流現象				
	13	排水路該有消能設施卻沒有				
	14	排水路破舊不堪使用				
	15	排水路渠首工處理不當				
	16	排水路匯流工處理不當				
	17	排水路淤積				
	18	排水路積水不流				
下游	19	排水路下游斷面比上游小				
	20	排水路流末工處理不當				
	21	聯外排水路不足				
	22	其他				
嚴重性說明表						
嚴重性	說明					
無/低	目前無安全之虞，或僅需例行維修即可改善					
中	目前無安全之虞，持續惡化可能影響安全，可加強例行維修，並配合專業維修改善					
高	可能影響安全穩定性，需專業維修改善					

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

劉慶男、李咸亨 [20] 於”坡地社區公共安全檢查項目與技術研究(2001)”以內政部營建署「坡地安全居住手冊」為基礎，依據後續相關研究之修正與案例迴饋分析所得結果另行修訂坡地安全檢查項目，將檢查項目分為「基本檢視表」與「現場檢視表」二大類，如表 1-7、1-8 所示。

表 1-7 坡地安全檢查項目－基本檢視表

A. 基本檢視表	
檢查日期： 年 月 日	檢查人員：
建設公司：	聯絡人： 聯絡電話：
施工單位：	聯絡人： 聯絡電話：
社區名稱／編號：	
坡地癡兆	檢查內容
I. 環境癡兆檢查	1. 房屋是否在很陡坡度之下或之上？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；坡度約 ___ %
	2. 坡面之上游是否有豐富的集水區？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	3. 房子是否位在大填方區之上？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	4. 房子是直接活動斷層帶之上？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	5. 房子是否直接在破碎帶、崩積層之上，或是地下坑道影響範圍內？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	6. 房屋是否位在曾有坍塌記錄且未修復的邊坡之影響範圍內？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	7. 基地是否為順向坡？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
II. 地工癡兆檢查	8. 社區擋土牆是否太高？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；高度約 ___ 公尺
	9. 房子距離擋土牆是否太近？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；大約 ___ 公尺
	10. 房屋基礎設計是否違反規範或不合理？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	11. 社區滯洪池大小和數目是否不足？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	12. 排水溝大小和數量是否不夠？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
小計	

表 1-8(a)坡地安全檢查項目－現場檢視表

B. 現場檢視表	
檢查日期： 年 月 日 檢查人員：	
檢查目的： <input type="checkbox"/> 例行定期檢查 <input type="checkbox"/> 特別檢查	
天 氣： <input type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 陰 <input type="checkbox"/> 雨	
特別檢查： <input type="checkbox"/> 連續雨 <input type="checkbox"/> 暴雨 <input type="checkbox"/> 連續暴雨 <input type="checkbox"/> 地震後	
坡地癥兆	檢查內容
I. 環境癥兆檢查	1. 坡面上的樹木或電線桿是否有傾斜現象？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	2. 坡面是否出現裂縫或小坍方？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；若答案為是，則裂縫分佈 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 疏 <input type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡；最大裂縫長約__公尺，寬約__公分，深約__公分
	3. 路面是否出現裂縫或局部陷落？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；若答案為是，則裂縫分佈 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 疏 <input type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡；最大裂縫長約__公尺，寬約__公分，深約__公分
II. 土工癥兆檢查	4. 各類擋土牆駁坎或噴漿面是否出現外凸變形或龜裂？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；若答案為是，則為 <input type="checkbox"/> 新生裂縫 <input type="checkbox"/> 老舊裂縫；最大裂縫長約__公尺，寬約__公分，深約__公分
	5. 擋土牆腳或坡腳是否有崩土、泥流、落石或土石堆？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	6. 地錨錨頭是否有開裂或剝離現象？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	7. 錨頭是否發現銹蝕現象？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	8. 社區滯洪地是否已被誤用？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	9. 社區沈沙池是否未予維護？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	10. 公共排水溝是否有龜裂或淤塞現象？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；若答案為是，則為 <input type="checkbox"/> 新生裂縫 <input type="checkbox"/> 老舊裂縫
	11. 公共排水溝是否有排水異常現象？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；若答案為是，則為 <input type="checkbox"/> 逸流 <input type="checkbox"/> 溢流
	12. 各類擋土牆駁坎或噴漿面出水現象是否不正常？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否；若答案為是，則 <input type="checkbox"/> 出水混濁帶泥 <input type="checkbox"/> 水量極多 <input type="checkbox"/> 沒有出水

表 1-8(b)坡地安全檢查項目－現場檢視表(續)

III.房屋癥兆檢查	13. 外牆磁磚或刷是否有開裂或剝落現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否;若答案為是,則為 <input type="checkbox"/> 新產生 <input type="checkbox"/> 原存 <input type="checkbox"/> 持續惡化
	14. 房屋周圍水溝渠是否有裂或變形? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否;若答案為是,則為 <input type="checkbox"/> 新產生 <input type="checkbox"/> 原存 <input type="checkbox"/> 持續惡化
	15. 房屋周圍樓梯或排水溝與建築物間是否產生開裂或落差? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	16. 房屋梁柱是否有裂縫或歪斜現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否;若答案為是,則為 <input type="checkbox"/> 輕微 <input type="checkbox"/> 持續惡化 <input type="checkbox"/> 嚴重
	17. 房屋周圍排水溝渠是否有排水異常現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否;若答案為是,則為 <input type="checkbox"/> 逸流 <input type="checkbox"/> 溢流
	18. 貼山側牆或地下室地板與牆壁是否有滲水發霉現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否;若答案為是,則為 <input type="checkbox"/> 新產生 <input type="checkbox"/> 原存 <input type="checkbox"/> 持續惡化
	19. 地下室之地板、牆壁或角落是否有裂縫或浮凸現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否;若答案為是,則為 <input type="checkbox"/> 新產生 <input type="checkbox"/> 原存 <input type="checkbox"/> 持續惡化
	20. 房屋梁柱外表有無鋼筋外露現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否;若答案為是,則為 <input type="checkbox"/> 新產生 <input type="checkbox"/> 原存 <input type="checkbox"/> 持續惡化
	21. 隔間牆粉刷層是否有開裂現象或產生斜向裂縫? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
	22. 屋內裝飾材料或傢具是否有開裂蝕或傾斜現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
23. 房屋門窗是否因結構體或門窗本身變形而產生開關困難或無法使用現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
24. 房頂水塔進水量與水壓是否不穩定,自來水水費是否有暴增現象? <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
※鄰近建築物潛在倒塌危險對本建築物有無影響 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 答是者為「N」	
小計	

劉慶男、陳建忠、詹添全[26]於「山坡地住宅社區基地外影響安全因素與處理對策之研究(2001)」中結合內政部營建署之「山坡地住宅社區安全檢查紀錄表」，將山坡地住宅社區基地外影響因素予以分類彙整成各調查項目，製作「山坡地住宅社區基地外安全檢查紀錄表」如表 1-9 所示。

表 1-9 山坡地住宅社區基地外安全勘查紀錄表

檢查日期： 年 月 日

山坡地住宅社區基地外安全檢查紀錄表	社區名稱			電話	
	聯絡人			傳真	
	基地位置	鄉 路			
		縣(市) 路 段 巷 弄 號			
區 街					
檢查單位	檢查人		連絡地址		
			電話		
			傳真		
參考資料	<input type="checkbox"/> 地形圖 <input type="checkbox"/> 航照圖 <input type="checkbox"/> 環境水系圖 <input type="checkbox"/> 環境地質資料 <input type="checkbox"/> 地質敏感地區圖 <input type="checkbox"/> 山坡地災害紀錄 <input type="checkbox"/> 上游集水區面積 <input type="checkbox"/> 開發前後地形對照圖 <input type="checkbox"/> 降雨頻率及降雨強度分析 <input type="checkbox"/> 實測現況地形圖			<input type="checkbox"/> 書面 <input type="checkbox"/> 口述	災害歷史
					以往災害 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
					災害發生時間_____
					鄰近災害 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無
				災害發生時間_____	
				災害種類	
				<input type="checkbox"/> 邊坡 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 排水 <input type="checkbox"/> 建築物 <input type="checkbox"/> 擋土構造物	
				其他說明：	
基地氣候狀況	平均溫度_____ 相對溼度_____ 風向_____ 風速_____ 年降雨量_____ 年降雨日數_____				
基地地形	<input type="checkbox"/> 陡上坡 <input type="checkbox"/> 陡下坡 <input type="checkbox"/> 順向坡 <input type="checkbox"/> 逆向坡 <input type="checkbox"/> 谷口 <input type="checkbox"/> 谷邊 <input type="checkbox"/> 坍塌 <input type="checkbox"/> 斷層 <input type="checkbox"/> 其他				

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

<p>基地地質</p>	<p> <input type="checkbox"/>岩石 岩石分類 <input type="checkbox"/>土壤完全覆蓋無法判斷 <input type="checkbox"/>火成岩<input type="checkbox"/>泥岩 <input type="checkbox"/>頁岩 <input type="checkbox"/>蛇紋岩 <input type="checkbox"/>安山岩<input type="checkbox"/>沉積岩<input type="checkbox"/>變質岩<input type="checkbox"/>頁岩與沙岩互層 <input type="checkbox"/>玄武岩<input type="checkbox"/>砂岩 <input type="checkbox"/>片岩 <input type="checkbox"/>凝灰岩<input type="checkbox"/>板岩 <input type="checkbox"/>板岩 岩層弱面 <input type="checkbox"/>岩層穩定<input type="checkbox"/>順向坡<input type="checkbox"/>逆向坡<input type="checkbox"/>側向坡<input type="checkbox"/>節理 <input type="checkbox"/>斷層<input type="checkbox"/>摺皺<input type="checkbox"/>走向_____<input type="checkbox"/>傾角_____ <input type="checkbox"/>其他_____ </p>
<p>鄰接社區基地面坡穩定分析</p>	<p> 邊坡面積_____M²長_____M寬_____M平均坡度_____％ 坡面情形 <input type="checkbox"/>落石<input type="checkbox"/>滲水<input type="checkbox"/>沖刷<input type="checkbox"/>裸露<input type="checkbox"/>潛移<input type="checkbox"/>滑動<input type="checkbox"/>坡腳加強工程<input type="checkbox"/>泥流<input type="checkbox"/>植被不良 <input type="checkbox"/>坡頂裂縫<input type="checkbox"/>坡面裂縫<input type="checkbox"/>坡址隆起<input type="checkbox"/>土石流<input type="checkbox"/>湧水<input type="checkbox"/>順向坡<input type="checkbox"/>逆向坡 沖蝕原因 <input type="checkbox"/>是否來自上游水量<input type="checkbox"/>是否社區排水系統不當所致 沖蝕型態 <input type="checkbox"/>飛濺沖蝕<input type="checkbox"/>層狀沖蝕<input type="checkbox"/>指狀沖蝕<input type="checkbox"/>溝狀沖蝕 沖蝕級別 <input type="checkbox"/>輕微<input type="checkbox"/>中等<input type="checkbox"/>嚴重<input type="checkbox"/>極嚴重 排水 <input type="checkbox"/>截水溝<input type="checkbox"/>橫向排水<input type="checkbox"/>縱向排水<input type="checkbox"/>消能設施<input type="checkbox"/>沉砂設施 災害程度 <input type="checkbox"/>輕<input type="checkbox"/>嚴重<input type="checkbox"/>全損<input type="checkbox"/>可修復<input type="checkbox"/>重新建造 邊坡破壞 <input type="checkbox"/>沒有破壞<input type="checkbox"/>平面滑移破壞<input type="checkbox"/>楔型破壞<input type="checkbox"/>圓弧破壞<input type="checkbox"/>翻覆型破壞 </p>
<p>社區道路及斷落崖</p>	<p> 社區道路種類<input type="checkbox"/>土路<input type="checkbox"/>碎石路<input type="checkbox"/>AG路面<input type="checkbox"/>PC路面<input type="checkbox"/>石板路面 路基損壞情形<input type="checkbox"/>龜裂<input type="checkbox"/>下陷<input type="checkbox"/>滑落<input type="checkbox"/>流失<input type="checkbox"/>其他_____ 斷落崖<input type="checkbox"/>基地是否位於於斷落崖邊<input type="checkbox"/>社區外道路是否通過斷落崖邊<input type="checkbox"/>道路排水系統是否設置於斷落崖邊 </p>
<p>道路排水損壞情形</p>	<p> <input type="checkbox"/>涵管<input type="checkbox"/>涵箱<input type="checkbox"/>橋<input type="checkbox"/>過水路面斷<input type="checkbox"/>龜裂<input type="checkbox"/>下陷<input type="checkbox"/>滑落<input type="checkbox"/>面設計不足<input type="checkbox"/>雜物堵塞<input type="checkbox"/>其他 </p>
<p>山坡地住宅社區基地外土地與環境水之關係</p>	<p> 附近有無攔砂埧<input type="checkbox"/>有<input type="checkbox"/>無 附近有無湖泊<input type="checkbox"/>有<input type="checkbox"/>無 附近有無新開發基地<input type="checkbox"/>有<input type="checkbox"/>無 附近有無暴雨水位高程_____ 有無河川開口<input type="checkbox"/>有<input type="checkbox"/>無 附近是否有湧泉<input type="checkbox"/>是<input type="checkbox"/>否 附近河道是否為彎曲河道<input type="checkbox"/>是<input type="checkbox"/>否 附近河道是否有堤防<input type="checkbox"/>是：位置：_____高度：_____ 有無龜裂：<input type="checkbox"/>有<input type="checkbox"/>無 有無引水路：<input type="checkbox"/>有<input type="checkbox"/>無 </p>
<p>社區護坡工程工法</p>	<p> <input type="checkbox"/>鋪網法<input type="checkbox"/>編柵法<input type="checkbox"/>定框法<input type="checkbox"/>開溝法<input type="checkbox"/>鑽孔法<input type="checkbox"/>其他 </p>

社區擋土工程 工法	種類 <input type="checkbox"/> 三明治 <input type="checkbox"/> 排樁 <input type="checkbox"/> 扶壁式 <input type="checkbox"/> 箱型網籠 <input type="checkbox"/> 格籠 <input type="checkbox"/> 錨定式 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/> 卵石混凝土 <input type="checkbox"/> 懸臂式 <input type="checkbox"/> 蛇籠 <input type="checkbox"/> 加勁式 <input type="checkbox"/> 板樁式 <input type="checkbox"/> 全面噴漿 內容：長度_____M 高度_____M 排水孔徑_____cmφ 約_____M ² - 孔 破壞情形： <input type="checkbox"/> 傾斜 <input type="checkbox"/> 牆面突出 <input type="checkbox"/> 鋼筋外露 <input type="checkbox"/> 鋼材鏽蝕 <input type="checkbox"/> 錨頭脫落 <input type="checkbox"/> 鋼鍵突出 <input type="checkbox"/> 加勁條破損 <input type="checkbox"/> 混凝土剝落 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input type="checkbox"/> 排水不良 <input type="checkbox"/> 其他：_____
植生現況	<input type="checkbox"/> 樹類 <input type="checkbox"/> 草類 <input type="checkbox"/> 蕨類 <input type="checkbox"/> 混合 <input type="checkbox"/> 其他_____
社區建築物資 料	種類： <input type="checkbox"/> 磚造 <input type="checkbox"/> RC 造 <input type="checkbox"/> 鋼骨造 <input type="checkbox"/> SRC 造 <input type="checkbox"/> 木造 規模： <input type="checkbox"/> 地下_____層 <input type="checkbox"/> 地上_____層 破壞情形 <input type="checkbox"/> 傾斜 <input type="checkbox"/> 下陷 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input type="checkbox"/> 門窗變形 <input type="checkbox"/> 基礎外露 梁裂縫長_____CM 寬_____mm <input type="checkbox"/> 其他：_____ 編號：_____ 柱裂縫長_____CM 寬_____mm <input type="checkbox"/> 其他：_____ 牆裂縫長_____CM 寬_____mm <input type="checkbox"/> 其他：_____ 頂板裂縫長_____CM 寬_____mm <input type="checkbox"/> 其他：_____ 地坪裂縫長_____CM 寬_____mm <input type="checkbox"/> 其他：_____
檢查結果	<input type="checkbox"/> A 級立即委託建築師專業技師進行鑑定工作，並釐訂防災改善措施 <input type="checkbox"/> B 級進行安全評估並加強監測 <input type="checkbox"/> C 級暫不處理繼續監測
肉眼可視影響 安全現象	
補充建議事項	

1-4-3 既有山坡地住宅社區安全檢查機制分析

本研究彙整既有山坡地住宅社區安全檢查機制相關文獻進行比較分析後發現，國內有關山坡地住宅社區安全檢查項目之認定與評定標準仍以定性描述者居多，缺乏量化數據以茲佐證。在評估上，雖以土木、大地、水土保持、水利、應用地質技師及建築師等作為主要評估人員，但在最後有關危險程度之認定上，仍以評估者自由心證居多，因缺乏客觀之認定標準，甚至有南轅北轍之評估結果。因此建立一套客觀且量化之山坡地住宅社區安全檢查機制，以作為整體坡地社區防災策略之考量，實有其必要性。

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影響因子之決定

第一節 近十年國內山坡地災害資料統計分析

本研究透過「聯合知識庫」(<http://udndata.com>)以「山坡地災害」等關鍵詞彙蒐尋檢索近十餘年(民國八十三年至民國九十四年)國內山坡地相關災害網路新聞，分析彙整完成 150 筆坡地災害資料，分就不同項目先由研究團隊依圖片初步研判，篩選過濾圖名不符者後，進行統計分析，以災害分布地區進行統計所得結果如表 2-1 與圖 2-1 所示。

表 2-1 近十年國內山坡地災害分布地區統計表

縣市編號	縣市名稱	山坡地災害資料數目
1	基隆市	12
2	台北縣	26
3	台北市	17
4	桃園縣	13
5	新竹縣	9
6	苗栗縣	9
7	台中縣	13
8	南投縣	14
9	彰化縣	2
10	雲林縣	4
11	嘉義縣	5
12	台南縣	13
13	高雄縣	3
14	屏東縣	1
15	台東縣	3
16	花蓮縣	2
17	宜蘭縣	5

(資料來源：「聯合知識庫」，網址：<http://udndata.com>，圖表來源：本研究整理)

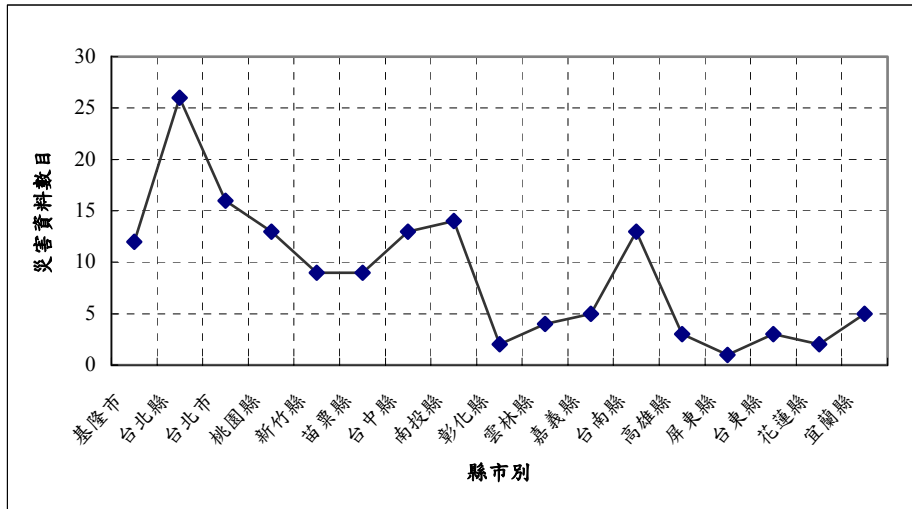


圖 2-1 近十年國內山坡地災害分布地區統計圖

(圖表來源：本研究整理)

由表 2-1 與圖 2-1 可知近十年國內山坡地災害主要分布於台北縣，共 26 筆。其次為台北市，共 17 筆。再其次為南投縣，共 14 筆。將統計結果與地形分布情形合併分析，則可知國內山坡地災害分布主要受山坡地地形影響。圖 2-2、2-3 所示為台北縣市與南投縣衛星影像，由圖中可知台北縣市境內主要為坡度 55%~100% 之坡地地形，南投縣則 85% 屬山坡地地形。故兩者山坡地災害發生機率均偏高。

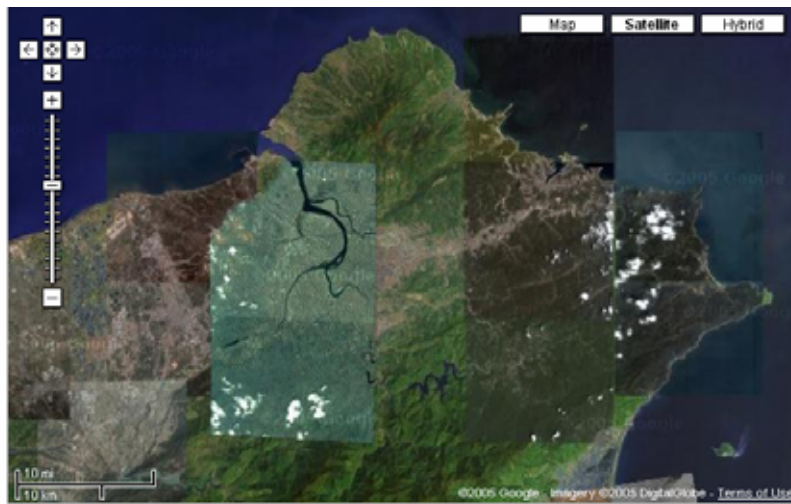


圖 2-2 台北縣市衛星影像

(資料來源：「Google map」，網址 <http://maps.google.com>)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



圖 2-3 南投縣市衛星影像

(資料來源：「Google map」，網址 <http://maps.google.com>)

以災害發生分布月份進行統計所得結果如表 2-2 與圖 2-4 所示。

表 2-2 近十年國內山坡地災害發生月份分布統計表

月份編號	月份	山坡災害資料 數目
1	一月	4
2	二月	3
3	三月	6
4	四月	4
5	五月	9
6	六月	18
7	七月	10
8	八月	23
9	九月	39
10	十月	16
11	十一月	13
12	十二月	2

(資料來源：「聯合知識庫」，網址：<http://udndata.com>，圖表來源：本研究整理)

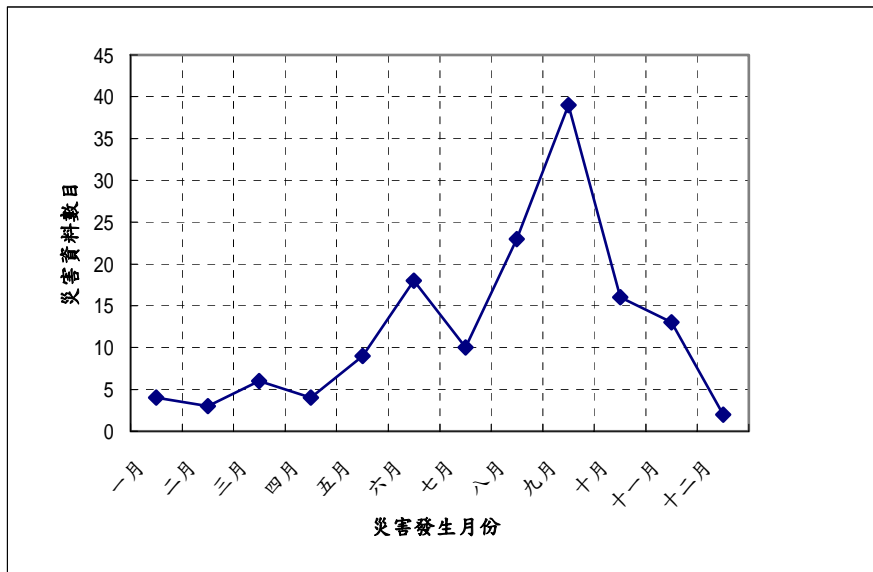


圖 2-4 近十年國內山坡地災害發生月份分布統計圖

(圖表來源：本研究整理)

由表 2-2 與圖 2-2 可知近十年國內山坡地災害主要分布於九月份，共計 39 筆。其次為八月份，共計 23 筆。再其次為十月份，共計 16 筆。將統計結果與各月雨量分布情形合併分析，若僅考慮雨量分布對可能引致山坡地災害發生機率之影響而言，台灣地區山坡地災害之發生機率頗受雨量分布影響。圖 2-5~2-10 為台灣地區六~十一月雨量分布圖，由圖中可知，自六月進入颱風季至十一月間，雨量逐步攀升，其中又以九月最為顯著，故山坡地災害可能發生機率較為顯著。

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影響因子之決定

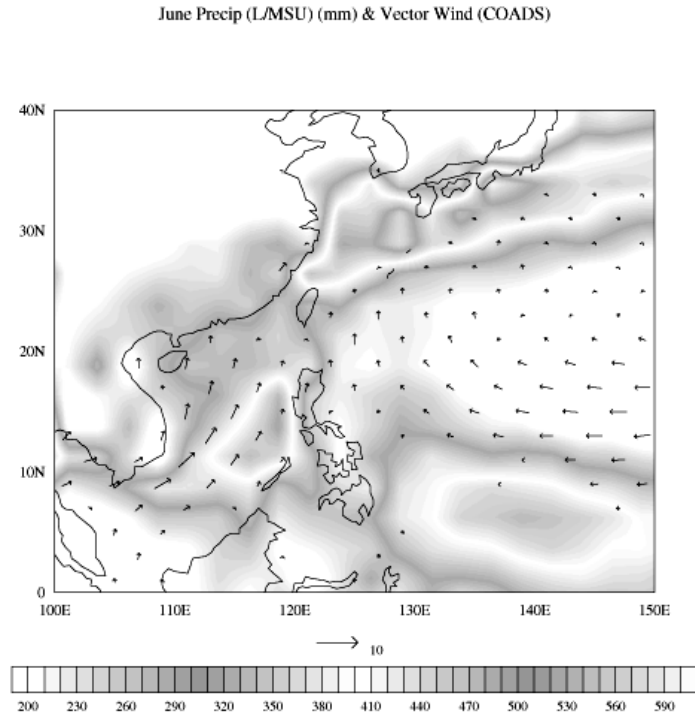


圖 2-5 台灣地區六月風場雨量分佈圖

(資料來源：台灣大學大氣系氣候動力研究室，網址：<http://hsu.as.ntu.edu.tw/html/main.htm>)

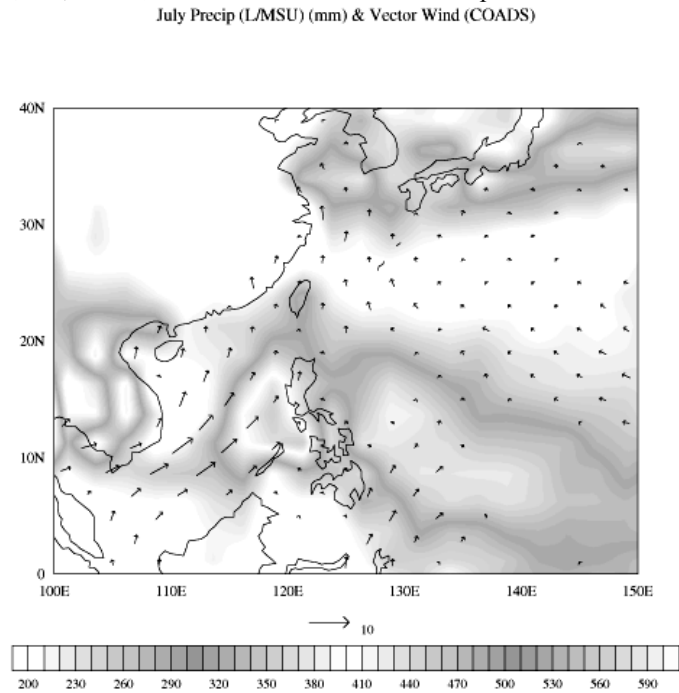


圖 2-6 台灣地區七月風場雨量分佈圖

(資料來源：台灣大學大氣系氣候動力研究室，網址：<http://hsu.as.ntu.edu.tw/html/main.htm>)

August Precip (L/MSU) (mm) & Vector Wind (COADS)

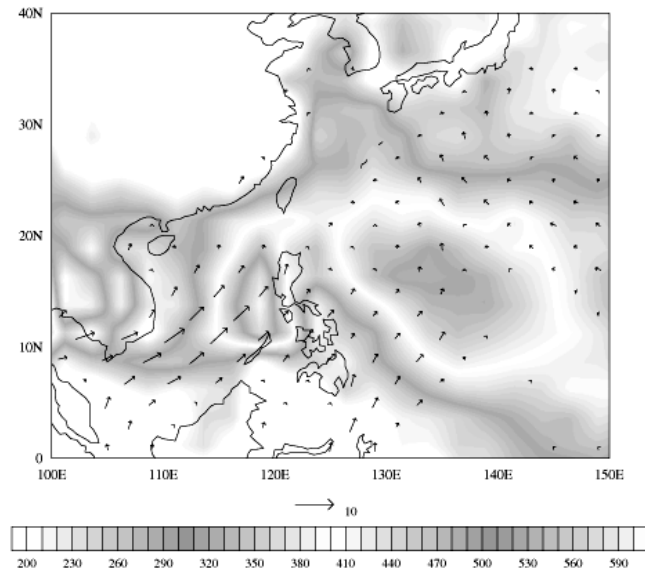


圖 2-7 台灣地區八月風場雨量分佈圖

(資料來源：台灣大學大氣系氣候動力研究室，網址：<http://hsu.as.ntu.edu.tw/html/main.htm>)

September Precip (L/MSU) (mm) & Vector Wind (COADS)

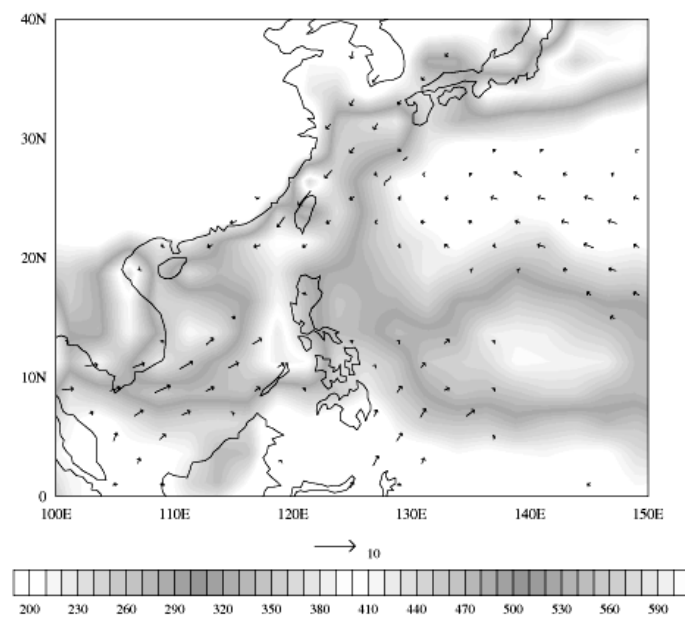


圖 2-8 台灣地區九月風場雨量分佈圖

(資料來源：台灣大學大氣系氣候動力研究室，網址：<http://hsu.as.ntu.edu.tw/html/main.htm>)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定

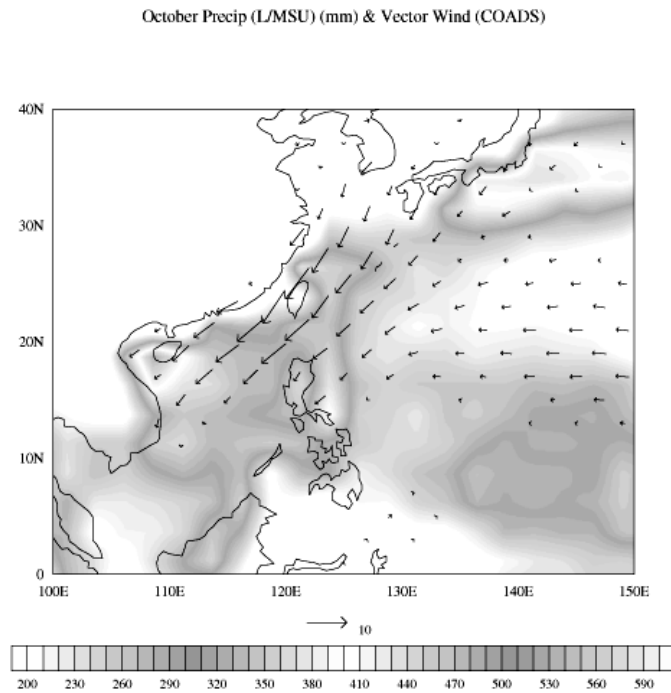


圖 2-9 台灣地區十月風場雨量分佈圖

(資料來源：台灣大學大氣系氣候動力研究室，網址：<http://hsu.as.ntu.edu.tw/html/main.htm>)

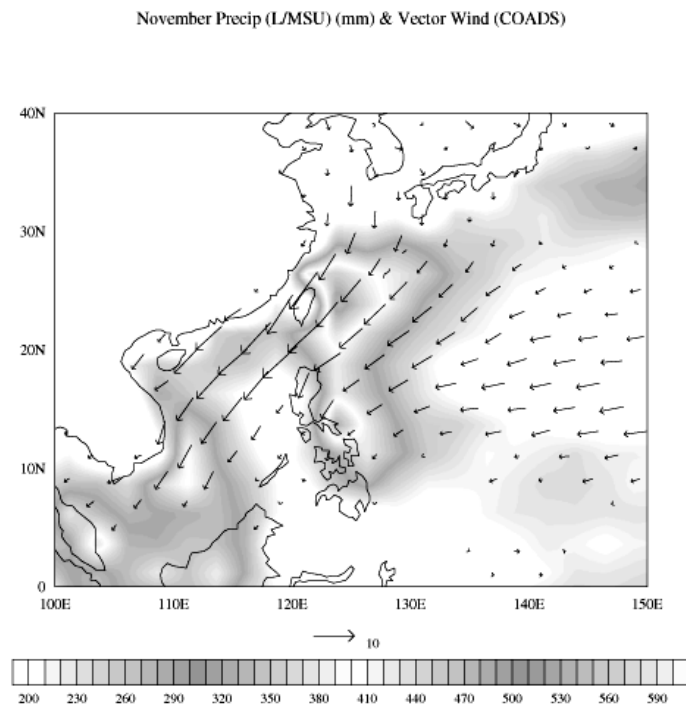


圖 2-10 台灣地區十一月風場雨量分佈圖

(資料來源：台灣大學大氣系氣候動力研究室，網址：<http://hsu.as.ntu.edu.tw/html/main.htm>)

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

本研究選取山坡地災害資料較多之縣市，將表 2-1 與表 2-2 兩者所得結果交叉統計，得表 2-3 與圖 2-11。

表 2-3 近十年各縣市山坡地災害發生月份分布統計表

月份	縣市名稱與山坡地災害資料數目					
	基隆市	台北縣市	桃園縣	台中縣	南投縣	台南縣
一月份	0	0	1	0	0	0
二月份	1	1	0	0	0	0
三月份	3	1	0	1	1	0
四月份	0	3	1	0	0	0
五月份	0	0	2	1	1	1
六月份	0	4	3	1	2	3
七月份	2	2	0	0	0	1
八月份	1	3	0	3	4	3
九月份	2	12	4	7	6	4
十月份	1	8	1	0	0	1
十一月份	2	9	1	0	0	0
十二月份	0	0	0	0	0	0
合計	12	43	13	13	14	13

(圖表來源：本研究整理)

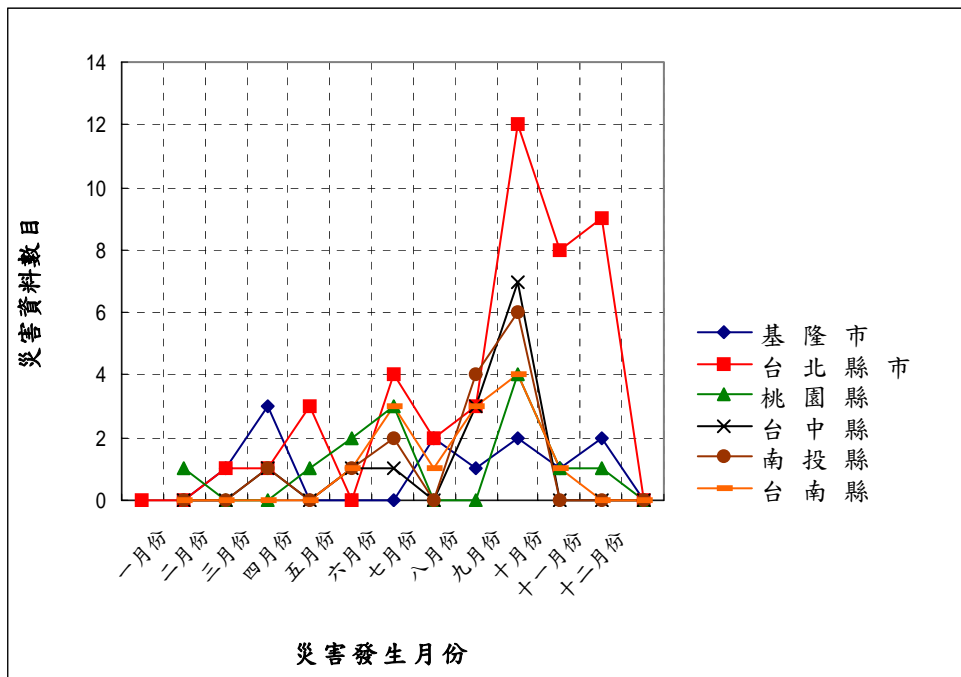


圖 2-11 近十年各縣市山坡地災害發生月份分布統計圖

(圖表來源：本研究整理)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境因子之決定

將統計結果合併台灣地區雨量分布情形進行綜合分析，可知縣市境內多山坡地地形者(台北縣市、台中縣、南投縣)其潛在山坡地災害較多，且亦集中發生於九月份，顯示國內山坡地災害潛勢地區受雨量影響而誘發災害之機率頗高。以災害描述字彙出現次數進行統計分析所得結果如表 2-4 與圖 2-12 所示。

表 2-4 近十年國內山坡地災害描述字彙出現次數統計表

編號	災害描述字彙	出現次數
1	地基流失	18
2	土石流	52
3	擋土牆崩塌	13
4	龜裂	9
5	淹水	7
6	坡地崩塌	68
7	表土裸露	3
8	排水道涵管損毀	4
9	地基下陷	13
10	地基滑動	24
11	房屋倒塌	20
12	降雨	53
13	颱風	10
14	地震	6
15	颱風+降雨	14
16	人為問題+降雨	11
17	施工不當	6
18	排水系統規劃不當	12
19	人為不當開發	4
20	設計不當	0

(圖表來源：本研究整理)

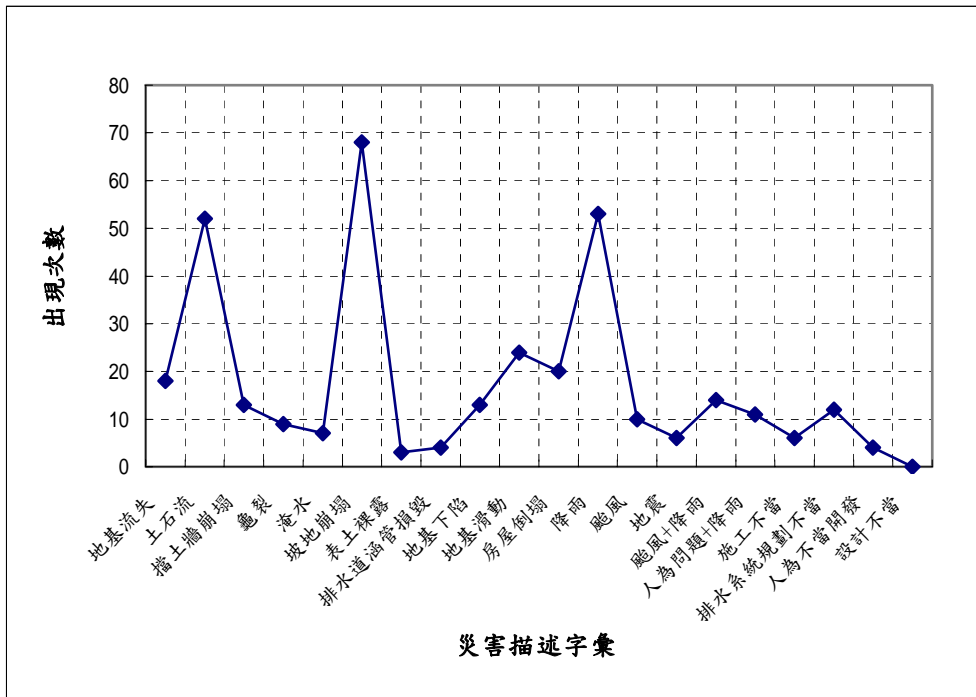


圖 2-12 近十年國內山坡地災害描述字彙出現次數統計圖
(圖表來源：本研究整理)

由表 2-4 與圖 2-12 可知，災害描述字彙出現次數依大到小順序排列為坡地崩塌(68 次)、降雨(53 次)、土石流(52 次)、地基滑動(24 次)、房屋倒塌(20 次)，地基流失(18 次)、颱風+降雨(14 次)、地基下陷(13 次)、擋土牆崩塌(13 次)、排水系統規劃不當(12 次)、人為問題+降雨(11 次)、颱風(10 次)、龜裂(9 次)、淹水(7 次)、地震(6 次)、施工不當(6 次)、排水道涵管損毀(4 次)、人為不當開發(4 次)、表土裸露(3 次)。經篩選扣除災害結果之描述字彙(坡地崩塌、地基滑動、房屋倒塌、地基流失、地基下陷、擋土牆崩塌)，可得環境影響因子描述字彙出現次數依大到小順序排列為降雨(53 次)、土石流(52 次)、颱風+降雨(14 次)、排水系統規劃不當(12 次)、人為問題+降雨(11 次)、颱風(10 次)、龜裂(9 次)、淹水(7 次)、地震(6 次)、施工不當(6 次)、排水道涵管損毀(4 次)、人為不當開發(4 次)、表土裸露(3 次)，此項統計結果雖無法明確指出山坡地災害致災因子，但應可作為環境影響因子危險度量化評估之初步依據。

第二節 台北縣市重大坡地災害案例分析

2-2-1 台北縣三峡鎮白鷄山莊社區坡地災害

2-2-1-1 坡地環境概述

白鷄山莊社區位於三峡鎮之東南方，白鷄山莊全區地勢以東南為最高，並向西北傾斜而下，地表高程介於海拔 100 公尺至 160 公尺之間，地層主要為中新世初期至晚期之沉積岩與火山岩體、上新世沉積岩以及現代之台地堆積與河床沖積，此災區之地層由上而下，大致分為第一層回填土、第二層粉質黏土或高度風化砂頁岩及第三層頁岩或砂岩及其互層，於基地附近露出之地層主要為桂竹林上部地層及台地堆積層，桂竹林層之走向約為西北西方向，向南傾斜約 55 度，與基地之填土波坡形成逆向分布。距基地較近之地質構造主要為新店逆斷層，新店逆斷層約呈東北東方向，向西南延伸，距基地僅約 600 公尺。民國八十四年，台北縣三峡鎮白鷄地區之萬代福(白雞山莊)社區，因受地震影響，造成擋土牆破壞及地層滑動，產生嚴重位移及擠壓破壞。

2-2-1-2 災害概述

- (一)、原崩塌邊坡之趾部有一河道，該河道在邊坡趾部係為一轉彎處，坡趾係位於溪流之攻擊位置，豪雨時溪水流量甚大，直接衝擊、沖刷侵蝕坡趾，該坡趾雖有護坡，但該護坡已出現龜裂下陷，若護坡崩壞，則會嚴重危及邊坡上方之白雞社區道路及附近建築。
- (二)、社區全區內之排水系統功能欠佳，且在鄰近崩坍區附近之截、排水溝，其截水狀態均不盡理想，大雨時地表水仍四處流竄，部分逕流往崩坍區之填土邊坡漫流，將嚴重影響邊坡之穩定性。
- (三)、現有之整治、改善措施部分僅為臨時性且局部性之改善措施，並未周詳予以通盤及長期性補強考量。
- (四)、崩坍區旁現有三棟興建但未完成之建築物，由於缺乏維護，目前擋土

牆頂部並無良好之排水設施，導致地下水匯集在擋土牆後方無法有效宣洩，造成下雨時擋土牆有明顯噴水現象，穩定狀況堪慮。

2-2-1-3 災害分析

白鷄山莊之災害分析，可歸納為下列幾點：

- (一)、位於崩塌區周圍之建築物，並未有明顯傾斜之趨勢，崩坍區邊坡亦未有大幅滑動之情形，顯示本崩坍區周圍地層再經過前次災變及初步整治後，現況呈穩定狀態。
- (二)、崩坍區之頂部及趾部附近，各有一處坡度較陡處之邊坡穩定安全係數偏低，長期穩定性堪慮。且社區現有之整治、改善措施，僅為臨時性且局部性之改善措施，並未有周詳且通盤之考量，部分如噴凝土有龜裂及滲水之情形，鋼軌樁之打設深度無法確認，故實在有必要進行長期補強之規劃及設計。
- (三)、社區排水功能欠佳，規劃亦欠完善。崩坍坡趾處之河道，對社區之安全性影響極大，應予以徹底整治。
- (四)、崩坍區原為一山溝谷回填而成，表層回填土厚度達 5~10 公尺，經監測結果顯示地下水位頗高，研判可能是原溝谷之水流道路。



照片 2-1 地震造成台北縣山峽鎮白鷄山萬代福社區邊坡崩塌全景
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境因子之決定



照片 2-2 崩坍區四周之兩層樓別墅及四樓公寓
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-3 主崩崖頂附近道路復原
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-4 興建未完成隻四樓公寓基礎土壤有被掏空之虞
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-5 興建未完成隻四樓公寓牆壁有龜裂情形
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



照片 2-6 局部排水溝龜裂情形
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-7 社區道路路面有裂縫產生
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-8 坡趾處之河流直接衝擊坡趾部
該護坡已出現龜裂沉陷情形
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-9 道路缺乏橫向截流溝，地表水四處漫流
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



照片 2-10 採噴漿護坡及鋼軌樁加以擋土原有破壞之建築已拆除
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-11 擋土牆有明顯噴水及滲水現象
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

2-2-2 台北縣汐止鎮林肯大郡社區坡地災害

2-2-2-1 坡地環境

林肯大郡位於基隆河北方約兩公里，全區約呈倒三角狀，坍塌區域位於全區之西北角稜線南邊坡，坡向約呈東西走向，向南傾斜 30 度，與破壞之層面傾角走向幾乎完全一致，為一典型之順向坡地形。其地層為中新世大寮層，大寮層之岩層主要由厚層塊狀砂岩和不同層厚的頁岩，或砂岩、頁岩護層所組成，本坍方區坡頂除薄層覆土外，其下之岩性多為深灰色頁岩，或砂、頁岩互層。岩層層面之走向為北偏東 78 度至 85 度，向南傾斜約 28 度至 32 度。距本坍區最近之地質構造為基隆斷層，基隆斷層為一逆斷層，約在本坍塌區南方五百公尺左右，但於坍塌區內地表並無發現受斷層影響而擠壓或錯動之現象。

2-2-2-2 災害概述

- (一)、坍塌區之地質係由砂頁岩互層之地層，邊坡破壞模式係為一沿頁岩層面下滑之順向坡平面滑動破壞。
- (二)、由於邊坡之岩層有若干垂直節理存在，豪雨時大量雨水沿垂直節理之張力裂縫滲入，蓄積在擋土牆 RC 面板後方及頁岩之層面間，且頁岩遇水後強度會有明顯降低的特性，故豪雨時一方面水壓力造成下滑之推力增加，另一方面頁岩之抗滑力又明顯降低，當下滑力大於抗滑力時，即造成邊坡之全面坍塌破壞。

2-2-2-3 災害分析

- (一)、基地調查部分：
 - 1. 鑽探調查項目與孔數不足、孔位標示位置與現地不符，且地層描述有明顯誤判。
 - 2. 研判全部或局部鑽探未實際施作之現象，此調查不足之現象，易誤導設計之判斷。

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境因子之決定

(二)、規劃(建築配置)部分：

1. 邊坡坍塌災變位置，於核發雜項執照時，仍未配置任何擋土牆。
2. 未妥善考量地形及地質條件，致使建築物配置於順向坡位置，且形成大規模挖除坡腳，埋下邊坡不穩定因子。
3. 建築物緊鄰高擋土牆配置似有不妥。

(三)、設計部分：

1. 懸臂式 RC 擋土牆無預力地錨配置。
2. 變更擋土牆設計，並未向建築主管機關辦理變更設計手續。
3. 誤判地質條件良好，故未予修正設計參數，致地層參數選取未儘妥適，有導致設計安全標準不足之虞慮。
4. 設計時，擋土牆背未考慮水壓力，導致完工後出現滲水現象，且邊坡頂部張力裂縫及邊坡面上縱向節理面均可能存在水壓之情形。
5. 地錨設計者於施工中並未參與監督及驗收作業。

(四)、施工部分：

1. 地錨總數量僅為設計數量之 73.5%。
2. 部分地錨之錨頭與自由段交接處，鋼腱之銹蝕甚為嚴重，疑係自由段灌漿、防蝕不確實，未能符合設計要求所造成。
3. 部分地錨施預力及驗證試驗步驟，並未按一般地錨施工規範要求進行施作，且同一支地錨有兩個錨頭之情形，其作用疑有對拉之嫌。
4. 混凝土強度於隔梁部分有偏低之現象。

(五)、管理維護部分：

當現場擋土牆接二連三發生龜裂、嚴重滲水及錨頭脫落現象，顯示擋土牆、格梁及地錨系統不足以提供足夠之抵抗，且現場牆背水位亦明顯與設計者考量之條件不符，管理單位仍未適時檢討並建議業主採取有效補救措施，顯有未盡職責之嫌。

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究



照片 2-12 北側邊坡西半部坍塌情形
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-13 坍塌前北側邊坡東隅情形；擋土牆有明顯出水之現象
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



照片 2-14 北側邊坡西半部坍塌，導致第三區
205~235 號一、二樓梁柱斷裂情形
(照片來源：李景亮技師提供)



照片 2-15 第二區 74 號 1 樓損毀情形
(照片來源：李景亮技師提供)

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究



照片 2-16 第二區 146 號 1 樓損毀情形
(照片來源：(照片來源：李景亮技師提供)

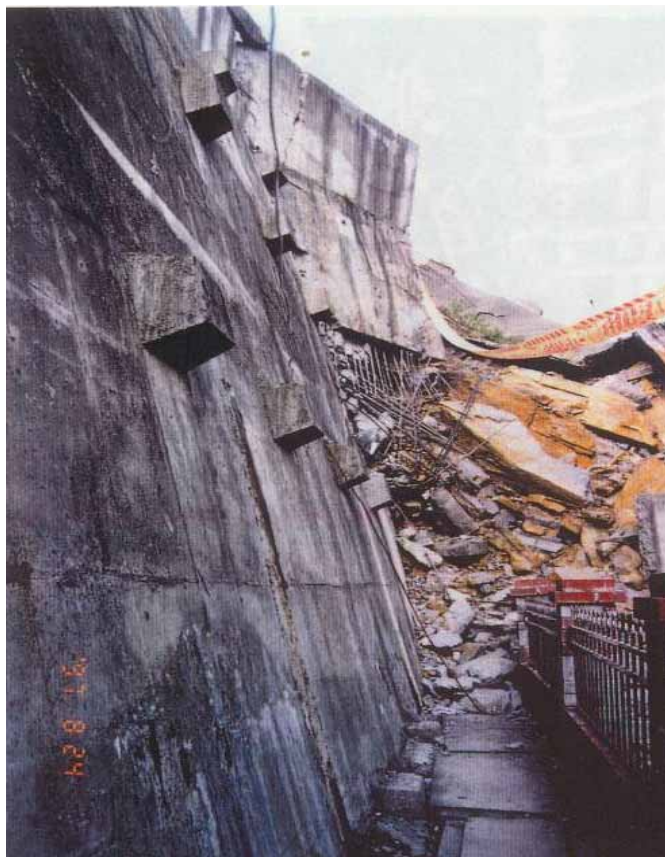


照片 2-17 第三區北側格梁地錨滑動破壞情形
(照片來源：李景亮技師提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



照片 2-18 第三區北側擋土牆傾倒情形
(照片來源：李景亮技師提供)



照片 2-19 第三區北側西端未破壞之擋土牆
(照片來源：李景亮技師提供)



照片 2-20 坍塌屈西側邊坡滑動後，
部分格梁尚維持完整之情形
(照片來源：李景亮技師提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



照片 2-21 坍塌區中央主裂面，岩體滑動，
格梁懸空之情形
(照片來源：李景亮技師提供)



照片 2-22 坍塌區東側格梁完全下滑後之情形
(照片來源：李景亮技師提供)



照片 2-23 坍塌區中 A 區之地錨保護座外觀無顯著之破壞
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-24 坍塌區中 A 區之地錨鋼腱斷裂、錨座銹蝕情形
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



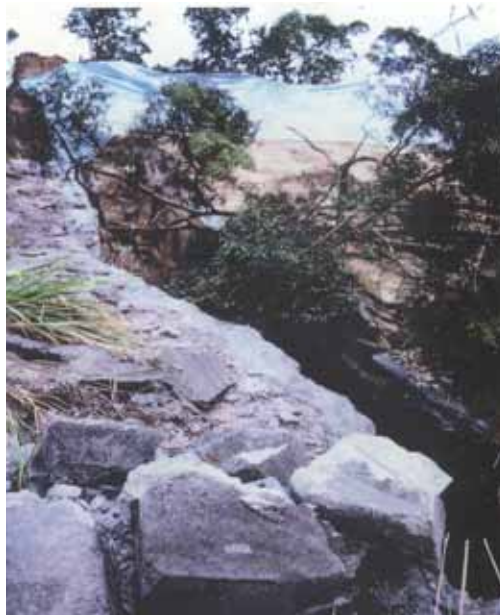
照片 2-25 坍塌區中 B 區之地錨鋼腱射出、露出錨頭外之情形
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-26 坍塌區中 C 區之地錨錨頭全毀、鋼腱裸露於滑動面上
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-27 坍塌區滑動面上有明顯之縱向張力裂縫
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-28 台電高壓電塔下方之縱向張力裂縫
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境影因子之決定



照片 2-29 滑動面最上端之橫向張力裂縫
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-30 坍塌區露出之最上層滑動面情形
(照片來源：台灣省大地技師公會提供)



照片 2-31 台電高壓電塔下方露出之最下層滑動面情形(近景)

(照片來源：台灣省大地技師公會提供)

2-2-3 台北市藝術大學坡地災害

2-2-3-1 坡地環境

台北藝術大學位於台北市北投區，靠近台北市與台北縣淡水鎮交界處，坍滑區一帶地質由凝灰角礫岩組成的熔岩台地，及低緩的沖積平原地形所組成，此區之凝灰角礫岩等火成岩類地層，係以不整合方式覆蓋於漸新世~中新世的地層以上，主要為忠義一帶有良好出露之漸新世五指山層，極少量出露之中新世南莊層。坍滑區東北側之岩層約為北偏西 40 度之走向，傾角西南 21 度，就此坍滑邊坡而言，並非順向坡地形。本坍區之地質構造為山腳斷層，中央地質調查所（2000）將其列為第二活動斷層。邊坡之地層由上而下主要可分為回填土層、火山碎屑堆積及沉積岩層。坍滑區位於山坡上，其地下水位易受地形、地質及降雨等條件影響，變化較大，高度於 78 年~90 年地下水位，最高為地表下 4~15 公尺。

2-2-3-2 災害概述

邊坡坍滑主要分為三個部分概述：

(一)、坍滑區之頂部：於坍滑區之頂部有明顯陷落，扶壁式擋土牆均遭嚴重

破壞。

- (二)、坍滑區之趾部：其受損部分包括桃源國中思賢樓及其受影響建物。
- (三)、坍滑區之中段：坍滑區之中段散佈有破壞之擋土牆殘骸；基樁、跑道鋪面、排水溝、排水館及廁所等之殘骸亦散落在坍滑區之中段、上段，且局部地區可見低表窪地積水、地下水或地下水脈滲出。

2-2-3-3 災害分析

坍滑災害之原因主要為下列數點：

(一)、自然因素：

- 1.地層及地質因素：本坍滑區邊坡之地層由於覆蓋土層厚，且其組成之土壤含有黏土成分，土壤組構亦不甚密實，加以該土層之地下水位易受降雨影響，而產生顯著上升變化的特性，故就邊坡穩定性而言，其地層、地質條件不佳，乃是此坍滑區逼坡一直存在易肇使坍滑破壞之潛在原因。
- 2.氣象因素：納莉颱風與利奇馬颱風連續來襲期間，挾帶較長延時且大之累積降雨量，乃是此坍滑區邊坡發生坍滑破壞之主要誘因。

(二)、其他因素：

1.施工品質：

- (1).回填作業之施工品質：回填土層滾壓夯實施工品質控管不佳，使其土壤之密實程度未達設計要求，至該回填土層之強度因而偏低，無法符合設計規定之強度要求，使得其填土邊坡之設計安全性亦未能切實達到設計要求，進而影響邊坡之穩定性。
- (2).扶壁式擋土牆施工品質：扶壁式擋土牆施工局部不符合設計圖說，當擋土牆趾部地層滑失，整體擋土牆承受較大之傾倒力矩，造成基樁須承受拉力時，該等基樁可能無法發揮對擋土牆之穩定功能。

- 2.早期災害發生之災後處理：早期災害發生後處置似欠嚴謹，以致其邊坡填土區長期之整體穩定性略偏低。

- 3.管理維護工作：坡趾附近調洪池之局部側壁已有傾斜及龜裂之情形，

且坍滑區外之坡面截水溝，少部分已遭土壤阻塞，排水功能亦受影響，可見此邊坡之管理維護有不盡妥善之處。

第三節 台北縣市既有山坡地住宅社區安全檢查結果彙整分析

本研究蒐集彙整台北縣市政府 92~93 年度列管之山坡地住宅社區安全檢查成果，就其中資料完整之 A 級與 B 級社區之相關檢查資料進行分析，以瞭解影響因子之分佈情形。蒐集彙整後，資料完整之 A 級社區共 7 處，B 級社區共 20 處。由於所蒐集之社區安全檢查資料有所疏漏，僅就檢查結果與現場描述進行交叉比對，找出其中有關環境因子之共通描述，進行分析。分析結果如表 2-5 與 2-6 所示。

表 2-5、台北縣市 A 級山坡地住宅安全檢查結果彙整表

編號	評估情形
A01	1.鄰長看路之建築路有持續下陷龜裂情形，AC路面有明顯裂縫。 2.下邊坡砌卵石擋土牆有多處龜裂，應盡速進行補強。
A02	1.地面裂縫開口速填塞。 2.附近路面邊坡是否潛移，應加監測。
A03	由於擋土牆已發生外傾嚴重龜裂現階段應立即於社區建築物及擋土牆裝設監測儀器（如傾斜儀）並立即進行詳細安全鑑定並擬改革對策以維社區公共安全。
A04	1.舊有卵石漿砌擋土牆，有裂縫，需持續監測，若有擴或加長，應即刻進行處理及鑑定。 2.現有之監測系統，應有專人持續觀測評估，以維邊坡安全
A05	區擋土設施及排水設施均呈安定及使用良好狀態，請住戶隨時檢視社區 西北側上邊坡之變化以達安全警示
A06	1. 68之25與682217號間擋土圍牆已拆除重施工中 2. 63之223後院擋土牆外移變形，水溝已龜裂。 3. 68之219號後院漿砌卵石擋土牆龜裂滲水。 4. 68之135後院擋土牆上方桿，水泥體開裂應速整修 5. 68之217號後院種植樹種，有損擋土牆強度安全。
A07	擋土牆高6米，並無洩水孔。

(圖表來源：本研究整理)

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境因子之決定

表 2-6 台北縣市 B 級山坡地住宅安全檢查結果彙整表

編號	評估情形
B01	瑞松街195巷16號至25號前道路產生多條明顯裂縫，有滑動之疑慮，應進行安全評估並加強監測。
B02	編號3、4、5、6、四處應盡速處理，以免災害發生。
B03	<ol style="list-style-type: none"> 1. 社區東側北段斷崖已有崩落，建議找專業技師進行防止崩落措施評估施工 2. 社區東側南段斷崖已有噴漿處理，建議於崖頂加強水土保持措施，防止雨水沿山壁直瀉而下，另下方應的隨時保持落石儲留空間，且應防止排水孔堵塞。
B04	新坡一街18巷6弄底滑動邊坡之整治工程已完成，邊坡之排水系統仍應經常保持暢通，目前呈穩定狀態，颱風豪雨時仍注意邊坡狀況，並加強監測。
B05	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基地後側擋土牆洩水孔似排水狀況不良，應予暢通或更新鑽孔。 2. 擋土牆上方土截水溝仍為塑膠布覆蓋之臨時措施效果，日漸降低。 3. 擋土牆上方土壤目前植生不良，仍有沖蝕現象。
B06	<ol style="list-style-type: none"> 1. 社區後方礫石邊坡原掛網錨錠長度不足已有多處滑動。 2. 後方邊坡土山溝無設置排水溝，無法宣洩逕流。 3. 山溝下方邊坡有多處崩落，造成邊坡裸露使落石加劇。 4. 建議加強坡面保護，如掛網加土釘至少4~5M。 5. 植生草種建議採用五節芒狼草等深根草種。
B07	<ol style="list-style-type: none"> 1. D棟地下四樓外牆滲水，應請專業廠商處理。 2. D、E、F棟地下四樓地坪滲水嚴重，建議委請專業機關作深入鑑定調查。 3. C、D棟前之擋土牆建議加強監測。
B08	<ol style="list-style-type: none"> 1. 若有書圖說明請以B5紙橫寫予留裝訂，每邊各留2.5CM 2. 附件圖件說明照片請3乘5沖洗，並以B5紙張黏貼，每張照片並加以說明。
B09	請社區委托專業技師進行海景三街八號、十四號邊坡安全評估，並釐訂防災改善措施。
B10	請住戶隨時自行檢測南北二側上邊坡之變化，以期及早發現破壞與採取因應措施。
B11	建築物後方側面與鄰地間之坡面噴凝土面破損，惟比較92.423、92.12.01及93.5.19之檢查結果，似乎無進一步惡化現象，社區請持續自主檢查此處之破損狀況，社區仍請安裝安全監測系統。
B12	<ol style="list-style-type: none"> 1. 樑、柱裂縫應請專業廠商予以修理。 2. 建築應定期監測，並委任專業技師就下陷問題作安全評估。
B14	<ol style="list-style-type: none"> 1. 結構技師：B1層外牆多處理滲水白華現象，管委會已改結善完成，惟樓版部分亦有白華現象，建議仍應抓漏止滲，以免混凝土劣化鋼筋鏽蝕。 2. 大地技師：管委會取得台電之塔監測資料後請提供縣政府或專業技師進行研判該資料亦請縣府協助管委會函青台電公司提供。
B15	<p>地界截水溝容量不足上，於上次安全檢查有建議拓寬改善，本次檢查仍未改善，其原因幾經管委會述明，</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 因鄰私有地，取得同意...等遭遇阻礙。 2. 建議透過鄉里...等行政系統，尋找協助解決，儘速改善排水斷面不足之情形。

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

B16	1.基地側面之擋土牆上方，原地面有裂縫，經以水泥修補，但地面原裂縫處仍產生裂縫。
B17	54弄2~8號B1F有弱層現象，地坪裂縫凸起，停車場柱有裂縫寬約2~3M，長度1.2M，深亦有裂縫，寬3~4M，柱鋼板補強處之外牆有裂縫，寬約1CM，應速修補。
B18	1. 擋土牆下方之土壤完全裸露，未做植生或其他保護坡面處理，於大雨期間易造成擋土牆下方土壤沖刷流失與淘空情形，建議請專業技師做適當之處理。
	2. 社區否側人行道下陷裂縫仍存在尚未處理
	3. 建議加強下邊坡擋土牆及回填土區下方陷之監測管控。
B19	根據A3傾斜管C4傾度盤監測結果顯，景觀台周遭及擋土牆經常滑動及傾斜現象，有逐漸增加之趨勢，地面亦發明顯裂縫及下陷現象，本次檢查目視無明顯擴大及加劇現象，建議立即進行監測。
B20	1. 大門右側擋土牆有裂縫見滲水，建議速作排水處理。
	2. 泳池邊之山坡落石，應注意防患。

(圖表來源：本研究整理)

本研究就各案例評估情形內文之描述，進行分析，挑出有關環境影響因子共同之描述，彙整如下：1.社區內部道路發生裂縫、下陷情形。2.社區內部擋土牆排水不良。3.社區內部擋土牆發生滲水、裂縫情形。4.社區建築物內部發生裂縫、滲水情形。5.社區邊坡產生崩坍、滑動。

第四節 環境影響因子之初步研擬

2-4-1 自然環境影響因子概述

2-4-1-1 既有山坡地住宅社區自然環境影響因子之決定

本研究依據近十年國內山坡地災害資料統計分析結果與台北縣市既有山坡地住宅社區安全檢查結果彙整分析結果，輔以國內環境影響評估相關法規(環境影響評估施行細則、開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準)與水土保持相關法規(水土保持法、水土保持法施行細則、水土保持技術規範)中訂之環境影響因子，初步研擬既有山坡地住宅社區自然環境影響因子如下：

- 1.地區降雨型態
- 2.地形狀況(坡度、坡向與岩層位態)

3.地質構造

4.地表逕流與地下水

5.斷層與地質破碎帶

2-4-1-2 地區降雨型態概述

下雨或降雨、下雪與下冰雹等現象，氣象觀測時均統稱為降水，降水量係指在固定時段內，從雲中降落到水平地面上的液態或固態（經融化後）降水，在無滲透、蒸發、流失情況下累積之水層深度，稱為該時段內的降水量，例如：一小時之累積降雨稱為時雨量，一日之累積降雨稱為日雨量。測量降水量的單位為毫米(mm)，常用的儀器有雨量器和自記雨量儀兩類。降水量之多寡，謂之降雨強度，以降雨強度作為標準，降雨型態可區分如下：

- 1.雨：係指緩和而連綿之降雨型態，通常是層雲之降水。
- 2.陣雨：係指忽強忽弱之降雨型態，通常出現在積雲中，例如夏季的西北雨等等。
- 3.雷陣雨：係指伴隨閃電雷聲之降雨，通常降雨瞬間雨量較大。
- 4.大雨：係指二十四小時累積雨量達五十毫米以上，且其中至少有一小時雨量達十五毫米以上之降雨現象。
- 5.豪雨：係指二十四小時累積雨量達一百三十毫米以上之降雨現象。若二十四小時累積雨量達二百毫米以上稱之為大豪雨；二十四小時累積雨量達三百五十毫米以上稱之為超大豪雨。

降雨強度易受地理位置與氣候條件之影響而產生變化，形成不同地區降雨型態。

2-4-1-3 地形狀況概述

(1).坡度

坡度係指一坵塊土地之平均傾斜比，或以坡面上垂直於等高線方向之上、下兩點間之垂直高差除以其水平距離乘以一百所得數值，以百分比表示之。水土保持技術規範依據山坡地傾斜程度將坡度區分為七級，如表 2-7 所

示。

表 2-7 水土保持技術規範坡度分級表

坡度級別	級序	坡度(S)範圍
一級坡	1	S ≤ 5%
二級坡	2	5% < S ≤ 15%
三級坡	3	15% < S ≤ 30%
四級坡	4	30% < S ≤ 40%
五級坡	5	40% < S ≤ 55%
六級坡	6	55% < S ≤ 100%
七級坡	7	S > 100%

(2).坡向與岩層位態

依據水土保持技術規範所規定，坡向係指在地形圖上，每十公尺或二十五公尺畫一方格坵塊，取該方格坵塊內垂直於等高線向下坡之方向。岩層位態可分為順向坡、逆向坡及斜交坡三者。

(1).順向坡

依據水土保持技術規範所定義：凡坡面與層面之走向大致平行（或兩面走向之交角在二十度以內），且坡面傾向與層面傾向一致者，稱為順向坡。

(2).逆向坡

依據水土保持技術規範所定義：凡坡面與層面之走向大致平行（或兩面走向之交角在二十度以內），且坡面傾向與層面傾向相反者，稱為逆向坡。

(3).斜交坡

依據水土保持技術規範所定義：凡坡面與層面之走向交角大於二十度以上者，稱為斜交坡。

2-4-1-4 地質構造概述

地質構造(geological structure)係指岩石或組成岩石顆粒之排列狀態。此種排列狀態可能於沈積或成岩作用時即形成，亦可能於岩石生成後，受到外力與環境作用而使顆粒重新排列發生改變。地質構造依其生成時間可分為原生構造(primary structures) 與次生構造(secondary structures 或 tectonic

structures)兩者，原生構造係岩石在未固化成岩時，組成岩石顆粒之排列狀態，一般係作為判斷岩石有無變形及變形方式之基準。次生構造係岩石形成後，由於受到構造應力(tectonic stress)的作用與環境改變，使組成岩石顆粒之排列狀態或顆粒內在結構(組構，fabric)發生改變而產生新的排列狀態，依類型又可分為節理、斷層、褶皺、葉理及線理六者。

a. 節理(Joint)

節理一般又稱裂理(fracture)，係指岩石中之裂隙，且裂隙兩側岩石沿著裂隙方向無明顯錯動。若有肉眼可觀察之位移，則稱小斷層。裂隙中若有礦物填充，則成為礦脈(vein)，例如：由石英充填裂隙者為石英脈，由方解石充填裂隙者為方解石脈。若裂隙中空，則為裂縫(fissure 或 gash fracture)。節理如圖 2-15 所示



圖 2-15 岩層節理示意圖

(圖片來源：國民中學地球科學教材資源中心 網址：[http:// content.edu.tw/junior/ earth/ td_jb /content.htm](http://content.edu.tw/junior/earth/td_jb/content.htm))

b. 斷層(Fault)

另詳 2-4-1-6 節斷層與地質破碎帶概述。

c. 褶皺(Fold)

岩石之各種面狀構造，如層面、葉理等，受到外力作用呈現彎曲形態之地質構造稱為褶皺，如圖 2-16 所示。



圖 2-16 岩層褶皺示意圖

(圖片來源：國民中學地球科學教材資源中心 網址：[http:// content.edu.tw/junior/ earth/ td_jb /content.htm](http://content.edu.tw/junior/earth/td_jb/content.htm))

d. 葉理(Foliation)與線理(Lineation)：

岩石形成後，在地底深處受質變作用之影響，透入性地(penetratively)改變岩石中礦物組成、形狀、大小及其排列而形成新的面狀構造稱為葉理，線狀構造稱為線理。

2-4-1-5 地表逕流與地下水概述

自然降水在土壤及岩層中之下滲速度受地面坡度、植物被覆和土壤鬆密等因素影響。在坡度大的地方，地面水容易流失而不易下滲；而地層中的地質材料愈細密，水份滲透速度就愈為緩慢，這些無法下滲之自然降水，將順坡度而四處紊流，形成地表逕流。

當自然降水滲流入地下後，因重力作用而向下滲透，當水分下滲達到不透水地層如黏土、頁岩層時，就貯存起來，逐漸往上充填於土壤或岩石間隙中，形成飽和狀態，其頂部即為地下水面。地下水面上稱不飽和帶，其中土壤或岩石孔隙中並未充滿水份，地下水面下之土壤或岩石孔隙內充滿水份，稱為飽和帶。

2-4-1-6 斷層與地質破碎帶概述

岩石受力而沿著一不連續面(帶)滑動時，此一不連續面(帶)稱為斷層面(fault plane)或斷層帶(fault zone)，斷層兩側的岩盤稱為斷盤(faulted blocks)。

斷層之種類根據兩斷層面相對移動之關係，可分為正斷層(Normal Fault)、逆斷層(Thrust Fault)及平移斷層(或稱滑向斷層)(Strike-slip Fault)三者。

(1).正斷層

正斷層如圖 2-17 所示，斷盤之上盤對下盤形成相對之向下移動，地表受到張力後沿斷面向兩側拉裂造成斷面。亦或因地殼伸展，使地盤由下向上升起形成斷面。在發生正斷層運動後，往往產生明顯之斷崖(Fault Scarp)。正斷層斷層面傾角多在 65~90 度之間。在同一地區內，正斷層多呈一群約相互平行的斷層出現。很少單獨出現。

(2).逆斷層

逆斷層如圖 2-18 所示，斷盤之上盤對下盤形成相對之向上推移，地殼受到兩側壓力推擠緊縮或因地殼收縮造成兩層互相掩蔽。逆斷層常褶曲帶出現。斷層面的傾角大於 45 度之逆斷層，則稱為反斷層(Reverse Fault)。



圖 2-17 正斷層示意圖

(圖片來源：埔里資訊網，網址：www.puli.com.tw)

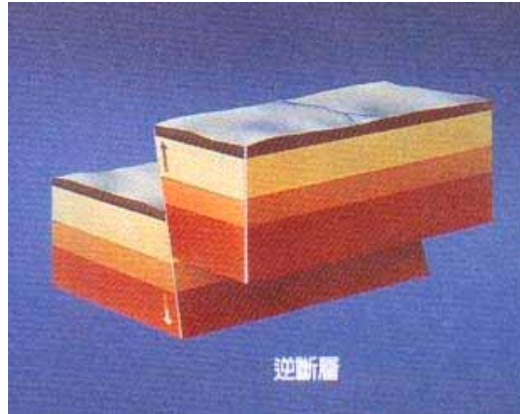


圖 2-18 逆斷層示意圖

(圖片來源：埔里資訊網，網址：www.puli.com.tw)

(2).平行斷層

平行斷層如圖 2-19 所示，斷盤之上下盤在水平面上產生相對位移，無上下垂直移動，此位移方向平行或近乎平行斷層之走向。平行斷層之斷層面多呈近似垂直面，但由於斷層面之水平方向移動，沒有明顯之斷崖，於地面上所見往往為一條斷層直線。

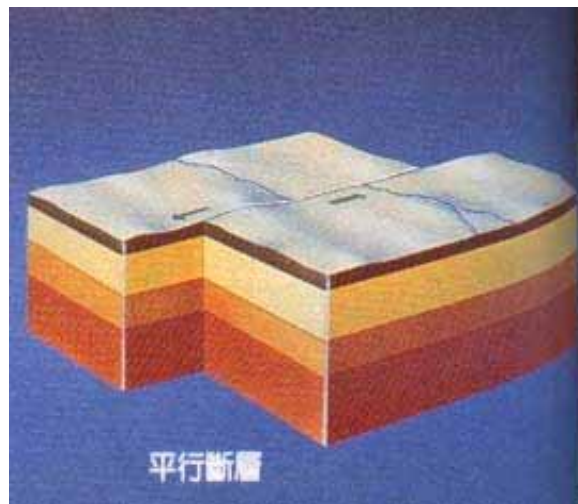


圖 2-19 平行斷層示意圖

(圖片來源：埔里資訊網，網址：www.puli.com.tw)

斷層所形成之地形有斷崖(Fault Scarp)、地塹(Graben)及地壘(Horst)三者。

(1).斷崖

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境因子之決定

由斷層作用使地層上升或降低，其斷層面成壁立高聳者謂之斷崖。一般而言，斷崖僅見於正斷層，倘經長久時間的侵蝕，此種斷崖亦將不顯著。

(2).地塹與地壘

岩層受平行斷層之作用，發生相對上升與下降，上升地層稱作地壘，向下陷落者謂之地塹。斷層之活動與火山類似，有死、活之分。而活動斷層亦稱活斷層(石再添，1983)或活性斷層(Tsai, et al., 1975)，其定義至目前為止並沒有一致公認的說法。不過在學理上，一般地質學者大都認為斷層發生時代愈新，其復活或再發生斷裂的可能性愈高。因此在第四紀(300 萬年前迄今)曾經有過活動的斷層，可稱之為活動斷層；而在第四紀未發生活動的斷層則稱之為死斷層或休止斷層(inactive fault)(Keller, 1979)。而加州礦產與地質委員會(California Mining and Geology Board)(1973)，則又進一步將活動斷層之斷層活動度(fault activity)分為活動(active)與潛在活動(Possible active)兩類(表 3-2)。若斷層曾在全新世(Holocene, 11,000 年前迄今)活動，則其斷層活動度為“活動”；若斷層曾在全新世(Pleistocene, 11,000 年前至 3,000,000 年前之間)發生活動，則其斷層活動度為“潛在活動”。

表 2-8 斷層之活動度

斷層發生之地質年代			距今時間	斷層活動度
代	紀	世	(年)	
新 生 代		全新世	11,000	活動(active)
	第四紀	更新世	3,000,000	潛在活動 (possible active)
	第三紀	前更新世	65,000,000	休止(inactive)
地球年代			4,500,000,000	

(圖片來源：埔里資訊網，網址：www.puli.com.tw)

在實際工程之應用上，世界各國採用的活動斷層定義也略有不同。日本活斷層研究會(1980)認為在第四紀曾經反復活動，且推測將來可能再度活動的斷層，稱之為“活動斷層”。然而依美國原子能委員會所訂定的活動斷層

標準，則必須至少合乎下列其中一項條件：(1)在過去 35,000 年內曾在地表或地表附近至少發生一次之移動者或在過去 500,000 年內曾重複移動者，(2)以足夠精密的地震儀曾紀錄有感地震，而此地震之發生與斷層有直接關連者，(3)與含有(1)或(2)項條件之斷層，具有地質構造相關性(structural relationship)之斷層，當其中之一發生移動現象時，亦可預期他日會有同樣的現象發生(Code of Federal Regulations, 1978)。前者所訂之標準在實際認定的程序上容易發生困難。比如說一發生在全新世(即使是有詳細歷史記載)的斷層，若斷層並無適當的地層剖面能證明其有“重複”活動的現象，則不能認定是“活動”斷層，而後者所訂之條文則較為明確，認定上較為容易。但無論活動斷層定義為何，其認定之標準應視該工程遭破壞後可能產生之後果而定。對核能或核子設施等具有高度危險性的工程，活動斷層之定義應採用較嚴格的標準(如美國原子能委員會所訂的)；而對一般建築及小工程而言，則可採用較實際的標準(如 CMGB 所訂的斷層活動度為“活動”者)。另外，活動斷層可依其持續性或突發性的活動型態，分別稱之為潛動(Creep)型及地震發生型活動斷層(垣見，1979)。美國的 San Andreas 斷層即屬於潛動型活動斷層，其潛動速度約每年 2.5 至 3.5 公分(Keller, et al., 1982)。而 1935 年台灣中部發生大地震時所產生的斷層，則屬於地震發生型的活動斷層(潘國樑，1983)。

一般而言，活動斷層的地質學認定方法須包括兩個步驟，其一為地形異常或地形特徵的找尋，其二為地層證據的發掘。第一個步驟可提供何處可以發覺地層證據、斷層延伸位置、伴隨斷層發生的地形及斷層移動方式等資料，對第二個步驟的進行將提供極有價值的資料；第二個步驟則是利用地層的證據證明斷層是否為活動斷層。由於活動斷層為斷層的一種，因此其在地形上的特徵與一般斷層類似，只是它發生的年代距離現代較近，特徵較容易保存下來。Coasta and Baker (1981) 所提出活動斷層的地形特徵主要有 10 種，包括斷層崖(fault scarp)、削切山嘴(faceted spur)、斷層崖上的懸谷(hanging valley)、斷層帶附近的窪地(ponding drainage)、錯動河斷層池(sag pond)、斷層崖附近之隆起或扭曲的平台(warped tarrace)、斷層帶兩側之土壤、植生的

第二章 既有山坡地住宅社區災害案例分析與環境因子之決定

差異、斷層線上的線狀河谷或凹槽(linear valley or trough)、及橫斷嶺(shatter ridge)等，其中大部分可由 Wesson, et al., (1975)研究的加州 San Andreas 斷層之地形特徵說明(圖 2-20)。

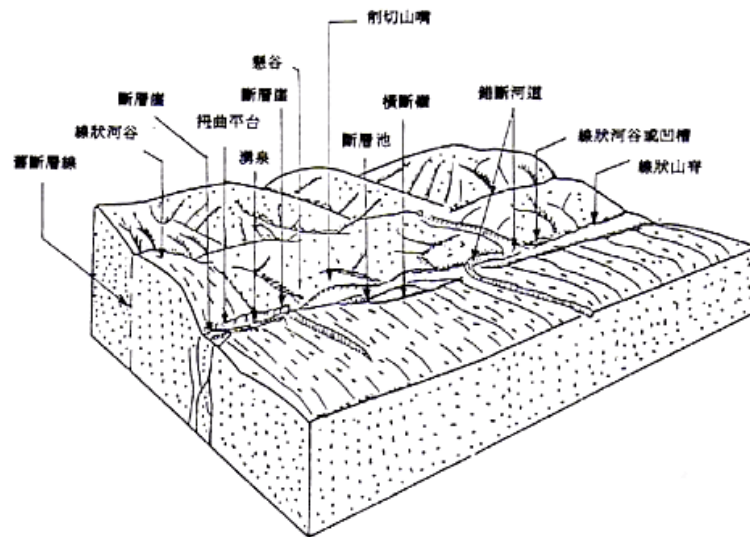


圖 2-20 活動斷層之地形特徵(修改自 Wesson, et al., 1975)

(圖片來源：埔里資訊網，網址：www.puli.com.tw)

Keller, et al., (1982)也曾利用沖積扇之錯斷地形尋找到活動斷層。此外，其他的地形特徵還有湧泉(spring)、植生或線狀異常排列亦可能暗示斷層之存在。而所謂的地層證據則通常需要以野外地質探勘的方法取得斷層兩側之地層排列狀況資料，再採得適當的炭質物以放射性定年方法推測斷層發生的年代，及研判其是否有重複活動的現象。

大多數斷層，特別是大斷層的斷層面並非是單一的面，而是由一系列密集的破裂面及由搓碎的岩屑組成的破碎帶。它包括斷層破碎帶及斷層影響帶。斷層破碎帶是指兩側為斷層面所限制的岩石強烈破碎的部分；斷層影響帶則是受斷層影響，靠近破碎帶兩側的密集節理或岩層發生拖曳撓曲的部分。

2-4-2 人為環境影響因子概述

2-4-2-1 既有山坡地住宅社區人為環境影響因子之決定

本研究依據營建工程生命週期(life cycle)之概念，參考國內既有山坡地管理規範(山坡地建築開發管理辦法、山坡地保育利用條例、山坡地保育條利施行細則、非都市土地開發審議規範)與水土保持相關法規(水土保持法、水土保持法施行細則、水土保持技術規範)以及建築技術規則建築設計施工篇第十三章—山坡地建築，初步研擬既有山坡地住宅社區人為環境影響因子如下：

- (1).規劃設計
- (2).施工管理
- (3).營運維護

2-4-2-2 規劃設計影響因子概述

既有山坡地住宅社區開發甚早，多為規範制訂前就已完成，其所依據之規劃設計準則之合理與否令人質疑，若規劃設計失當，所引致之災害甚具，不可小覷。

2-4-2-3 施工管理影響因子概述

山坡地施工較一般平地困難，由於施工條件受限，其品質之掌控實屬不易，加以缺乏相關法令之配套與監督，既有山坡地住宅社區其施工期間品質管理之優劣，成為需特別考量之重要安全影響因素。

2-4-2-4 營運管理與維護影響因子概述

在規劃設計與施工等先天條件有所欠缺情況下，後天之營運管理與維護，相對成為既有山坡地住宅社區安全影響因素之重要指標，加以山坡地住宅社區內部水土保持設施常受環境變遷與時間之影響，發生損壞，若能即時透過營運管理與維護機制，進行修復，則對既有山坡地住宅社區災害之預防有正面積極之功效。

第三章 既有山坡地住宅社區環境影響因子之決定

第一節 環境影響因子之分類

既有山坡地住宅社區環境影響因子之決定，係將初步研擬之自然與人為環境影響因子，根據專家座談所提出之建議(詳附錄一)進行修正，經修正後將既有山坡地住宅社區環境影響區分為自然環境影響因子與人為環境影響因子兩部分，自然環境影響因子依其類別區分為 4 類，並細分為 14 個細部影響因子，人為影響因子依其類別區分為 5 類，並細分為 11 個細部影響因子。既有山坡地住宅社區環境影響因子一覽表如表 3-1 所示。

表 3-1 既有山坡地住宅社區環境影響因子一覽表

		影響因子分類		細部影響因子	
既有山坡地住宅社區環境影響因子	自然環境影響因子	1	降雨量與地下水	(1)	最大降雨量
				(2)	地表逕流與地下水狀況
		2	坡地地理條件	(1)	地形
				(2)	坡度
				(3)	岩層位態
				(4)	邊坡沖蝕狀況
				(5)	社區距活斷層或地質破碎帶遠近
		3	坡地組成因子	(1)	土壤種類
			(2)	土層狀況	
			(3)	土壤層厚度	
			(4)	岩層種類	
			(5)	岩層厚度	
	4	坡地植生狀態	(1)	植生種類	
			(2)	植生厚度	
人為環境影響因子	1	設計年代			
	2	挖填區擋土牆設計	(1)	挖方區邊坡高度	
			(2)	填土區邊坡高度	
			(3)	挖方區與填方區擋土牆型式	
			(4)	擋土牆或邊坡現況	
			(5)	社區建築物距上邊坡擋土牆最小距離	
	3	排水系統	(1)	排水系統型式	
			(2)	排水系統概況	
	4	鄰近建築工程影響	(1)	社區是否鄰近大填方區或崩積層	
			(2)	社區上方或下方是否鄰近新建工程	
	5	山坡地管理及監測	(1)	社區是否有管理組織	
		(2)	社區是否委託專業人員定期監測		

(圖表來源：本研究整理)

第二節 自然環境影響因子

3-2-1 降雨量與地下水

(1).降雨量

由近十年國內山坡地災害資料統計分析結果可發現，降雨量之多寡，直接影響既有山坡地住宅社區基地內部土壤之含水量，接間影響社區邊坡之穩定性，依據中央氣象局對不同型態降雨之定義，將降雨量又區分為大雨(二十四小時累計雨量達 50 毫米以上，且其中至少有 1 小時雨量達 15 毫米以上之降雨現象)、豪雨(二十四小時累計雨量達 130 毫米以上之降雨現象)、大豪雨(二十四小時累計雨量達 200 毫米以上之降雨現象)、超大豪雨(二十四小時累計雨量達 350 毫米以上之降雨現象)等四者。

(2).地表逕流與地下水狀況

a.地表逕流

若既有山坡地住宅社區基地內地表逕流量愈高，則基地內土壤沖蝕潛勢愈高，坡地災害潛勢亦高，現階段可依據水土保持技術規範內之合理化公式計算地表逕流，根據計算結果判定地表逕流現況。

b.地下水

若既有山坡地住宅社區基地內地下水位高度過高，基地內土壤含水量過大，則坡地災害潛勢亦高，地下水位高度之調查可利用基地內既有水井或另行鑽孔進行觀測，根據觀測結果判定地表逕流現況。

3-2-2 坡地地理條件

(1).地形

既有山坡地住宅社區所在地形，直接影響坡地災害潛勢，一般坡地地形可分為山坡地、大填方區、谷口與谷邊等四者。

(2).坡度

若既有山坡地社區所在坡度愈陡，其災害潛勢愈大，現行水土保持技術規範所列之坡度分級，將坡度區分為一~七級。

(3).岩層位態

若既有山坡地住宅社區位於順向坡上，則其災害潛勢相對提高，一般岩層位態區分為順向坡、逆向坡、斜交坡、陡上坡、陡下波等五者。

(4).邊坡沖蝕狀況

既有山坡地社區邊坡發生沖蝕，社區內部易產生土壤流失現象，增加災害發生機率，依據水土保持技術規範內所列台灣各地土壤沖蝕指數表可得知既有山坡地社區所在地降雨沖蝕指數與土壤沖蝕指數，輔以公式計算可得土壤沖蝕程度，依據邊坡土壤沖蝕程度可判別邊坡沖蝕狀況。

(5).社區距活斷層或地質破碎帶遠近

若既有山坡地住宅社區鄰近斷層或地質破碎帶，則災害潛勢極高，依據內政部營建署既有鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表之「距斷層或地質破碎帶遠近」分類原則，可區分為<100m、100m~200m、200m~300m、300m~400m、400m~500m、>500m 等六者。

3-2-3 坡地組成因子

(1).土壤種類

既有山坡地住宅社區基地內之土壤組成，接間影響坡地之穩定，依據土壤組成顆粒與凝聚力之不同，可將土壤區分為黏土、粉土、砂土、卵礫石、礦渣等五者，

(2).土層狀況

土層狀況對土壤沖刷程度有直接影響，土層狀況依其堆積情況又區分為回填土、殘留土、崩積土、沖積土等四者。

(3).土層厚度

若既有山坡地住宅社區基地內土壤層厚度過薄，極易發生土壤沖蝕，造成坡面崩塌。

(4).岩層種類

若既有山坡地住宅社區基地內岩石組成破碎，極易發生崩塌、坍陷、滑動等災害，岩石依據其組成與節理程度，可區分為火成岩、安山岩、玄武岩、凝灰岩、沉積岩、紗岩、頁岩、泥岩、頁岩與砂岩互層、變質岩、片岩、板岩、蛇紋岩等十三者。

(5).岩層厚度

山坡地住宅社區基地地盤岩層厚度多寡，有利於社區安全。岩層厚度越厚者，地盤越硬，災害發生潛勢較低。

3-2-4 坡地植生狀態

(1).植生種類

既有山坡地住宅社區基地地表植生狀況，有利於坡地之穩定與水土保持，依其不同水保能力與植生組成，可區分為、樹類、混合(樹類與草或藤類混生)、草類或藤類等三者。

(2).植生厚度

地表植生厚度越厚者對於山坡地之穩定與水土保持有正面加分之功效，一般根據植物根部生長深度將植生厚度區分為 0.5m 以下、0.5~1m、1m 以上等四者。

第三節 人為環境影響因子

3-3-1 設計年代

設計年代影響因素，係指山坡地相關管理規範制訂前後對山坡地住宅社區安全之影響，民國 62 年 12 月 14 日內政部公布「實施都市計畫以外地區建築物管理辦法」，行政院同期公布「限制建地擴展執行辦法」，才有山坡地開發管理之基礎規定，在此之前並無任何有關規定。民國 65 年 4 月 29 日總統令公佈之「山坡地保育利用條例」與民國 66 年 9 月 9 日行政院核定之「山坡

地保育利用條例施行細則」之施行，使得保育與兼顧農民(茶農、果農、菜農等)生活需求之坡地開發與建築有所準則與依據。隨著大量住宅需求以及大型山坡地住宅社區之開闢，有感於保育條例已捉襟見肘。內政部於民國 72 年 7 月 7 日發佈「山坡地開發建築管理辦法」，由建築管理之角度進行山坡地開發之管理。依據各規範制訂之前後時程，「設計年代」可區分為民國 62 年 12 月以前、民國 62 年 12 月~民國 65 年 4 月、民國 65 年 4 月~民國 72 年 7 月 7、民國 72 年 7 月~民國 86 年 5 月及民國 86 年 5 月以後等五級，

3-3-2 挖填區擋土牆設計

(1).挖方區與填土區邊坡高度

挖方區或填方區邊坡高度，影響既有山坡地住宅社區基礎與邊坡穩定甚具，開挖深度愈深，工程規模愈大，社區本身與對邊坡之潛在危險度愈高。又山坡地住宅工程基礎完工後，部分基地必須取土分層回填，並澆水加壓夯實，若回填厚度不足，則影響基地承載能力，除此之外，參考既有山坡地住宅社區災害案例，部分社區所在位置原為谷地，其後為求開發而進行大規模回填，由於厚度過厚，地質須較長之穩定期，囿於開發時機，多數案例均未待其穩定，即於其上進行大規模建築行為，導致發生崩塌滑動災害。

(2).挖方區與填方區擋土牆型式

擋土牆主要目的在提供山坡地邊坡抗滑及穩定功能，主要係以重力提供其抗滑與抗傾倒之能力，依據既有擋土牆形式，將可區分為三明治、排樁、扶壁式、箱型鋼籠、格籠、錨定式、卵石混凝土、懸臂式、蛇籠、加勁式、板樁式及全面噴漿等十二者。

(3).擋土牆或邊坡現況

若既有山坡地住宅社區基地存在災害潛勢，則其擋土牆或邊坡必有損壞徵候，若能預先發現這些徵候，則可儘早進行處理，避免災害之發生。既有山坡地住宅社區安全檢查紀錄表將擋土牆現況評估區分為良好、傾斜、牆面突出、牆面龜裂、加勁條破損、鋼筋裸露銹蝕、混凝土剝落、錨頭脫落鋼腱

突出等八者。邊坡評估部分，區分為良好、坡面裸露、坡面坡頂裂縫、坡址隆起、落石、滲水或湧水、泥流、沖刷、潛移、滑動等十者。

(4).社區建築物距上邊坡擋土牆距離

依據建築技術規則建築設計施工篇，第十三章—山坡地建築之第二節山坡地建築技術通則中，第 264 條規定如下：

山坡地地面上之建築物至擋土牆坡(牆)腳間之退縮距離，應依左列公式計算：

一、擋土牆上方無構造物載重者：

$$D_1 \geq \frac{H}{2}(1 + \tan \theta) \dots\dots\dots 2-1$$

二、擋土牆上方有構造物載重者：

$$D_2 \geq \frac{H}{2} \left(1 + \tan \theta + \frac{2Q}{\gamma_i H^2} \right) \dots\dots\dots 2-2$$

三、擋土牆後方為順向坡者：

$$D_3 \geq \frac{H}{2} \left(1 + \tan \theta + \frac{2Q}{\gamma_i H^2} \right) + \frac{3L}{H} \left(\frac{2H \tan \theta}{\sqrt{1 + \tan^2 \theta}} - C \right) \dots\dots\dots 2-3$$

D_1 、 D_2 、 D_3 ：建築物外牆各點與擋土牆坡腳間之水平距離(m)。

H ：第一進擋土牆坡頂至坡腳之高度(m)。

θ ：第一進擋土牆上方邊坡坡度。

Q ：擋土牆上方 D_1 範圍內淺基礎構造物單位長度載重 (t/m)。

γ_i ：擋土牆背填土單位重量 (t/m^3)。

C ：順向坡滑動界面之抗剪強度 (t/m^2)。

L ：順向坡長度(m)。

延用上式計算結果，可將社區建築物距上邊坡擋土牆距離區分為技術規則安全距離內、結構牆與擋土牆共構、技術規則安全距離外三者。

3-3-3 排水系統

(1).排水系統型式與概況

若既有山坡地住宅社區基地內部排水系統維護良好，排水功能運作正常，則可有效疏解邊坡擋土牆背填土壤含水量，對邊坡穩定有正面之功效。依據既有排水系統型式，可將排水系統區分為排水涵管、排水箱涵與明溝三

者，另根據目視所及排水系統損壞現況可區分為良好、龜裂、下陷、滑落、雜物堵塞等五者。

3-3-4 鄰近建築工程影響

(1).社區是否鄰近大填方區或崩積層

若既有山坡地住宅社區基地鄰近大填方區或崩積層，或因選址不良直接位於大填方區或崩積層上，易造成大規模坍塌，比照內政部營建署既有鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表「距斷層或地質破碎帶遠近」製訂原則，可將「社區距大填方區或崩積層之遠近」分為距離>500m、距離 400~500m、距離 300~400m、距離 200~300m、距離 100~200m、距離<100m 等六者。

(2).社區上方或下方是否鄰近新建工程

若既有山坡地住宅社區上方或下方有新建工程之進行，則對邊坡穩定存有潛在之影響，本研究根據社區距新建工程之遠近，比照內政部營建署既有鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表「距斷層或地質破碎帶遠近」製訂原則可將「社區上方或下方是否鄰近新建工程」影響因素區分為距離 100m 以上、距離 80~100m、距離 60~80m、距離 40~60m、距離 20~40m、距離 0~20m 等六者。

3-3-5 山坡地管理及監測

(1).社區有無管理組織

若既有山坡地住宅社區依據公寓大廈管理辦法設有管理委員會並確實運作，必能有效處理相關防災問題，對災害之預防提供正面功效，根據社區管理組織之設置與運作情形區可分為無、有，但無確實運作(定期召開會議討論相關議題，並針對問題進行處理)、有，但運作不常(4~6 個月召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)、有，且運作正常(2~3 個月或更常召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)等四者。

(2).社區有否委託專業技術人員定期監測

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

若既有山坡地住宅社區有委託專業技術人員定期監測，則可針對災害潛勢進行追蹤，並根據監測所得資料與危險徵候進行相關之處理，防患於未然。根據社區委託專業技術人員監測之狀況，可區分為無、有，但無確實監測、紀錄、有，但監測不常(4~6個月監測一次並紀錄)、有，且運作正常(2~3個月或更常監測一次並紀錄)等四者。

第四章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估

第一節 層級程序分析法概述

層級程序分析法(Analytic Hierarchy Process;簡稱 AHP 法)係 Thomas L.Satty 於 1980 年所提出，主要目的在使錯綜複雜之問題簡化為兩兩要素之層級結構後，再進行各要素間之成對比較(Pairwise Comparison)，並經由量化過程建立比對矩陣(Comparison Matrix)，以求出特徵向(Eigenvector)。此特徵向量代表層級間各因素之權重，並產生特徵值(Eigenvalue)，藉以評定單一成對比較間之一致性強弱程度，以作為決策資訊取捨或評估之指標。層級結構由於由層級所組成，因此需決定各層級的優先因素權重，再加以關連串合，以求得最低層級各因素對層級之合成權重，再連結所有比對矩陣之一致性指數，求出整體層級之一致性指數與一致性比率，藉以評估整體層級之共識性，圖 3-1 所示為層級程序法之流程圖。

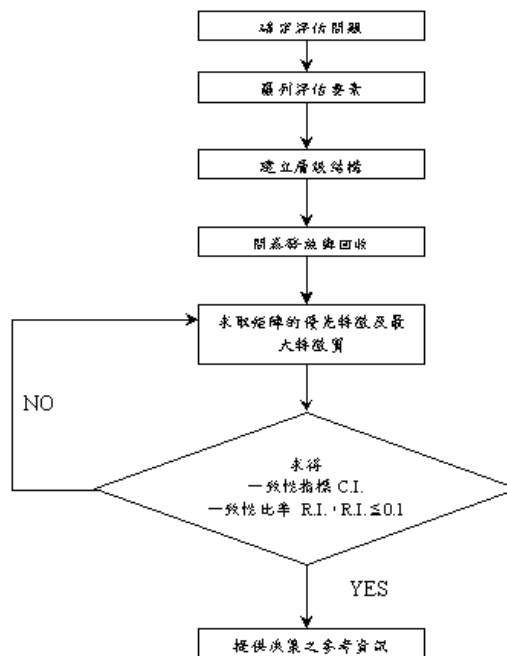


圖 4-1 層級程序分析法流程圖

(圖表來源：本研究整理)

AHP 法之優點在於對問題系統所認定的要件 (Entities) 組成幾個「互斥集合」(Disjoint Swts) 而形成上下「隸屬」(Dominated) 的層級關係。並可藉由一致性檢定，篩選有效問券以控制結果的可信度；其模式操作較簡單，無繁複的運算；可處理之問題規模較大，考慮之層面及準則較完備，更能掌握實際問題狀況。因此 AHP 法較一般方法更具邏輯基礎，同時是以數量的方式處理，可提供決策都較明確之參考資訊。

第二節 環境影響因子層級程序分析法專家問卷之建置

4-2-1 問卷設計與調查

根據層級架構來設計問卷，藉由受訪之專家來對各要素間的相對重要程度進行表示。問卷題目是以兩兩要素間之相對重要性來進行成對比較 (Pairwise Comparison)。而要素間的比較係以某一層級的要素，以上一層級某一要素作為評估基準下，進行要素間的成對比較。若有 n 個要素時，則需進行 $n(n-1)/2$ 個成對比較。

AHP 評估尺度基本上劃分為五項，即同等重要、稍重要、頗重要、極重要、絕對重要，並賦予 1、3、5、7、9 的衡量值。另有四項介於五個基本尺度之間者，並賦予 2、4、6、8 的衡量值。有關各尺度所代表的意義，如表 4-1 所示。

表 4-1 AHP 法的評估尺度與說明

評估尺度	定義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	兩比較方案的貢獻度具同等重要。等強 (Equal)
3	稍重要 (Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案。稍強 (Moderately)
5	頗重要 (Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案。頗強 (Strongly)
7	極重要 (Very Strong Importance)	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案。極強 (Very Strong)
9	絕對重要 (Absolute	有足夠證據肯定絕對喜好某一

第四章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估

	Importance)	方案。絕強 (Extremely)
2、4、6、8	相鄰尺度的中間值 (Intermediate Value)	需要折衷值時。

(圖表來源：本研究整理)

本研究將決定之既有山坡地住宅社區環境影響因子依據 AHP 法之基本原則，區分為兩兩互斥之層級結構，如圖 4-2 所示。據此設計問卷，並邀請建築、土木、大地、地質、水利、水土保持等領域具山坡地工程經驗之專家學者透過層級程序分析法(AHP, Analytic Hierarchy Process)，就本研究所提出之各環境影響因子進行相對重要性之比較，透過統計分析求取各因子之相對權重，作為危險度量化之依據。

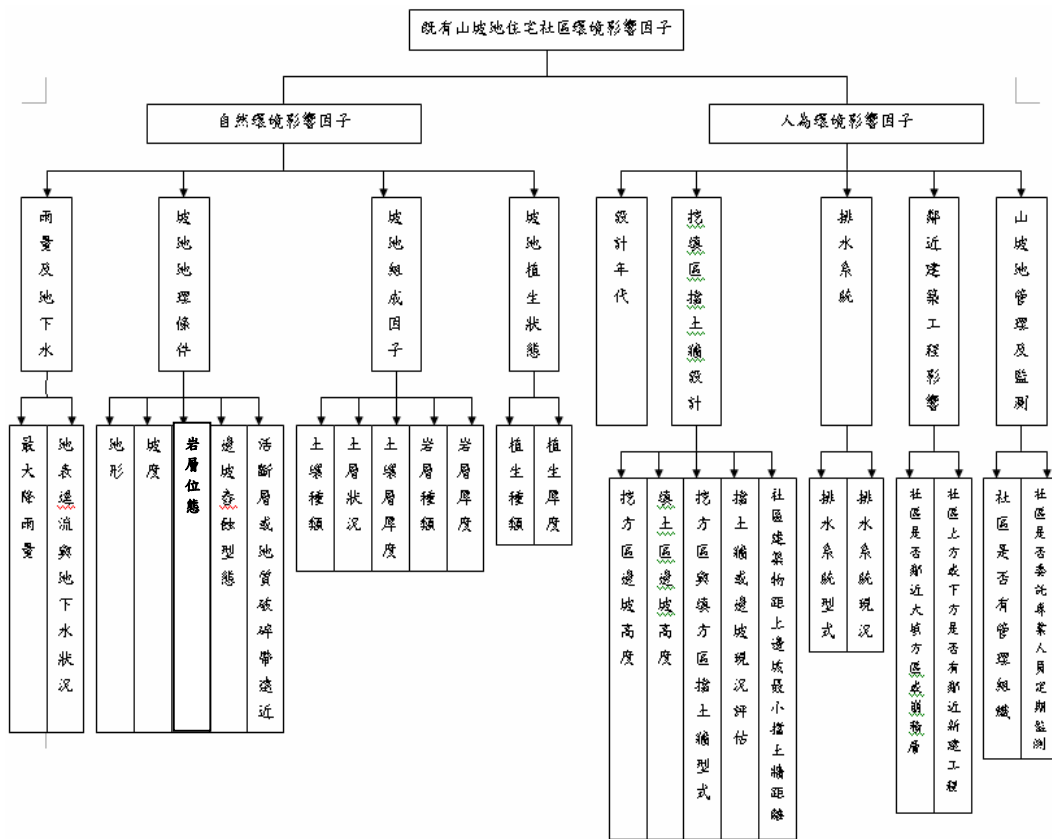


圖 4-2 既有山坡地住宅社區環境影響因子層級結構示意圖

(圖表來源：本研究整理)

本研究層級程序分析專家問卷範例如下：

既有山坡地住宅社區環境影響因子層級程序分析法專家問卷

感謝 貴學者專家撥冗協助填寫「既有山坡地住宅社區環境影響因子層級程序分析法專家問卷」。本問卷旨在透過層級程序分析法(AHP, Analytic Hierarchy Process)，就各既有山坡

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

地住宅社區環境影響因子之重要性進行評估，並根據計算分析所得結果，建置「既有山坡地住宅社區危險度量化初步表」。

本問卷之填表方式是以左邊與右邊之相對重要性強度做比較。選擇您認為適當之答案，並在空隔打“√”。評比尺度共分九等級。數值愈大，表示愈重要。愈往左右兩邊的數值，表示愈偏好該因素，示範案例如下表一所示。

表一、層級程序分析法專家問卷示範案例

問題：運用兩兩因素相比較，您認為對生態工法工程而言哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B 因素
安全	非常 重要		相 當 重 要		重 要		稍 為 重 要		同 等 重 要		稍 為 重 要		重 要		相 當 重 要		非 常 重 要	生態
	√																	

本問卷所得資料僅提供作為「既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估」研究計畫建制「既有山坡地住宅社區危險度量化初步表」所用，不另作他用，敬請放心填答。俟研究完成後，將寄送研究結果乙份，供貴學者專家參考。
感謝 貴學者專家之配合與協助。

「既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究」研究小組

聯絡人：張邦嵩 研究助理

聯絡電話：8787-7130

電子信箱：timj700824@yahoo.com.tw

第一部分：自然環境影響因子與人為環境影響因子之重要性比較

問題：運用兩兩因素相比較，您認為在進行「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估」時，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B 因素
自然環境 影響因子	非常 重要		相 當 重 要		重 要		稍 為 重 要		同 等 重 要		稍 為 重 要		重 要		相 當 重 要		非 常 重 要	人為環境 影響因子

第二部分：自然環境影響因子內各細部影響因子之重要性比較

問題：運用兩兩因素相比較，您認為山坡地自然環境影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B 因素

第四章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估

	非常 重要	相 當 重 要	重 要	稍 為 重 要	同 等 重 要	稍 為 重 要	重 要	相 當 重 要	非 常 重 要									
雨量及地下水										坡地地理條件								
雨量及地下水										坡地組成因子								
雨量及地下水										坡地植生狀態								
坡地地理條件										坡地組成因子								
坡地地理條件										坡地植生狀態								
坡地組成因子										坡地植生狀態								
問題：運用兩兩因素相比較，您認為雨量及地下水影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9 非 常 重 要	8 相 當 重 要	7 相 當 重 要	6 重 要	5 重 要	4 稍 為 重 要	3 稍 為 重 要	2 同 等 重 要	1 同 等 重 要	2 稍 為 重 要	3 稍 為 重 要	4 重 要	5 重 要	6 相 當 重 要	7 相 當 重 要	8 非 常 重 要	9 非 常 重 要	B 因素
最大降雨量																		地表逕流與 地下水狀況
問題：運用兩兩因素相比較，您認為坡地地理條件影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9 非 常 重 要	8 相 當 重 要	7 相 當 重 要	6 重 要	5 重 要	4 稍 為 重 要	3 稍 為 重 要	2 同 等 重 要	1 同 等 重 要	2 稍 為 重 要	3 稍 為 重 要	4 重 要	5 重 要	6 相 當 重 要	7 相 當 重 要	8 非 常 重 要	9 非 常 重 要	B 因素
地形																		坡度
地形																		坡向
地形																		邊坡沖蝕型態
地形																		活斷層或地質 破碎帶遠近
坡度																		坡向
坡度																		邊坡沖蝕型態
坡度																		活斷層或地質 破碎帶遠近
岩層位態																		邊坡沖蝕型態
岩層位態																		活斷層或地質 破碎帶遠近
邊坡沖蝕型態																		活斷層或地質 破碎帶遠近
問題：運用兩兩因素相比較，您認為坡地組成因子影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	B 因素

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

	非常 重要	相 當 重 要	重 要	稍 為 重 要	同 等 重 要	稍 為 重 要	重 要	相 當 重 要	非 常 重 要									
土壤種類										土壤狀況								
土壤種類										土壤層厚度								
土壤種類										岩層種類								
土壤種類										岩層厚度								
土壤狀況										土壤層厚度								
土壤狀況										岩層種類								
土壤狀況										岩層厚度								
土壤層厚度										岩層種類								
土壤層厚度										岩層厚度								
岩層種類										岩層厚度								
問題：運用兩兩因素相比較，您認為坡地植生狀態影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9 非 常 重 要	8	7 相 當 重 要	6	5 重 要	4	3 稍 為 重 要	2	1 同 等 重 要	2	3 稍 為 重 要	4	5 重 要	6	7 相 當 重 要	8	9 非 常 重 要	B 因素
植生種類																		植生厚度

第三部分：人為環境影響因子內各細部影響因子之重要性比較

	9 非 常 重 要	8	7 相 當 重 要	6	5 重 要	4	3 稍 為 重 要	2 <th>1 同 等 重 要</th> <th>2 <th>3 稍 為 重 要</th> <th>4 <th>5 重 要</th> <th>6 <th>7 相 當 重 要</th> <th>8 <th>9 非 常 重 要</th> <th>B 因素</th> </th></th></th></th>	1 同 等 重 要	2 <th>3 稍 為 重 要</th> <th>4 <th>5 重 要</th> <th>6 <th>7 相 當 重 要</th> <th>8 <th>9 非 常 重 要</th> <th>B 因素</th> </th></th></th>	3 稍 為 重 要	4 <th>5 重 要</th> <th>6 <th>7 相 當 重 要</th> <th>8 <th>9 非 常 重 要</th> <th>B 因素</th> </th></th>	5 重 要	6 <th>7 相 當 重 要</th> <th>8 <th>9 非 常 重 要</th> <th>B 因素</th> </th>	7 相 當 重 要	8 <th>9 非 常 重 要</th> <th>B 因素</th>	9 非 常 重 要	B 因素
設計年代																		挖填區擋 土牆設計
設計年代																		排水系統
設計年代																		鄰近建築 工程影響
設計年代																		山坡地管 理及監測
挖填區擋 土牆設計																		排水系統
挖填區擋 土牆設計																		鄰近建築 工程影響

第四章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估

挖填區擋土牆設計																		山坡地管理及監測
排水系統																		鄰近建築工程影響
排水系統																		山坡地管理及監測
鄰近建築工程影響																		山坡地管理及監測
問題：運用兩兩因素相比較，您認為挖填區擋土牆設計影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9 非常重要	8	7 相當重要	6	5 重要	4	3 稍為重要	2	1 同等重要	2	3 稍為重要	4	5 重要	6	7 相當重要	8	9 非常重要	B 因素
挖方區邊坡高度																		填土區邊坡高度
挖方區邊坡高度																		挖方區與填方區擋土牆型式
挖方區邊坡高度																		擋土牆或邊坡現況評估
挖方區邊坡高度																		社區建築物距上邊坡最小擋土牆距離
填土區邊坡高度																		挖方區與填方區擋土牆型式
填土區邊坡高度																		擋土牆或邊坡現況評估
填土區邊坡高度																		社區建築物距上邊坡最小擋土牆距離
挖方區與填方區擋土牆型式																		擋土牆或邊坡現況評估
挖方區與填方區擋土牆型式																		社區建築物距上邊坡最小擋土牆距離
擋土牆或邊坡現況評估																		社區建築物距上邊坡最小擋土牆距離
問題：運用兩兩因素相比較，您認為山坡地排水系統影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9 非常重要	8	7 相當重要	6	5 重要	4	3 稍為重要	2	1 同等重要	2	3 稍為重要	4	5 重要	6	7 相當重要	8	9 非常重要	B 因素
排水系統型式																		排水系統現況

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

問題：運用兩兩因素相比較，您認為山坡地鄰近建築工程影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9 非常 重要	8	7 相 當 重 要	6	5 重 要	4	3 稍 為 重 要	2	1 同 等 重 要	2	3 稍 為 重 要	4	5 重 要	6	7 相 當 重 要	8	9 非 常 重 要	B 因素
社區是否鄰近大填方區或崩積層																		社區上方或下方是否有鄰近新建工程
問題：運用兩兩因素相比較，您認為山坡地管理及監測影響因子，哪個因素會比較重要？																		
A 因素	9 非常 重要	8	7 相 當 重 要	6	5 重 要	4	3 稍 為 重 要	2	1 同 等 重 要	2	3 稍 為 重 要	4	5 重 要	6	7 相 當 重 要	8	9 非 常 重 要	B 因素
社區是否有管理組織																		社區是否委託專業人員定期監測

受訪者基本資料

受訪者姓名：_____

受訪者年齡：21-30 31-40 41-50 51-60 61-70 71-80

受訪者教育程度：大專 大學 碩士 博士

受訪者職業：建築師 土木技師 大地技師 水保技師 地質技師 結構技師
其他(請說明職業別)_____

受訪者執業年度：1-5 6-10 11-15 16-20 21-25 26-30 31 年以上

其他_____

受訪者聯絡電話：_____ 受訪者電子信箱：_____

4-2-2 建立成對比較矩陣

根據問卷取得各要素間的相對重要程度結果，接著建立成對比較矩陣。成對比較時使用的數值，分別為 1/9，1/8，L，1/3，1/2，1，2，3，L，8，9，將 n 個要素比較結果的衡量，置於成對比較矩陣 A 的上三角形部分，主對角線為要素自身的比較，故均為 1，而下三角形部分的數值，為上三角形部分相對位置數值的倒數，即 $a_{ji}=1/a_{ij}$ 。有關成對比較矩陣的元素，如下式所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

4-2-3 計算優先向量與特徵值

成對比較矩陣得到後，即可求取各層要素的權重。使用數值分析中常用的特徵值（Eigenvalue）解法，找出特徵向量或稱優勢向量（PriorityVector）。

$$w_i = \frac{\left[\prod_{j=1}^m a_{ij} \right]}{\sum_{i=1}^m \left[\prod_{j=1}^m a_{ij} \right]}$$

w_i =權重

m =決策因數個數

$$\begin{bmatrix} w_1' \\ w_2' \\ \vdots \\ w_m' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1m} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_m \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \left(\frac{1}{m} \right) * \left(\frac{w_1'}{w_1} + \frac{w_2'}{w_2} + \cdots + \frac{w_m'}{w_m} \right)$$

λ_{\max} =最大特徵值用，來評定一致性

4-2-4 進行一致性檢定

若成對比較矩陣 A 為正倒值矩陣，要求決策者在成對比較時，能達到前後一貫性，這是相當困難的。因此需要進行一致性檢定，作成一致性指標（Consistency Index, C.I.），檢查決策者回答所構成的成對比較矩陣，是否為一致性矩陣。一致性的指標的提出，主要告訴決策者在評估過程中，所做的判斷的合理程度如何？是否不太一致？或有矛盾現象？以及時修正，避免造成不良的決策。

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}$$

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.}$$

R.I.=隨機指標 (Random index)，可由隨機指標表求得。隨機指標表如下所示：

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

若 $C.I. \leq 0.1$ 且 $R.I. \leq 0.1$ 則達到一致性，若有其中一項不 ≤ 0.1 ，則此問卷無效應剔除。

4-2-5 計算各個評估準則權重

各層級要素間的權重計算後，再進行整體層級的權重計算。最後依各備選方案的權重，以決定最終目標的最適方案。

本研究前後共進行三次層級程序分析法專家問卷調查，邀請建築、土木、大地、地質、水利、水土保持等領域具山坡地工程經驗之專家學者共計26人，取得有效問卷19份，專家學者基本資料如表4-2所示。

表4-2層級程序分析法邀請專家學者基本資料

編號	年齡	教育程度	職業	執業年度
1	51歲~60歲	博士	土木技師	21~25
2	51歲~60歲	博士	土木技師	26~30
3	31歲~40歲	碩士	土木技師	11~15
4	41歲~50歲	碩士	土木技師 結構技師	16~20
5	41歲~50歲	碩士	教師	21~25
6	61~70歲	碩士	土木技師 結構技師	21~25
7	51歲~60歲	碩士	建築師	11~15
8	41~50歲	碩士	講師	16~20
9	51~60歲	博士	建築師	26~30
10	31~40歲	碩士	水保技師 水利技師	6~10

第四章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估

11	31~40 歲	碩士	土木技師	11~15
12	41~50 歲	碩士	地質技師	11~15
13	41~50 歲	碩士	地質技師	6~10
14	61~70 歲	碩士	土木技師 結構技師	21~25
15	41~50 歲	碩士	土木技師 結構技師	16~20
16	41~50 歲	大學	水保技師	11~15
17	51~60 歲	碩士	建築師	11~15
18	61~70 歲	碩士	土木技師 大地技師 水保技師	26~30
19	51~60 歲	碩士	土木技師	36~30
20	21~30 歲	碩士	講師	1~5
21	61~70 歲	博士	教授	21~25
22	51~60 歲	博士	教授	16~20
23	51~60 歲	博士	教授	26~30
24	41~50 歲	博士	教授	11~15
25	51 歲~60 歲	博士	教授	21~25
26	41 歲~50 歲	碩士	講師	21~25

第三節 環境影響因子一致性檢核與權重計算

本研究根據 19 份有效問卷，按照層級程序分析法計算準則，進行既有山坡地住宅社區各環境影響因子一致性檢驗與權重之計算，計算結果如表 4-3 所示。

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

表 4-3 既有山坡地住宅社區各環境影響因子一致性檢核與權重計算結果

	專家1	專家2	專家3	專家4	專家5	專家6	專家7	專家8	專家9	專家10	專家11	專家12	專家13	專家14	專家15	專家16	專家17	專家18	專家19	平均	檢核	權重	
自然	0.87500	0.87500	0.50000	0.83333	0.12500	0.90000	0.16667	0.75000	0.50000	0.25000	0.50000	0.50000	0.80000	0.50000	0.50000	0.75000	0.75000	0.50000	0.50000	0.58289		0.58289	
人為	0.12500	0.12500	0.50000	0.16667	0.87500	0.10000	0.83333	0.25000	0.50000	0.75000	0.50000	0.50000	0.20000	0.50000	0.50000	0.25000	0.25000	0.50000	0.50000	0.41711	1.00000	0.41711	
開發及 地下水	0.09777	0.11125	0.40905	0.09208	0.30716			0.25000		0.31068		0.13841		0.25000						0.61520		0.31716	0.18487
坡地地 理條件	0.22288	0.22428	0.16051	0.20990	0.32707			0.25000		0.29606		0.53039		0.25000						0.16915		0.26000	0.15155
坡地知 識因子	0.29332	0.19739	0.16051	0.60590	0.32707			0.25000		0.40388		0.26721		0.25000						0.04651		0.28066	0.16359
坡地植 生狀態	0.38603	0.06708	0.07033	0.92080	0.03870			0.25000		0.04438		0.05399		0.25000						0.16915	1.00000	0.22505	0.13118
最大降 雨量	0.87500	0.83333	0.50000	0.75000	0.83333	0.50000	0.25000	0.83333	0.50000	0.16667	0.50000	0.25000	0.20000	0.16667	0.16667	0.75000	0.87500	0.50000	0.83333	0.54123		0.10006	
地表透 透地下 水狀況	0.12500	0.16667	0.50000	0.25000	0.16667	0.50000	0.75000	0.16667	0.50000	0.83333	0.50000	0.75000	0.80000	0.83333	0.83333	0.25000	0.12500	0.50000	0.16666	0.43877	1.00000	0.08401	
地形										0.09161		0.03855				0.04733	0.07072	0.03826	0.05729			0.00868	
坡度										0.11412		0.08477				0.28192	0.41012	0.45258	0.26870			0.04072	
坡向										0.17709		0.18719				0.55119	0.17030	0.08160	0.19347			0.02952	
區域沖 刷型態										0.27482		0.08254				0.17374	0.13671	0.15864	0.16529			0.02505	
活斷層 或地質 缺層等 附近										0.34236		0.60695				0.14583	0.21215	0.26892	0.31524	1.00000		0.04778	
土壤種 類		0.11080	0.34557					0.32622	0.20000			0.27273	0.13969		0.20000		0.31491	0.06968		0.21996		0.03598	
土層狀 況		0.08895	0.17876					0.32622	0.20000			0.27273	0.06016		0.20000		0.10660	0.40411		0.20417		0.03340	
土層厚 度		0.17195	0.17876					0.16875	0.20000			0.09091	0.06524		0.20000		0.14708	0.10013		0.14787		0.02419	
岩層種 類		0.21420	0.22568					0.07007	0.20000			0.27273	0.29213		0.20000		0.28433	0.20904		0.21833		0.03572	
岩層厚 度		0.41410	0.07423					0.10874	0.20000			0.09091	0.44278		0.20000		0.14708	0.20904		0.20965	1.00000	0.03430	
植生種 類	0.16667	0.25000	0.83333	0.75000	0.12500	0.83333	0.16667	0.25000	0.50000	0.16667	0.75000	0.75000	0.75000	0.25000	0.25000	0.50000	0.50000	0.25000		0.44676		0.05860	
植生厚 度	0.83333	0.75000	0.16667	0.25000	0.87500	0.16667	0.83333	0.75000	0.50000	0.83333	0.25000	0.25000	0.25000	0.75000	0.75000	0.50000	0.50000	0.75000		0.53324	1.00000	0.07237	
攔阻土 境		0.06919						0.03498	0.04968				0.12352	0.04116	0.04121	0.04430	0.42562	0.03470	0.09598			0.04004	
坡面在 坡上鋪 設引		0.11923						0.24138	0.48019				0.23024	0.18382	0.37208		0.27592	0.14187	0.26420	0.25677		0.10710	
排水系 統		0.16664						0.24138	0.25224				0.10152	0.48006	0.42568		0.34872	0.17874	0.45990	0.29510		0.12309	
解說建 築工程 影響		0.21988						0.24138	0.08539				0.08045	0.11974	0.09599		0.11457	0.11389	0.12060	0.13243		0.05524	
小坡地 管理及 監測		0.42506						0.24138	0.13251				0.46426	0.16521	0.06504		0.22149	0.14187	0.12060	0.21971	1.00000	0.09164	
地方區 邊境高 度	0.32622	0.06518						0.22077		0.20904			0.13661		0.19405		0.09595	0.32622		0.19676		0.02107	
坡上區 邊境高 度	0.32622	0.08622						0.34260		0.10813			0.18026		0.19405		0.13239	0.07007		0.17999		0.01928	
地方區 與地方 保障土 壤類型	0.16873	0.28930						0.22077		0.20904			0.52437		0.19405		0.48721	0.10874		0.27530		0.02949	
除土確 定邊境 現況評 估	0.10874	0.27331						0.14226		0.06968			0.06671		0.28637		0.16492	0.16875		0.16009		0.01715	
社區建 築物距 上邊境 距離小 於土確 距離	0.07007	0.28278						0.07359		0.40411			0.09205		0.13149		0.11953	0.52622		0.18786	1.00000	0.02012	
排水系 統歷史 狀況	0.83333	0.50000	0.25000	0.50000	0.12500	0.50000	0.16667	0.25000	0.16667	0.16667	0.75000	0.25000	0.20000	0.16667	0.50000	0.25000	0.16667	0.25000	0.25000	0.32851		0.04044	
排水系 統現況	0.16667	0.50000	0.75000	0.50000	0.87500	0.50000	0.83333	0.75000	0.83333	0.83333	0.25000	0.75000	0.80000	0.83333	0.50000	0.75000	0.83333	0.75000	0.75000	0.67149	1.00000	0.08265	
百餘年 大橋方 區或圍 欄	0.83333		0.75000	0.75000	0.12500	0.83333	0.16667	0.75000	0.87500	0.83333	0.75000	0.75000	0.87114	0.50000	0.50000	0.83333	0.83333	0.25000	0.75000	0.66336		0.03664	
社區上 方或下 方是否 有解過 工程	0.16667		0.25000	0.25000	0.87500	0.16667	0.83333	0.25000	0.12500	0.16667	0.25000	0.25000	0.14286	0.50000	0.50000	0.16667	0.16667	0.75000	0.25000	0.33664	1.00000	0.01860	
社區是 否有管 理措施	0.83333		0.16700	0.25000	0.87500	0.16667	0.12500	0.25000	0.10000	0.75000	0.25000	0.25000	0.14286	0.25000	0.16667	0.25000	0.25000	0.25000	0.75000	0.33759		0.03094	
是否安 現具有 人員次 期監測	0.16667		0.83300	0.75000	0.12500	0.83333	0.87500	0.75000	0.90000	0.25000	0.75000	0.75000	0.87114	0.75000	0.83333	0.75000	0.75000	0.75000	0.25000	0.66242	1.00000	0.06071	

第一節 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化結果

本研究依據既有山坡地住宅社區各環境影響因子層級程序分析計算所得之基本權重，進行既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化之決定，所得結果如表 5-1 所示。

表 5-1 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化結果

	總權重	影響因子分類	分項權重	細部影響因子		細部權重
既有山坡地住宅社區環境影響因子	65	1 降雨量與地下水	21	(1)	最大降雨量	10
				(2)	地表逕流狀況	8
				(3)	地下水狀況	3
		2 坡地地理條件	17	(1)	地形	2
				(2)	坡度	4
				(3)	岩層位態	3
				(4)	邊坡沖蝕狀況	3
				(5)	社區距活斷層或地質破碎帶遠近	5
		3 坡地組成因子	14	(1)	土壤種類	2
				(2)	土層狀況	2
				(3)	土壤層厚度	2
				(4)	岩層種類	2
				(5)	岩層厚度	3
(6)	岩層風化程度			3		
4 坡地植生狀態	13	(1)	植生種類	6		
		(2)	植生厚度	7		
人為環境影響因子	35	1 設計年代	2			2
		2 挖填區擋土牆設計	8	(1)	挖方區邊坡高度	2
				(2)	填土區邊坡高度	1
				(3)	挖方區與填方區擋土牆型式	2
				(4)	擋土牆或邊坡現況	1
				(5)	社區建築物距上邊坡擋土牆最小距離	2
		3 排水系統	12	(1)	排水系統型式	4
				(2)	排水系統概況	8
		4 鄰近建築工程影響	4	(1)	社區是否鄰近大填方區或崩積層	3
(2)	社區上方或下方是否鄰近新建工程			1		
5 山坡地管理及監測	9	(1)	社區是否有管理組織	3		
		(2)	社區是否委託專業人員定期監測	6		

(圖表來源：本研究整理)

由表 4-1 可知既有山坡地住宅社區自然環境影響因子總權重為 65，人為環境影響因子總權重為 35，顯示專家認為自然影響因子較人為影響因子重要。自然環境影響因子分項權重依其重要性順序排列為降雨量與地下水(權重

為 21)、坡地地理條件(權重為 17)、坡地組成因子(權重為 14)與坡地植生狀態(權重為 13)，顯示自然環境影響因子中，專家認為降雨量與地下水之影響最為重要。此項結果與近十年國內山坡地災害發生月份與台灣地區雨量分布情形合併統計分析結果殊為一致，亦與災害描述字彙出現次數統計結果一致，可知山坡地住宅社區災害之發生與否可能取決於雨量分布與降雨量之趨勢較為顯著。

人為環境影響因子分項權重依其重要性順序排列為排水系統(權重為 12)、山坡地管理監測(權重為 9)、挖填區擋土牆設計(權重為 8)、鄰近建築工程影響(權重為 4)、設計年代(權重為 2)，顯示人為環境影響因子中，排水系統之影響最為重要。此項結果與既有山坡地住宅社區災害案例中，多因排水系統不良而導致災害之發生殊為一致，顯示山坡地住宅社區災害之發生與否，可能取決排水系統之影響較為顯著。

第二節 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式之研擬

本研究根據既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化結果，比照內政部營建署「既有鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表」之格式與精神，輔以國內環境影響評估相關法規(環境影響評估施行細則、開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準)與水土保持相關法規(水土保持法、水土保持法施行細則、水土保持技術規範)中所訂之環境影響因子評估細項與既有山坡地住宅社區安全檢查評估機制所列之內容，研擬「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」。本表主要目的在輔助既有各項山坡地住宅社區安全檢查與評估機制，協助提供既有山坡地住宅社區危險度一量化之數據。本表將評估因子區分為自然影響因子與人為影響因子兩部分，自然影響因子共計 15 個評估項目，人為影響因子共計 12 個評估項目，總計 27 個項目，各項目依

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

其評估內容進行區分，並依既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化權重計算結果決定配分。權重部分，根據一般工程經驗與相關法令規定與研究文獻資料，輔以學者專家意見依評估細項數目進行比例分配。

本表操作方式與「既有鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表」操作方式相同，根據既有山坡地住宅社區現場實際狀況勾選各項評估權重，將權重×配分可得一危險度評分，將各危險度評分加總可得一危險度評估總分，據此判定既有山坡地住宅社區安全於否。本研究比照「既有鋼筋混凝土建築物耐震能力初步評估表」所訂建築物耐震能力評估標準，將危險度評估結果依據評估所得總分區分為三者，若危險度評估總分<30分者，表示既有山坡地社區無立即危險，若危險度評估分數總計大於30分至等於60分者，表示既有山坡地住宅社區有危險虞慮，近期應委託專業技師進行專業詳細評估(亦即安全鑑定)。若危險度評估總分>60分者，表示既有山坡地住宅社區有立即危險，應即刻採取疏散措施。

表 5-2 既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表

影響因子	影響因子分類	評估項目		配分	評估細項與權重	配分×權重	危險度評分
自然	1 降雨量及地下水	(1)	最大降雨量	10	<input type="checkbox"/> 乾糙地區(0) <input type="checkbox"/> 地區曾遭受大雨(0.25) <input type="checkbox"/> 地區曾遭受豪雨(0.5) <input type="checkbox"/> 地區曾遭受大豪雨(0.75) <input type="checkbox"/> 地區曾遭受超大豪雨(1.0)		
		(2)	地表逕流狀況	8	<input type="checkbox"/> 無(0) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)		
		(3)	地下水狀況	3	<input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)		
	2 坡地地理條件	(1)	地形	2	<input type="checkbox"/> 山坡地(0.25) <input type="checkbox"/> 大填方區(0.5) <input type="checkbox"/> 谷口(0.75) <input type="checkbox"/> 谷邊(1.0)		
		(2)	坡度	4	<input type="checkbox"/> 一級坡 $S \leq 5\%$ (0) <input type="checkbox"/> 二級坡 $5\% \leq S \leq 15\%$ (0.125) <input type="checkbox"/> 三級坡 $15\% \leq S \leq 30\%$ (0.25) <input type="checkbox"/> 四級坡 $30\% \leq S \leq 40\%$ (0.5) <input type="checkbox"/> 五級坡 $40\% \leq S \leq 55\%$ (0.75) <input type="checkbox"/> 六級坡 $55\% \leq S \leq 100\%$ (0.875) <input type="checkbox"/> 七級坡 $S > 100\%$ (1.0)		

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

影 響 因 子		(3) 岩層位態	3	<input type="checkbox"/> 逆向坡(0) <input type="checkbox"/> 斜交坡(0.25) <input type="checkbox"/> 陡上坡(0.5) <input type="checkbox"/> 陡下坡(0.75) <input type="checkbox"/> 順向坡(1.0)		
		(4) 邊坡沖蝕狀況	3	<input type="checkbox"/> 無(0) <input type="checkbox"/> 輕微(0.25) <input type="checkbox"/> 中等(0.5) <input type="checkbox"/> 嚴重(0.75) <input type="checkbox"/> 極嚴重(1.0)		
		(5) 社區距活斷層或地質破碎帶遠近	5	<input type="checkbox"/> >500m(0) <input type="checkbox"/> 400m~500m(0.2) <input type="checkbox"/> 300m~400m(0.4) <input type="checkbox"/> 200m~300m(0.6) <input type="checkbox"/> 100m~200m(0.8) <input type="checkbox"/> <100m(1.0)		
	3 坡地組成因子	(1) 土壤種類	2	<input type="checkbox"/> 卵礫石(0) <input type="checkbox"/> 黏土(0.25) <input type="checkbox"/> 礫渣(0.5) <input type="checkbox"/> 粉土(0.75) <input type="checkbox"/> 砂土(1.0)		
		(2) 土層狀況	2	<input type="checkbox"/> 回填土(0) <input type="checkbox"/> 殘留土(0.5) <input type="checkbox"/> 崩積土(0.75) <input type="checkbox"/> 沖積土(1.0)		
		(3) 土壤層厚度	2	<input type="checkbox"/> 3m(0) <input type="checkbox"/> 6m(0.4) <input type="checkbox"/> 9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)		
		(4) 岩層種類	2	<input type="checkbox"/> 玄武岩或花崗岩(0) <input type="checkbox"/> 砂岩(0.25) <input type="checkbox"/> 頁岩(0.5) <input type="checkbox"/> 片岩(0.75) <input type="checkbox"/> 砂頁岩互層(1.0)		
		(5) 岩層風化程度	3	<input type="checkbox"/> 無風化無節理(0) <input type="checkbox"/> 節理發達(0.25) <input type="checkbox"/> 風化成塊狀(0.5) <input type="checkbox"/> 風化成碎石(0.75) <input type="checkbox"/> 崩落之危險(1.0)		
		(6) 岩層厚度	3	<input type="checkbox"/> 9m 以上(0) <input type="checkbox"/> 9m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~3m(0.8) <input type="checkbox"/> 3m 以下(1.0)		
	4 坡地植生狀態	(1) 植生種類	6	<input type="checkbox"/> 樹類(0) <input type="checkbox"/> 混合(樹類與草類或藤類混生)(0.4) <input type="checkbox"/> 草類或藤類(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)		
(1) 植生厚度		7	<input type="checkbox"/> 1.5m 以上(0) <input type="checkbox"/> 1.5~1m(0.25) <input type="checkbox"/> 1m~0.5m(0.75) <input type="checkbox"/> 0.5m 以下(1.0)			
人 為 影 響 因 子	1 設計年代		2	<input type="checkbox"/> 民國 86 年 5 月以後(0) <input type="checkbox"/> 民國 72 年 7 月~民國 86 年 5 月(0.25) <input type="checkbox"/> 民國 65 年 4 月~民國 72 年 7 月(0.5) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月~民國 65 年 4 月(0.75) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月以前(1.0)		
	2 挖填區擋土牆設計	(1) 挖方區邊坡高度	2	<input type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)		
		(2) 填土區邊坡高度	1	<input type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)		
		(3) 挖方區與填方區擋土牆型式	1	挖方區擋土牆型式 <input type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)		
	(4) 擋土牆或邊坡現況		1	填方區擋土牆型式 <input type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)		
		1	a. 擋土牆現況評估 <input type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 傾斜(0.125) <input type="checkbox"/> 牆面突出(0.25) <input type="checkbox"/> 牆面龜裂(0.375) <input type="checkbox"/> 加勁條破損(0.5) <input type="checkbox"/> 鋼筋裸露銹蝕(0.625) <input type="checkbox"/> 混凝土剝落(0.875) <input type="checkbox"/> 錨頭脫落鋼腱突(1.0) b. 邊坡現況評估 <input type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 坡面裸露(0.125) <input type="checkbox"/> 坡面坡頂裂縫(0.25) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 坡址隆起(0.375) <input type="checkbox"/> 落石(0.5) <input type="checkbox"/> 滲水或湧水(0.625) <input type="checkbox"/> 泥石流(0.75) <input type="checkbox"/> 沖刷潛移(0.875) <input type="checkbox"/> 滑動(1.0)			

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

		(5) 社區建築物距上邊坡擋土牆最小距離	2	<input type="checkbox"/> 技術規則安全距離外(0) <input type="checkbox"/> 結構牆與擋土牆共構(0.5) <input type="checkbox"/> 技術規則安全距離內(1.0)		
3	排水系統	(1) 排水系統型式	4	<input type="checkbox"/> 明溝(0) <input type="checkbox"/> 箱涵(0.5) <input type="checkbox"/> 涵管(1.0)		
		(2) 排水系統概況	8	<input type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 龜裂(0.25) <input type="checkbox"/> 下陷(0.5) <input type="checkbox"/> 滑落(0.75) <input type="checkbox"/> 雜物堵塞(1.0)		
4	鄰近建築工程影響	(1) 社區是否鄰近大填方區或崩積層	3	<input type="checkbox"/> >500m(0) <input type="checkbox"/> 400m~500m(0.2) <input type="checkbox"/> 300m~400m(0.4) <input type="checkbox"/> 200m~300m(0.6) <input type="checkbox"/> 100m~200m(0.8) <input type="checkbox"/> <100m(1.0)		
		(2) 社區上方或下方是否鄰近新建工程	1	<input type="checkbox"/> 距離 100m 以上(0) <input type="checkbox"/> 距離 80~100m(0.2) <input type="checkbox"/> 距離 60~80m(0.4) <input type="checkbox"/> 距離 40~60m(0.6) <input type="checkbox"/> 距離 20~40m(0.8) <input type="checkbox"/> 距離 0~20m(1.0)		
5	山坡地管理及監測	(1) 社區是否有管理組織	3	<input type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0) <input type="checkbox"/> 有，但運作不常(4~6 個月召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.4) <input type="checkbox"/> 有，但無確實運作(定期召開會議討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)		
		(2) 社區是否委託專業人員定期監測	6	<input type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常監測一次並紀錄)(0) <input type="checkbox"/> 有，但監測不常(4~6 個月監測一次並紀錄)(0.4) <input type="checkbox"/> 有，但無確實監測、紀錄(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)		
評估分數總計						
評估結果		結果說明				
<input type="checkbox"/> 無立即危險 <input type="checkbox"/> 有危險虞慮 <input type="checkbox"/> 有立即危險		1. 評估結果若危險度評分為 <30 分，表示既有山坡地住宅社區無立即危險。 2. 評估結果若危險度評分為 30 分 < D < 60 分，表示山坡地住宅社區有危險虞慮，近期應委託專業技師進行專業詳細評估。 3. 評估結果若危險度評分為 >60 分，表示山坡地住宅社區有立即危險，應即刻採取疏散措施。				

(圖表來源：本研究整理)

第三節 環境影響因子危險度量化初步評估表之檢核與確認

為使本研究初步研擬之「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」實際應用於既有山坡地住宅社區危險度之評估，於後續研究中應針對層級程序分析所得結果與權重分配進行檢核與確認。本研究以電腦模擬分析法說明檢核與確認之方法。

台灣地區山坡地地形大略可區分為土坡與岩坡兩部分，土坡部分，可採

用有限元素分析法進行模擬分析，有限元素法(Finite Element Method 簡稱 F.E.M)係 R. Courant 於 1943 年所開發結合結構矩陣運算與最小功法之多重元素分析方法，並於 1970 年代電腦運算效能提昇後大量運用於各種工程計算問題。有限元素法基本概念，係將一結構主體(body of interest)，利用幾何網格(mesh)區分為多個結構元素(structural element)，每個元素由節點(nodes)所構成，分析時，利用求解元素各力量與節點位移矩陣之方式得出完整之解。工程上一般較常採用 Pcstable、Plaxis 等電腦應用程式進行土坡之數值模擬與分析。

岩坡部分可採用分離元素法進行模擬分析，分離元素主要係應用於解析有限元素法無法完全描述之結構分離後之變形與破壞問題，如岩坡由各自分離獨立之岩石與節理面所組成，受力作用後於節理面會產生錯動與分離，這些行為並無法以有限元素法之觀念完全表達。國內應用有限元素法解析邊坡穩定之相關研究繁多，但應用分離元素法解析岩坡穩定之研究相較而言較少，有鑑於此，本研究以台北縣汐止鎮汐萬路之林肯大郡順向坡崩塌為例，說明岩坡穩定之模擬分析，與「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」之檢核與確認。

本研究所使用之電腦模擬分析程式係加州柏克萊大學(UC Berkeley)依據石根華教授(G.C.Shi)於 1984 年所提出之不連續變形分析理論(Discontinuous Deformation Analysis—DDA)所撰寫之 *DDA for Windows* 電腦模擬分析程式，該程式廣泛應用於處理土木、大地領域之不連續變形分析，可獲至良好之結果，為工程界所認可。

5-3-1 區塊元素分析模型之建立

以 2D 區塊元素模擬岩體，係將分析案例岩體之縱向坡面投影為平面，以線段依變形前之坡面地質切割成砂岩及頁岩之 2D 區塊元素，如圖 5-1 所示。將區塊元素輸入電腦建構電腦模擬分析模型，如圖 5-2 所示。

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

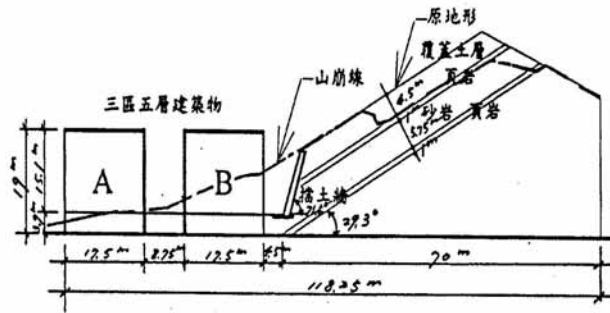


圖 5-1 坡面地質 2D 區塊元素

(圖表來源：本研究整理)

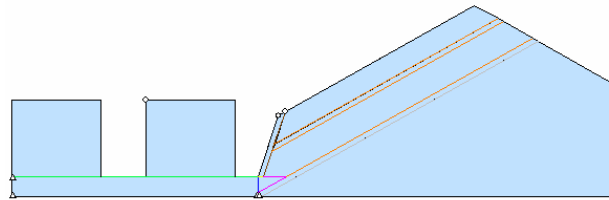


圖 5-2 建構完成之電腦模擬分析模型

(圖表來源：本研究整理)

5-3-2 自然環境影響因子之輸入

依據分析案例實際詳細之地形、地質、地下水資料輸入電腦建構電腦模擬分析參數資料，以不同接觸勁度模擬地錨對砂頁岩互層岩盤之圍束作用、並考慮砂頁岩互層之岩盤間因地下水影響，產生不同磨擦角(0° 、 15° 、 30° 、 45° 、 60°)，分析其變形，載重則以區塊自重作用於重心視為點載重。

5-3-3 電腦模擬分析結果

2D 區塊元素之模擬破壞分析結果共分兩大類，一為接觸勁度 $Kn=10,000t/m^2$ ，分析結果如圖 5-3~5-7 所示；二為接觸勁度 $Kn=100,000t/m^2$ 分析結果如圖 4-8~4-12 所示。圖中顯示不計地下水影響下，接觸勁度低者滑動變形及傾覆變形均較嚴重，但假設兩者摩擦角均小於 30° 時(亦即接近原有山壁坡度 29.3°)，該坡面由傾覆變形轉為平面滑動變形。為深入瞭解岩塊間摩擦角之影響程度，依據廖瑞堂,周功台於"林肯大郡邊坡坍塌災變原因之省

思及後續整治建議(1998)”所得坡地岩塊間摩擦角為 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 之實驗結果，對照災變現場擋土牆滑動變形，以電腦程式進行模擬分析，得該變形機制下，岩塊間磨擦角應小於 18.2° ，其結果如圖 5-13 及圖 5-14 所示，因此雨水浸透及地下水造成岩塊磨擦角影響，係造成該坡地發生不穩定之主要原因。

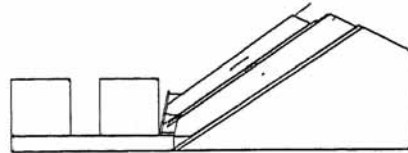


圖 5-3 $K_n=10,000t/m^2$ 、 $\phi=0^{\circ}$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

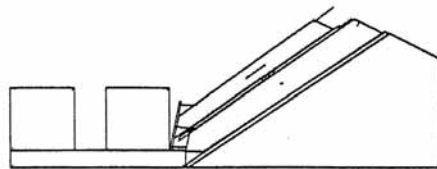


圖 5-4 $K_n=10,000t/m^2$ 、 $\phi=15^{\circ}$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

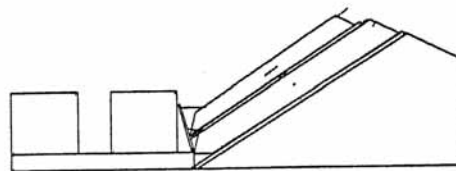


圖 5-5 $K_n=10,000t/m^2$ 、 $\phi=30^{\circ}$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

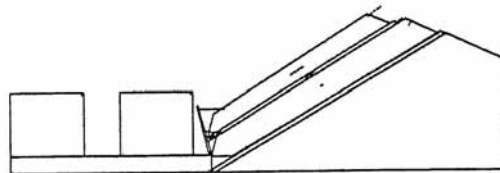
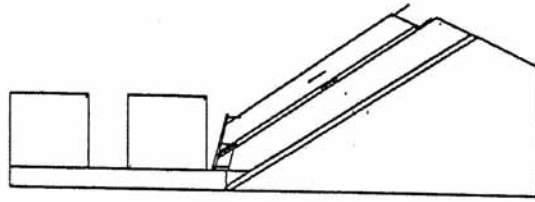


圖 5-6 $K_n=10,000t/m^2$ 、 $\phi=45^{\circ}$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬



既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究
(圖表來源：本研究整理)

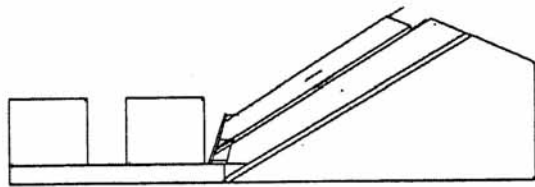


圖 5-8 $K_n=100,000\text{t}/\text{m}^2$ 、 $\alpha=0^\circ$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

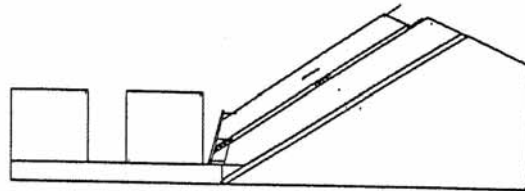


圖 5-9 $K_n=100,000\text{t}/\text{m}^2$ 、 $\alpha=15^\circ$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

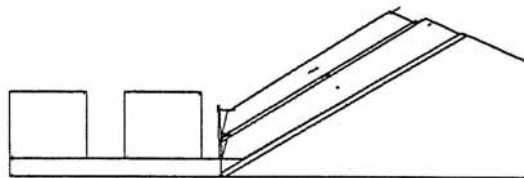


圖 5-10 $K_n=100,000\text{t}/\text{m}^2$ 、 $\alpha=30^\circ$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

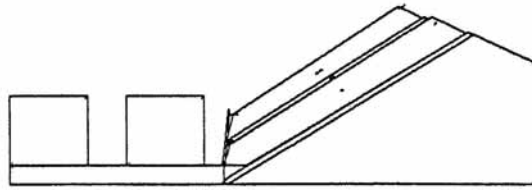


圖 5-11 $K_n=100,000t/m^2$ 、 $\phi=45^\circ$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

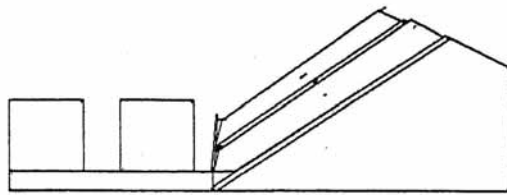


圖 5-12 $K_n=100,000t/m^2$ 、 $\phi=60^\circ$ 電腦模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

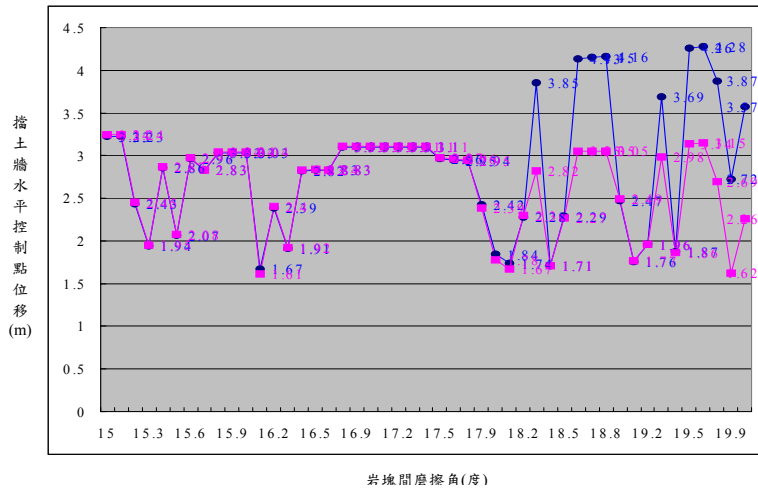


圖 5-13 擋土牆水平控制點位移圖(●表牆頂水平位移■表牆中央水平位移)

(圖表來源：本研究整理)

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

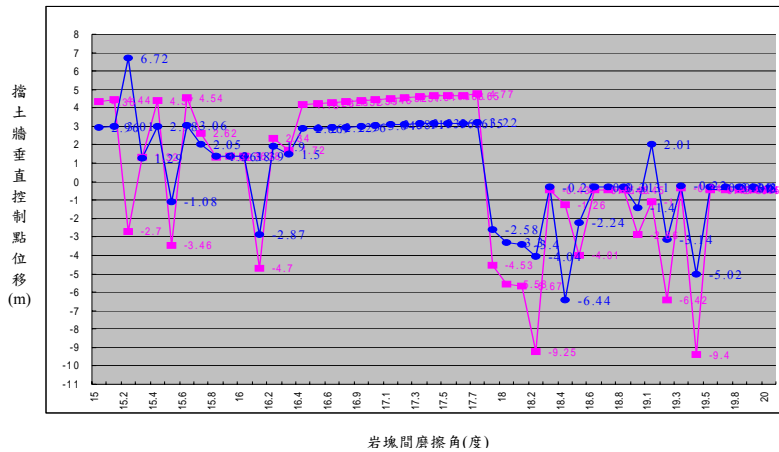


圖 5-14 擋土牆垂直控制點位移圖(●表牆頂垂直位移■表牆中央垂直位移)
(圖表來源：本研究整理)

5-3-4 「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」評估細項

權重之檢核與確認

本研究以坡度變化為例，說明「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」評估細項權重之檢核與確認。固定其他影響參數，以坡度為變化參數，分別就坡度為三級坡($15\% \leq S \leq 30\%$)、六級坡($55\% \leq S \leq 100\%$)及七級坡($S > 100\%$)等情況進行電腦數值模擬分析，所得變形程度如圖 5-15~5-17 所示。

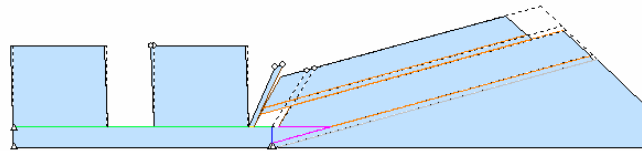


圖 5-15 坡度為三級坡時，電腦數值模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

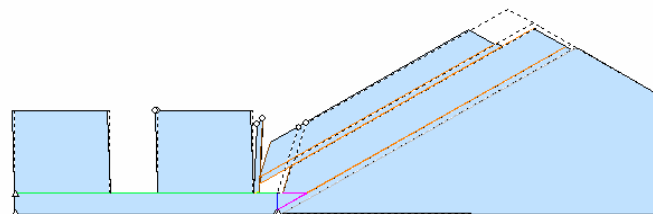


圖 5-16 坡度為六級坡時，電腦數值模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

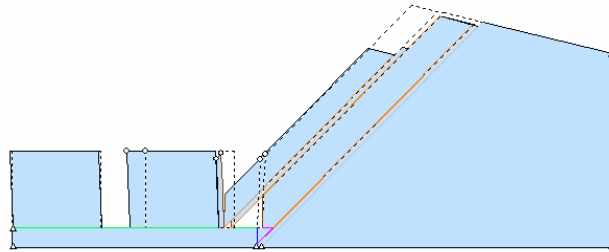


圖 5-17 坡度為七級坡時，電腦數值模擬分析變形圖

(圖表來源：本研究整理)

分析所得數據彙整如表 5-3 所示。分析結果顯示，坡度越陡，變形越大，若以七級坡作為基準，則六級坡之變形量約為七級坡之 0.86 倍，坡度三級坡之變形量約為七級坡之 0.0137 倍。若將坡度 45° 之權重定為 1，則六級坡之權重為 0.86，三級坡之權重為 0.0137 其六級坡所得權重值 0.86。與根據一般工程經驗與相關法令規定與研究文獻資料，輔以學者專家意見依評估細項數目進行比例分配所得之權重六級坡權重值 0.875 甚為接近。

表 5-3 不同坡度觀測點位移值一覽表

坡度數值	觀測點 原始座標	觀測點 變形後座標	觀測點 位移值
三級坡 ($15\% \leq S \leq 30\%$)	26.25	25.79	-0.46
六級坡 ($55\% \leq S \leq 100\%$)	54.87	25.82	-29.05
七級坡($S > 100\%$)	56.31	22.63	-33.68

(圖表來源：本研究整理)

第四節 環境影響因子危險度量化初步評估表之實證

為驗證本研究研擬之「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」之適用性，本研究選取台北縣政府列管之危險山坡地住宅社區案例三處，進行現場調查與填表之工作，並將所得結果反饋作為評估表修正之參考。

5-4-1 觀天下社區危險度量化初步評估

5-4-1-1 社區現況概述

本社區位於安坑車子路地區黎明路南端區域，社區佔地約 4 公頃，地勢南高北低，北側與黎明清境社區相鄰，依據經濟部中央地調所出版之桃園地質圖幅資料，本社區地表地層處大楠山層分布範圍內，地層以黑灰色硬頁岩為主，新店斷層通過社區警衛室北側地表。社區主要建築物為地上 17 層，地下 3 層之 SRC 造公寓大樓住宅，本社區緊鄰擋土牆部分建築物於 92 年間陸續發現裂縫，92 年 12 月經台北縣政府山坡地住宅社區安全檢查判定為 B 級社區，應進行安全評估並加強監測，至 93 年起持續以坡地傾斜管、牆頂位移計、裂縫計、水位井、水壓計等監測儀器監測至今，監測結果於安全範圍內。本社區相關基本資料如表 5-4~5-7 所示。

表 5-4 「觀天下」社區基本資料表

地點	台北縣新店市	社區名稱	觀天下
區位	<input type="checkbox"/> 崩塌地 <input type="checkbox"/> 斷層 <input type="checkbox"/> 河(海)岸侵蝕 <input type="checkbox"/> 崖錐堆積和崩積土 <input type="checkbox"/> 填土 <input type="checkbox"/> 沖積扇 <input checked="" type="checkbox"/> 台地陡坡下 <input type="checkbox"/> 其他		
地形位置	<input type="checkbox"/> 山脊崩塌山腹 <input type="checkbox"/> 坡腳 <input type="checkbox"/> 河岸崩塌陡坡下 <input type="checkbox"/> 陡階地 <input type="checkbox"/> 陡階地崖下 <input type="checkbox"/> 沖積扇 <input type="checkbox"/> 谷口		
開發方式	<input type="checkbox"/> 挖方 <input type="checkbox"/> 填方 <input checked="" type="checkbox"/> 半挖半填		
社區戶數	約 800 多戶		
開發面積	4 公頃		
房屋形式	<input type="checkbox"/> 透天樓房 <input checked="" type="checkbox"/> 公寓大樓(樓) <input type="checkbox"/> 辦公大樓(樓) <input type="checkbox"/> 平房		
建築方式	<input type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 鋼骨 <input checked="" type="checkbox"/> 其他(SRC)		

(圖表來源：本研究整理)

表 5-5 「觀天下」社區地形、地質、植被與土地利用狀況

地形	坡向	南北向坡			
	坡形	陡坡	描述		
	坡度	三級坡			
	動態作用	<input checked="" type="checkbox"/> 平坡 <input type="checkbox"/> 蝕溝 <input type="checkbox"/> 舊崩塌地 <input type="checkbox"/> 新崩塌地 <input type="checkbox"/> 岩石			
	坡趾距河(海)岸水平距離	>500m			
地質	地質	地層	岩層	岩性	砂頁岩互層
		位態	斜交坡	風化程度	無風化
	邊坡類型	土坡			
	覆土層	<input checked="" type="checkbox"/> 風化土 <input type="checkbox"/> 崩積土 <input type="checkbox"/> 沖積土 <input type="checkbox"/> 填方	厚度	<input type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> 1~4m <input checked="" type="checkbox"/> >4m	
植被狀況	<input type="checkbox"/> 崩塌地 <input type="checkbox"/> 裸露地 <input type="checkbox"/> 草地 <input checked="" type="checkbox"/> 人造林 <input type="checkbox"/> 自然林 <input type="checkbox"/> 惡地				

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

土地利用	上邊坡	<input type="checkbox"/> 建地 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱田 <input type="checkbox"/> 果園 <input type="checkbox"/> 檳榔園 <input type="checkbox"/> 竹林 <input checked="" type="checkbox"/> 人造林 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 景觀園 <input type="checkbox"/> 其他
	下邊坡	<input type="checkbox"/> 建地 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱田 <input type="checkbox"/> 果園 <input type="checkbox"/> 檳榔園 <input type="checkbox"/> 竹林 <input type="checkbox"/> 人造林 <input checked="" type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 景觀園 <input type="checkbox"/> 其他

(圖表來源：本研究整理)

表 5-6 「觀天下」社區社區與建築物現況

(1) 擋土設施

擋土方式	<input type="checkbox"/> 重力式擋土牆 <input type="checkbox"/> 漿砌卵石擋土牆 <input type="checkbox"/> 懸臂式擋土牆 <input checked="" type="checkbox"/> 地錨 <input type="checkbox"/> 加勁擋土牆 <input type="checkbox"/> 蛇籠 <input type="checkbox"/> 由樑坡面工		
擋土牆與房屋距離	<100m		
排水孔	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	排水功能	<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 部分正常 <input type="checkbox"/> 完全無效
擋土牆外凸變形或龜裂	<input type="checkbox"/> 均有 <input type="checkbox"/> 外凸變形 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input checked="" type="checkbox"/> 均無		
地錨錨頭	<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 開裂 <input type="checkbox"/> 剝離 <input type="checkbox"/> 鏽蝕		

(2) 排水設施

尺寸	寬 0.6 m 高 0.6 m
排水溝變形或龜裂	<input type="checkbox"/> 均有 <input type="checkbox"/> 變形 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input checked="" type="checkbox"/> 均無

(3) 道路

坡面是否出現裂縫或小坍方？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 若答案為是，則裂縫分佈 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 疏 <input type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡 最大裂縫長約_____公尺，寬約_____公分，深約_____公分
路面是否出現裂縫或局部陷落？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 其他 若答案為是，則裂縫分佈 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 疏 <input type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡 最大裂縫長約_____公尺，寬約_____公分，深約_____公分。

(4) 建物

建築物基礎是否被破壞？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 若答案為是，請描述其破壞情形
建築物之柱子是否遭受破壞？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 若答案為是，請描述其破壞情形(開裂位置、角度、寬度、鋼筋是否裸露等)
建築物之樑是否遭受破壞？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 若答案為是，請描述其破壞情形(開裂位置、角度、寬度、鋼筋定否裸露等)
建物是否有騎樓？	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 若答案為是，騎樓型式為 <input type="checkbox"/> 懸臂式 <input checked="" type="checkbox"/> 有柱子支撐

(圖表來源：本研究整理)

表 5-7 「觀天下」社區災害狀況

災害種類	<input type="checkbox"/> 落石 <input type="checkbox"/> 地層滑動 <input type="checkbox"/> 山崩 <input checked="" type="checkbox"/> 潛變 <input type="checkbox"/> 土石流 <input type="checkbox"/> 斷層 <input type="checkbox"/> 其他
	<input type="checkbox"/> 豪雨 尖峰強度： <small>公厘/小時</small> 總雨量： <small>公厘</small> (<small>雨量站</small>)
	<input type="checkbox"/> 颱風 名稱： <small>強度</small> ： <input type="checkbox"/> 強烈 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 輕度
	<input type="checkbox"/> 地震 規模： <small>規模</small> ：

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

外在成因	<input type="checkbox"/> 洪水 尖峰強度： $\frac{\text{公厘}}{\text{小時}}$ 總雨量：公厘(雨量站)
	<input type="checkbox"/> 人為不當開發 <input type="checkbox"/> 選址不當 <input type="checkbox"/> 排水不良 <input checked="" type="checkbox"/> 擋土牆不良 <input type="checkbox"/> 建築基礎強度不足 <input type="checkbox"/> 建築物一邊外牆兼作擋土牆
	<input type="checkbox"/> 偷工減料 <input type="checkbox"/> 周遭施工不當 <input type="checkbox"/> 坡趾開挖
	<input type="checkbox"/> 填土區鬆動

(圖表來源：本研究整理)



照片 5-1 社區道路路面現況
(照片來源：本研究攝製)



照片 5-2 人行步道排水孔現況
(照片來源：本研究攝製)



照片 5-3 上邊坡擋土牆現況
(照片來源：本研究攝製)



照片 5-4 上邊坡擋土牆現況
(照片來源：本研究攝製)

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究



照片 5-5 上邊坡擋土牆排水系統現況 照片 5-6 上邊坡擋土牆排水系統現況

(照片來源：本研究攝製)

(照片來源：本研究攝製)

5-4-1-2 既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估結果

本社區「既有山坡地住宅社區危險度量化評估」結果如表 5-8 所示。

表 5-8 「觀天下」社區既有山坡地住宅社區危險度量化評估結果

影響因子	影響因子分類	評估項目		配分	評估細項與權重	配分 × 權重	危險度評分
自然	1 降雨量及地下水	(1) 最大降雨量		10	<input checked="" type="checkbox"/> 乾糙地區(0) 地區曾遭受大雨(0.25) 地區曾遭受豪雨(0.5) 地區曾遭受大豪雨(0.75) 地區曾遭受超大豪雨(1.0)	0	0
		(2) 地表逕流狀況		8	<input checked="" type="checkbox"/> 無(0) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)	0	0
		(3) 地下水狀況		3	<input type="checkbox"/> 低(0.33) <input checked="" type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)	2.01	2.01
	2 坡地地理條件	(1) 地形		2	<input checked="" type="checkbox"/> 山坡地(0.25) <input type="checkbox"/> 大填方區(0.5) <input type="checkbox"/> 谷口(0.75) <input type="checkbox"/> 谷邊(1.0)	0.5	0.5
		(2) 坡度		4	<input type="checkbox"/> 一級坡 $S \leq 5\%$ (0) <input type="checkbox"/> 二級坡 $5\% \leq S \leq 15\%$ (0.125) <input checked="" type="checkbox"/> 三級坡 $15\% \leq S \leq 30\%$ (0.25) <input type="checkbox"/> 四級坡 $30\% \leq S \leq 40\%$ (0.5) <input type="checkbox"/> 五級坡 $40\% \leq S \leq 55\%$ (0.75) <input type="checkbox"/> 六級坡 $55\% \leq S \leq 100\%$ (0.875) <input type="checkbox"/> 七級坡 $S > 100\%$ (1.0)	1	1

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

影 響 因 子		(3) 岩層位態	3	<input type="checkbox"/> 逆向坡(0) <input checked="" type="checkbox"/> 斜交坡(0.25) <input type="checkbox"/> 陡上坡(0.5) <input type="checkbox"/> 陡下波(0.75) <input type="checkbox"/> 順向坡(1.0)	0.75	0.75
		(4) 邊坡沖蝕狀況	3	<input type="checkbox"/> 無(0) <input type="checkbox"/> 輕微(0.25) <input checked="" type="checkbox"/> 中等(0.5) <input type="checkbox"/> 嚴重(0.75) <input type="checkbox"/> 極嚴重(1.0)	1.5	1.5
		(5) 社區距活斷層或地質破碎帶遠近	5	<input type="checkbox"/> >500m(0) <input type="checkbox"/> 400m~500m(0.2) <input type="checkbox"/> 300m~400m(0.4) <input type="checkbox"/> 200m~300m(0.6) <input checked="" type="checkbox"/> 100m~200m(0.8) <input type="checkbox"/> <100m(1.0)	4	4
	3 坡地組成因子	(1) 土壤種類	2	<input type="checkbox"/> 卵礫石(0) <input type="checkbox"/> 黏土(0.25) <input type="checkbox"/> 礦渣(0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 粉土(0.75) <input type="checkbox"/> 砂土(1.0)	1.5	1.5
		(2) 土層狀況	2	<input type="checkbox"/> 回填土(0) <input checked="" type="checkbox"/> 殘留土(0.5) <input type="checkbox"/> 崩積土(0.75) <input type="checkbox"/> 沖積土(1.0)	1.0	1.0
		(3) 土壤層厚度	2	<input type="checkbox"/> 3m(0) <input checked="" type="checkbox"/> 6m(0.4) <input type="checkbox"/> 9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	0.8	0.8
		(4) 岩層種類	2	<input type="checkbox"/> 玄武岩或花崗岩(0) <input type="checkbox"/> 砂岩(0.25) <input type="checkbox"/> 頁岩(0.5) <input type="checkbox"/> 片岩(0.75) <input checked="" type="checkbox"/> 砂頁岩互層(1.0)	2.0	2.0
		(5) 岩層風化程度	3	<input checked="" type="checkbox"/> 無風化無節理(0) <input type="checkbox"/> 節理發達(0.25) <input type="checkbox"/> 風化成塊(0.5) <input type="checkbox"/> 風化成碎石(0.75) <input type="checkbox"/> 崩落之危險(1.0)	0	0
		(6) 岩層厚度	3	<input checked="" type="checkbox"/> 9m 以上(0) <input type="checkbox"/> 9m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~3m(0.8) <input type="checkbox"/> 3m 以下(1.0)	0	0
	4 坡地植生狀態	(1) 植生種類	6	<input type="checkbox"/> 樹類(0) <input checked="" type="checkbox"/> 混合(樹類與草類或藤類混生)(0.4) <input type="checkbox"/> 草類或藤類(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	0	0
(1) 植生厚度		7	<input checked="" type="checkbox"/> 1.5m 以上(0) <input type="checkbox"/> 1.5~1m(0.25) <input type="checkbox"/> 1m~0.5m(0.75) <input type="checkbox"/> 0.5m 以下(1.0)	0	0	
人 為 影 響 因	1 設計年代		2	<input type="checkbox"/> 民國 86 年 5 月以後(0) <input checked="" type="checkbox"/> 民國 72 年 7 月~民國 86 年 5 月(0.25) <input type="checkbox"/> 民國 65 年 4 月~民國 72 年 7 月 7(0.5) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月~民國 65 年 4 月(0.75) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月以前(1.0)	0.5	0.5
	2 挖填區擋土牆設計	(1) 挖方區邊坡高度	2	<input type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input checked="" type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	1.6	1.6
		(2) 填土區邊坡高度	1	<input type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input checked="" type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	0.4	0.4
		(3) 挖方區與填方區擋土牆型式	1	挖方區擋土牆型式 <input checked="" type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)	0	0
		1	填方區擋土牆型式 <input type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)	0.625	0.625	

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

子		(4) 擋土牆或邊坡現況	1	a. 擋土牆現況評估 <input checked="" type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 傾斜(0.125) <input type="checkbox"/> 牆面突出(0.25) <input type="checkbox"/> 牆面龜裂(0.375) <input type="checkbox"/> 加勁條破損(0.5) <input type="checkbox"/> 鋼筋裸露銹蝕(0.625) <input type="checkbox"/> 混凝土剝落(0.875) <input type="checkbox"/> 錨頭脫落鋼腱突(1.0) b. 邊坡現況評估 <input checked="" type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 坡面裸露(0.125) <input type="checkbox"/> 坡面坡頂裂縫(0.25) <input type="checkbox"/> 坡址隆起(0.375) <input type="checkbox"/> 落石(0.5) <input type="checkbox"/> 滲水或湧水(0.625) <input type="checkbox"/> 泥石流(0.75) <input type="checkbox"/> 沖刷潛移(0.875) <input type="checkbox"/> 滑動(1.0)	0	0
		(5) 社區建築物距上邊坡擋土牆最小距離	2	<input type="checkbox"/> 技術規則安全距離外(0) <input type="checkbox"/> 結構牆與擋土牆共構(0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 技術規則安全距離內(1.0)	2.0	2.0
	3 排水系統	(1) 排水系統型式	4	<input checked="" type="checkbox"/> 明溝(0) <input type="checkbox"/> 箱涵(0.5) <input type="checkbox"/> 涵管(1.0)	0	0
		(2) 排水系統概況	8	<input checked="" type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 龜裂(0.25) <input type="checkbox"/> 下陷(0.5) <input type="checkbox"/> 滑落(0.75) <input type="checkbox"/> 雜物堵塞(1.0)	0	0
	4 鄰近建築工程影響	(1) 社區是否鄰近大填方區或崩積層	3	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> >500m(0) <input type="checkbox"/> 400m~500m(0.2) <input type="checkbox"/> 300m~400m(0.4) <input type="checkbox"/> 200m~300m(0.6) <input type="checkbox"/> 100m~200m(0.8) <input type="checkbox"/> <100m(1.0)	0	0
	(2) 社區上方或下方是否鄰近新建工程	1	<input checked="" type="checkbox"/> 距離 100m 以上(0) <input type="checkbox"/> 距離 80~100m(0.2) <input type="checkbox"/> 距離 60~80m(0.4) <input type="checkbox"/> 距離 40~60m(0.6) <input type="checkbox"/> 距離 20~40m(0.8) <input type="checkbox"/> 距離 0~20m(1.0)	0	0	
5 山坡地管理及監測	(1) 社區是否有管理組織	3	<input checked="" type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0) <input type="checkbox"/> 有，但運作不常(4~6 個月召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.4) <input type="checkbox"/> 有，但無確實運作(定期召開會議討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	0	0	
	(2) 社區是否委託專業人員定期監測	6	<input type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常監測一次並紀錄)(0) <input checked="" type="checkbox"/> 有，但監測不常(4~6 個月監測一次並紀錄)(0.4) <input type="checkbox"/> 有，但無確實監測、紀錄(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	2.4	2.4	
評估分數總計						22.585
評估結果		結果說明				
<input checked="" type="checkbox"/> 無立即危險 <input type="checkbox"/> 有危險虞慮 <input type="checkbox"/> 有立即危險		1. 評估結果若危險度評分為 <30 分，表示既有山坡地住宅社區無立即危險。 2. 評估結果若危險度評分為 30 分 < D < 60 分，表示山坡地住宅社區有危險虞慮，近期應委託專業技師進行專業詳細評估。 3. 評估結果若危險度評分為 >60 分，表示山坡地住宅社區有立即危險，應即刻採取疏散措施。				

(圖表來源：本研究整理)

5-4-2 大地世紀社區危險度量化初步評估

5-4-2-1 社區現況概述

本社區為民國 72 年~86 年間興建之山坡地住宅社區，社區大填方區疑似沉陷區域，既有建築傾斜龜裂區，環境影響因子危險度量化評估初擬縣政府山坡地住宅社區安全檢查判定為 B 級社區，應進行安全評估並加強監測，目前僅針對建築物傾斜加裝建築物傾度盤，但缺乏專業技術人員從旁協助未能發揮其功效。本社區相關基本資料如表 5-9~5-12 所示。

表 5-9 「大地世紀」社區基本資料

地點	台北縣新店市	社區名稱	大地世紀
區位	<input type="checkbox"/> 崩塌地 <input type="checkbox"/> 斷層 <input type="checkbox"/> 河(海)岸侵蝕 <input type="checkbox"/> 崖錐堆積和崩積土 <input type="checkbox"/> 填土 <input type="checkbox"/> 沖積扇 <input checked="" type="checkbox"/> 台地陡坡下 <input type="checkbox"/> 其他		
地形位置	<input type="checkbox"/> 山脊 <input checked="" type="checkbox"/> 山腹 <input type="checkbox"/> 坡腳 <input type="checkbox"/> 河岸 <input type="checkbox"/> 陡坡下 <input type="checkbox"/> 陡階地 <input type="checkbox"/> 陡階地崖下 <input type="checkbox"/> 沖積扇 <input type="checkbox"/> 谷口		
開發方式	<input type="checkbox"/> 挖方 <input checked="" type="checkbox"/> 填方 <input type="checkbox"/> 半挖半填		
社區戶數	約 300 多戶		
開發面積	約 3 公頃		
房屋形式	<input type="checkbox"/> 透天樓房 <input type="checkbox"/> 公寓大樓(樓) <input type="checkbox"/> 辦公大樓(樓) <input checked="" type="checkbox"/> 平房		
建築方式	<input checked="" type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 鋼骨 <input type="checkbox"/> 其他		

(圖表來源：本研究整理)

表 5-10 「大地世紀」社區地形、地質、植被與土地利用狀況

地形	坡向	南北向坡			
	坡形	緩坡	描述		
	坡度	五級坡			
	動態作用	<input type="checkbox"/> 平坡 <input type="checkbox"/> 蝕溝 <input checked="" type="checkbox"/> 舊崩塌地 <input type="checkbox"/> 新崩塌地 <input type="checkbox"/> 岩石			
	坡趾距河(海)岸水平距離	>500m			
地質	地質	地層	岩層	岩性	砂頁岩互層
		位態	陡上坡	風化程度	無
	邊坡類型	土坡			
	覆土層	<input type="checkbox"/> 風化土 <input type="checkbox"/> 崩積土 <input type="checkbox"/> 沖積土 <input checked="" type="checkbox"/> 填方		厚度	<input type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> 1~4m <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> >4m
植被狀況	<input type="checkbox"/> 崩塌地 <input type="checkbox"/> 裸露地 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 人造林 <input checked="" type="checkbox"/> 自然林 <input type="checkbox"/> 惡地				
土地利用	上邊坡	<input type="checkbox"/> 建地 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱田 <input type="checkbox"/> 果園 <input type="checkbox"/> 檳榔園 <input type="checkbox"/> 竹林 <input type="checkbox"/> 人造林 <input checked="" type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 景觀園 <input type="checkbox"/> 其他			
	下邊坡	<input type="checkbox"/> 建地 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱田 <input type="checkbox"/> 果園 <input type="checkbox"/> 檳榔園 <input checked="" type="checkbox"/> 竹林 <input type="checkbox"/> 人造林 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 景觀園 <input type="checkbox"/> 其他			

(圖表來源：本研究整理)

表 5-11 「大地世紀」社區社區與建築物現況

(1) 擋土設施

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

擋土方式	<input type="checkbox"/> 重力式擋土牆 <input checked="" type="checkbox"/> 漿砌卵石擋土牆 <input type="checkbox"/> 懸臂式擋土牆 <input type="checkbox"/> 地錨 <input type="checkbox"/> 加勁擋土牆 <input type="checkbox"/> 蛇籠 <input type="checkbox"/> 由樑坡面工		
擋土牆與房屋距離	100~200m		
排水孔	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	排水功能	<input type="checkbox"/> 正常 <input checked="" type="checkbox"/> 部分正常 <input type="checkbox"/> 完全無效
擋土牆外凸變形或龜裂	<input type="checkbox"/> 均有 <input type="checkbox"/> 外凸變形 <input checked="" type="checkbox"/> 龜裂 <input type="checkbox"/> 均無		
地錨錨頭	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 開裂 <input type="checkbox"/> 剝離 <input type="checkbox"/> 鏽蝕		

(2) 排水設施

尺寸	寬 <u>0.6</u> m 高 <u>0.6</u> m
排水溝變形或龜裂	<input type="checkbox"/> 均有 <input type="checkbox"/> 變形 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input checked="" type="checkbox"/> 均無

(3) 道路

坡面是否出現裂縫或小坍方？	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
若答案為是，則裂縫分佈	<input type="checkbox"/> 密 <input checked="" type="checkbox"/> 疏 <input checked="" type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡
最大裂縫長約	<u>0.5</u> 公尺，寬約 <u>0.5</u> 公分，深約 <u>0.5</u> 公分
路面是否出現裂縫或局部陷落？	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 其他
若答案為是，則裂縫分佈	<input checked="" type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 疏 <input checked="" type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡
最大裂縫長約	<u>12</u> 公尺，寬約 <u>0.5</u> 公分，深約 <u>1</u> 公分

(4) 建物

建築物基礎是否被破壞？	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
若答案為是，請描述其破壞情形	基礎沉陷，造成建築物地坪、牆面、柱多處裂縫
建築物之柱子是否遭受破壞？	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
若答案為是，請描述其破壞情形(開裂位置、角度、寬度、鋼筋是否裸露等)	柱因建築物基礎沉陷造成柱腳垂直向開裂，裂縫寬度約 1cm，鋼筋未裸露
建築物之樑是否遭受破壞？	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
若答案為是，請描述其破壞情形(開裂位置、角度、寬度、鋼筋定否裸露等)	梁因建築物基礎沉陷造成梁端發生 45 度裂縫，裂縫寬度約 0.5cm，鋼筋未裸露
建物是否有騎樓？	<input type="checkbox"/> 定 <input checked="" type="checkbox"/> 否
若答案為是，騎樓型式為	<input type="checkbox"/> 懸臂式 <input type="checkbox"/> 有柱子支撐

(圖表來源：本研究整理)

表 5-12 「大地世紀」社區災害狀況

災害種類	<input type="checkbox"/> 落石 <input type="checkbox"/> 地層滑動 <input checked="" type="checkbox"/> 山崩 <input type="checkbox"/> 潛變 <input type="checkbox"/> 土石流 <input type="checkbox"/> 斷層 <input type="checkbox"/> 其他
外在成因	<input type="checkbox"/> 豪雨 尖峰強度： <u> </u> 公厘/小時 總雨量： <u> </u> 公厘(<u> </u> 雨量站)
	<input type="checkbox"/> 颱風 名稱： <u> </u> 強度： <input type="checkbox"/> 強烈 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 輕度
	<input type="checkbox"/> 地震 規模： <u> </u> 規模： <u> </u>
	<input type="checkbox"/> 洪水 尖峰強度： <u> </u> 公厘/小時 總雨量： <u> </u> 公厘(<u> </u> 雨量站)
	<input type="checkbox"/> 人為不當開發 <input type="checkbox"/> 選址不當 <input type="checkbox"/> 排水不良 <input type="checkbox"/> 擋土牆不良 <input type="checkbox"/> 建築基礎強度不足 <input type="checkbox"/> 建築物一邊外牆兼作擋土牆
	<input type="checkbox"/> 偷工減料 <input type="checkbox"/> 周遭施工不當 <input checked="" type="checkbox"/> 坡趾開挖 <input type="checkbox"/> 填土區鬆動

(圖表來源：本研究整理)



照片 5-7 填方區 AC 道路路面裂縫現況
(照片來源：本研究攝製)



照片 5-8 填方區住宅牆面裂縫現況
(照片來源：本研究攝製)



照片 5-10 填方區擋土牆現況
(照片來源：本研究攝製)



照片 5-9 填方區住宅地坪沉陷分離現況
(照片來源：本研究攝製)

5-4-2-2 既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估結果

本社區「既有山坡地住宅社區危險度量化評估」結果如表 5-13 所示。

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

表 5-13 「大地世紀」社區既有山坡地住宅社區危險度量化評估結果

影響因子	影響因子分類	評估項目		配分	評估細項與權重	配分 × 權重	危險度評分
自然影響因子	1 降雨量及地下水	(1) 最大降雨量		10	<input checked="" type="checkbox"/> 乾糙地區(0) 地區曾遭受大雨(0.25) 地區曾遭受豪雨(0.5) 地區曾遭受大豪雨(0.75) 地區曾遭受超大豪雨(1.0)	0	0
		(2) 地表逕流狀況		8	<input type="checkbox"/> 無(0) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input checked="" type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)	5.36	5.36
		(3) 地下水狀況		3	<input checked="" type="checkbox"/> 低(0.33) <input type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)	0.99	0.99
	2 坡地地理條件	(1) 地形		2	<input checked="" type="checkbox"/> 山坡地(0.25) <input type="checkbox"/> 大填方區(0.5) <input type="checkbox"/> 谷口(0.75) <input type="checkbox"/> 谷邊(1.0)	0.5	0.5
		(2) 坡度		4	<input type="checkbox"/> 一級坡 $S \leq 5\%$ (0) <input type="checkbox"/> 二級坡 $5\% \leq S \leq 15\%$ (0.125) <input type="checkbox"/> 三級坡 $15\% \leq S \leq 30\%$ (0.25) <input type="checkbox"/> 四級坡 $30\% \leq S \leq 40\%$ (0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 五級坡 $40\% \leq S \leq 55\%$ (0.75) <input type="checkbox"/> 六級坡 $55\% \leq S \leq 100\%$ (0.875) <input type="checkbox"/> 七級坡 $S > 100\%$ (1.0)	3.0	3.0
		(3) 岩層位態		3	<input type="checkbox"/> 逆向坡(0) <input checked="" type="checkbox"/> 斜交坡(0.25) <input type="checkbox"/> 陡上坡(0.5) <input type="checkbox"/> 陡下波(0.75) <input type="checkbox"/> 順向坡(1.0)	0.75	0.75
		(4) 邊坡沖蝕狀況		3	<input type="checkbox"/> 無(0) <input type="checkbox"/> 輕微(0.25) <input checked="" type="checkbox"/> 中等(0.5) <input type="checkbox"/> 嚴重(0.75) <input type="checkbox"/> 極嚴重(1.0)	1.5	1.5
		(5) 社區距活斷層或地質破碎帶遠近		5	<input checked="" type="checkbox"/> $> 500\text{m}$ (0) <input type="checkbox"/> $400\text{m} \sim 500\text{m}$ (0.2) <input type="checkbox"/> $300\text{m} \sim 400\text{m}$ (0.4) <input type="checkbox"/> $200\text{m} \sim 300\text{m}$ (0.6) <input type="checkbox"/> $100\text{m} \sim 200\text{m}$ (0.8) <input type="checkbox"/> $< 100\text{m}$ (1.0)	0	0
	3 坡地組成因子	(1) 土壤種類		2	<input type="checkbox"/> 卵礫石(0) <input checked="" type="checkbox"/> 黏土(0.25) <input type="checkbox"/> 礫渣(0.5) <input type="checkbox"/> 粉土(0.75) <input type="checkbox"/> 砂土(1.0)	0.5	0.5
		(2) 土層狀況		2	<input checked="" type="checkbox"/> 回填土(0) <input type="checkbox"/> 殘留土(0.5) <input type="checkbox"/> 崩積土(0.75) <input type="checkbox"/> 沖積土(1.0)	0	0
		(3) 土壤層厚度		2	<input type="checkbox"/> 3m(0) <input type="checkbox"/> 6m(0.4) <input checked="" type="checkbox"/> 9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	1.6	1.6
		(4) 岩層種類		2	<input type="checkbox"/> 玄武岩或花崗岩(0) <input type="checkbox"/> 砂岩(0.25) <input type="checkbox"/> 頁岩(0.5) <input type="checkbox"/> 片岩(0.75) <input checked="" type="checkbox"/> 砂頁岩互層(1.0)	2.0	2.0
		(5) 岩層風化程度		3	<input checked="" type="checkbox"/> 無風化無節理(0) <input type="checkbox"/> 節理發達(0.25) <input type="checkbox"/> 風化成塊(0.5) <input type="checkbox"/> 風化成碎石(0.75) <input type="checkbox"/> 崩落之危險(1.0)	0	0
		(6) 岩層厚度		3	<input checked="" type="checkbox"/> 9m 以上(0) <input type="checkbox"/> 9m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~3m(0.8) <input type="checkbox"/> 3m 以下(1.0)	0	0
	4 坡地植生狀態	(1) 植生種類		6	<input type="checkbox"/> 樹類(0) <input checked="" type="checkbox"/> 混合(樹類與草類或藤類混生)(0.4) <input type="checkbox"/> 草類或藤類(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	2.4	2.4
		(1) 植生厚度		7	<input checked="" type="checkbox"/> 1.5m 以上(0) <input type="checkbox"/> 1.5~1m(0.25) <input type="checkbox"/> 1m~0.5m(0.75) <input type="checkbox"/> 0.5m 以下(1.0)	0	0

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

人為影響因子	1	設計年代	2	<input type="checkbox"/> 民國 86 年 5 月以後(0) <input checked="" type="checkbox"/> 民國 72 年 7 月~民國 86 年 5 月(0.25) <input type="checkbox"/> 民國 65 年 4 月~民國 72 年 7 月 7(0.5) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月~民國 65 年 4 月(0.75) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月以前(1.0)	0.5	0.5		
	2	挖填區擋土牆設計	(1)	挖方區邊坡高度	2	<input type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input checked="" type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	1.6	1.6
			(2)	填土區邊坡高度	1	<input type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input checked="" type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	1.0	1.0
			(3)	挖方區與填方區擋土牆型式	1	挖方區擋土牆型式 <input type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input checked="" type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)	1.0	1.0
					1	填方區擋土牆型式 <input type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input checked="" type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)	1.0	1.0
			(4)	擋土牆或邊坡現況	1	a.擋土牆現況評估 <input type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 傾斜(0.125) <input type="checkbox"/> 牆面突出(0.25) <input checked="" type="checkbox"/> 牆面龜裂(0.375) <input type="checkbox"/> 加勁條破損(0.5) <input type="checkbox"/> 鋼筋裸露銹蝕(0.625) <input type="checkbox"/> 混凝土剝落(0.875) <input type="checkbox"/> 錨頭脫落鋼鍵突(1.0) b.邊坡現況評估 <input type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 坡面裸露(0.125) <input checked="" type="checkbox"/> 坡面坡頂裂縫(0.25) <input type="checkbox"/> 坡址隆起(0.375) <input type="checkbox"/> 落石(0.5) <input type="checkbox"/> 滲水或湧水(0.625) <input type="checkbox"/> 泥石流(0.75) <input type="checkbox"/> 沖刷潛移(0.875) <input type="checkbox"/> 滑動(1.0)	0.625	0.625
	(5)	社區建築物距上邊坡擋土牆最小距離	2	<input type="checkbox"/> 技術規則安全距離外(0) <input type="checkbox"/> 結構牆與擋土牆共構(0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 技術規則安全距離內(1.0)	2.0	2.0		
	3	排水系統	(1)	排水系統型式	4	<input checked="" type="checkbox"/> 明溝(0) <input type="checkbox"/> 箱涵(0.5) <input type="checkbox"/> 涵管(1.0)	0	0
			(2)	排水系統概況	8	<input checked="" type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 龜裂(0.25) <input type="checkbox"/> 下陷(0.5) <input type="checkbox"/> 滑落(0.75) <input type="checkbox"/> 雜物堵塞(1.0)	0	0
	4	鄰近建築工程影響	(1)	社區是否鄰近大填方區或崩積層	3	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> >500m(0) <input type="checkbox"/> 400m~500m(0.2) <input type="checkbox"/> 300m~400m(0.4) <input type="checkbox"/> 200m~300m(0.6) <input type="checkbox"/> 100m~200m(0.8) <input type="checkbox"/> <100m(1.0)	0	0
			(2)	社區上方或下方是否鄰近新建工程	1	<input checked="" type="checkbox"/> 距離 100m 以上(0) <input type="checkbox"/> 距離 80~100m(0.2) <input type="checkbox"/> 距離 60~80m(0.4) <input type="checkbox"/> 距離 40~60m(0.6) <input type="checkbox"/> 距離 20~40m(0.8) <input type="checkbox"/> 距離 0~20m(1.0)	0	0
	5	山坡地管理及監測	(1)	社區是否有管理組織	3	<input type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0) <input type="checkbox"/> 有，但運作不常(4~6 個月召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.4) <input checked="" type="checkbox"/> 有，但無確實運作(定期召開會議討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	2.4	2.4

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

		(2)	社區是否委託專業人員定期監測	6	<input type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常監測一次並紀錄)(0) <input type="checkbox"/> 有，但監測不常(4~6 個月監測一次並紀錄)(0.4) <input checked="" type="checkbox"/> 有，但無確實監測、紀錄(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	4.8	4.8
評估分數總計							32.9
評估結果		結果說明					
<input type="checkbox"/> 無立即危險 <input checked="" type="checkbox"/> 有危險虞慮 <input type="checkbox"/> 有立即危險		1.評估結果若危險度評分為<30 分，表示既有山坡地住宅社區無立即危險。 2.評估結果若危險度評分為 30 分<D<60 分，表示山坡地住宅社區有危險虞慮，近期應委託專業技師進行專業詳細評估。 3.評估結果若危險度評分為>60 分，表示山坡地住宅社區有立即危險，應即刻採取疏散措施。					

(圖表來源：本研究整理)

5-4-3 大千豪景社區危險度量化初步評估

5-4-3-1 社區現況概述

本社區位於檳榔溪右岸，為人為填土檳榔溪所形成之開闢地；基地之填方截堵該溪在基地上游形成積水區，災變發生時因連日豪雨，產生大量地表逕流，超過滯洪池與抽水設備負荷限度，大量地表逕流溢出明渠滲流入基地下方，沖刷坡腳，形成滑動崩坍，經台北縣政府山坡地住宅社區安全檢查判定為 A 級社區，需立即委託建築師專業技師進行鑑定工作，並釐定防災改善措施。目前崩坍地已合併檳榔溪治理工程整治完成，其上已有新植被被覆。社區相關基本資料如表 5-14~5-17 所示。

表 5-14 「大千豪景」社區基本資料

地點	台北縣新店市	社區名稱	大千豪景
區位	<input type="checkbox"/> 崩塌地 <input type="checkbox"/> 斷層 <input type="checkbox"/> 河(海)岸侵蝕 <input type="checkbox"/> 崖錐堆積和崩積土 <input checked="" type="checkbox"/> 填土 <input type="checkbox"/> 沖積扇 <input type="checkbox"/> 台地陡坡下 <input type="checkbox"/> 其他		
地形位置	<input type="checkbox"/> 山脊 <input type="checkbox"/> 山腹 <input type="checkbox"/> 坡腳 <input type="checkbox"/> 河岸 <input type="checkbox"/> 陡坡下 <input type="checkbox"/> 陡階地 <input type="checkbox"/> 陡階地崖下 <input type="checkbox"/> 沖積扇 <input checked="" type="checkbox"/> 谷口		
開發方式	<input type="checkbox"/> 挖方 <input checked="" type="checkbox"/> 填方 <input type="checkbox"/> 半挖半填		
社區戶數	328 戶		
開發面積	2.3 公頃		
房屋形式	<input type="checkbox"/> 透天樓房 <input type="checkbox"/> 公寓大樓(樓) <input type="checkbox"/> 辦公大樓(樓) <input checked="" type="checkbox"/> 平房		
建築方式	<input checked="" type="checkbox"/> RC <input type="checkbox"/> 加強磚造 <input type="checkbox"/> 鋼骨 <input type="checkbox"/> 其他		

(圖表來源：本研究整理)

表 5-15 「大千豪景」社區地形、地質、植被與土地利用狀況

地形	坡向	南北向坡		
	坡形	陡坡	描述	
	坡度	五級坡		
	動態作用	<input type="checkbox"/> 平坡 <input type="checkbox"/> 蝕溝 <input checked="" type="checkbox"/> 舊崩塌地 <input type="checkbox"/> 新崩塌地 <input type="checkbox"/> 岩石		

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

		坡趾距河(海)岸水平距離		100m	
地質	地質	地層	岩層	岩性	砂岩
		位態	陡上坡	風化程度	無
	邊坡類型	土坡			
	覆土層	<input type="checkbox"/> 風化土 <input type="checkbox"/> 崩積土 <input type="checkbox"/> 沖積土 <input checked="" type="checkbox"/> 填方		厚度	<input type="checkbox"/> <1m <input type="checkbox"/> 1~4m <input checked="" type="checkbox"/> >4m
植被狀況	<input checked="" type="checkbox"/> 崩塌地 <input type="checkbox"/> 裸露地 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 人造林 <input type="checkbox"/> 自然林 <input type="checkbox"/> 惡地				
土地利用	上邊坡	<input type="checkbox"/> 建地 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱田 <input type="checkbox"/> 果園 <input type="checkbox"/> 檳榔園 <input type="checkbox"/> 竹林 <input checked="" type="checkbox"/> 人造林 <input type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 景觀園 <input type="checkbox"/> 其他			
	下邊坡	<input type="checkbox"/> 建地 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 旱田 <input type="checkbox"/> 果園 <input type="checkbox"/> 檳榔園 <input type="checkbox"/> 竹林 <input type="checkbox"/> 人造林 <input checked="" type="checkbox"/> 道路 <input type="checkbox"/> 景觀園 <input type="checkbox"/> 其他			

(圖表來源：本研究整理)

表 5-16 「大千豪景」社區社區與建築物現況

(1) 擋土設施

擋土方式	<input type="checkbox"/> 重力式擋土牆 <input type="checkbox"/> 漿砌卵石擋土牆 <input type="checkbox"/> 懸臂式擋土牆 <input type="checkbox"/> 地錨 <input checked="" type="checkbox"/> 加勁擋土牆 <input type="checkbox"/> 蛇籠 <input type="checkbox"/> 由樑坡面工				
擋土牆與房屋距離	<200m				
排水孔	<input checked="" type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	排水功能	<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 部分正常 <input type="checkbox"/> 完全無效		
擋土牆外凸變形或龜裂	<input type="checkbox"/> 均有 <input type="checkbox"/> 外凸變形 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input checked="" type="checkbox"/> 均無				
地錨錨頭	<input checked="" type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 開裂 <input type="checkbox"/> 剝離 <input type="checkbox"/> 鏽蝕				

(2) 排水設施

尺寸	寬	0.6	m	高	0.6	m
排水溝變形或龜裂	<input type="checkbox"/> 均有 <input type="checkbox"/> 變形 <input type="checkbox"/> 龜裂 <input checked="" type="checkbox"/> 均無					

(3) 道路

坡面是否出現裂縫或小坍方？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
若答案為是，則裂縫分佈	<input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 疏 <input type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡
最大裂縫長約	_____公尺，寬約_____公分，深約_____公分
路面是否出現裂縫或局部陷落？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否 <input type="checkbox"/> 其他
若答案為是，則裂縫分佈	<input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 疏 <input type="checkbox"/> 平行邊坡 <input type="checkbox"/> 垂直邊坡
最大裂縫長約	_____公尺，寬約_____公分，深約_____公分。

(4) 建物

建築物基礎是否被破壞？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
若答案為是，請描述其破壞情形	
建築物之柱子是否遭受破壞？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
若答案為是，請描述其破壞情形(開裂位置、角度、寬度、鋼筋是否裸露等)	
建築物之樑是否遭受破壞？	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否
若答案為是，請描述其破壞情形(開裂位置、角度、寬度、鋼筋定否裸露等)	
建物是否有騎樓？	<input type="checkbox"/> 定 <input checked="" type="checkbox"/> 否
若答案為是，騎樓型式為	<input type="checkbox"/> 懸臂式 <input type="checkbox"/> 有柱子支撐

(圖表來源：本研究整理)

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

表 5-17 「大千豪景」社區災害狀況

災害種類	<input type="checkbox"/> 落石 <input type="checkbox"/> 地層滑動 <input checked="" type="checkbox"/> 山崩 <input type="checkbox"/> 潛變 <input type="checkbox"/> 土石流 <input type="checkbox"/> 斷層 <input type="checkbox"/> 其他
外在成因	<input type="checkbox"/> 豪雨 尖峰強度： <small>公厘/小時</small> 總雨量： <small>公厘</small> (<small>雨量站</small>)
	<input type="checkbox"/> 颱風 名稱： <small>強度</small> ： <input type="checkbox"/> 強烈 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 輕度
	<input type="checkbox"/> 地震 規模： <small>規模</small> ：
	<input type="checkbox"/> 洪水 尖峰強度： <small>公厘/小時</small> 總雨量： <small>公厘</small> (<small>雨量站</small>)
	<input type="checkbox"/> 人為不當開發 <input checked="" type="checkbox"/> 選址不當 <input type="checkbox"/> 排水不良 <input type="checkbox"/> 擋土牆不良 <input type="checkbox"/> 建築基礎強度不足 <input type="checkbox"/> 建築物一邊外牆兼作擋土牆
	<input type="checkbox"/> 偷工減料 <input type="checkbox"/> 周遭施工不當 <input type="checkbox"/> 坡趾開挖 <input type="checkbox"/> 填土區鬆動

(圖表來源：本研究整理)



照片 5-11 崩塌地坡頂現況

(照片來源：本研究攝製)



照片 5-12 崩塌地坡面現況

(照片來源：本研究攝製)

5-4-3-2 既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估結果

本社區「既有山坡地住宅社區危險度量化評估」結果如表 5-18 所示。

表 5-18 「大千豪景」社區既有山坡地住宅社區危險度量化評估結果

影響因子	影響因子分類	評估項目		配分	評估細項與權重	配分×權重	危險度評分
		降雨量及地下水	(1)最大降雨量				
	1	降雨量及地下水	(1)最大降雨量	10	<input checked="" type="checkbox"/> 乾糙地區(0) 地區曾遭受大雨(0.25) 地區曾遭受豪雨(0.5) 地區曾遭受大豪雨(0.75) 地區曾遭受超大豪雨(1.0)	0	0

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

自然影響因子	2	坡地地理條件	(2)	地表逕流狀況	8	<input type="checkbox"/> 無(0) <input type="checkbox"/> 低(0.33) <input checked="" type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)	5.36	5.36
			(3)	地下水狀況	3	<input type="checkbox"/> 低(0.33) <input checked="" type="checkbox"/> 中(0.67) <input type="checkbox"/> 高(1.0)	2.01	2.01
			(1)	地形	2	<input type="checkbox"/> 山坡地(0.25) <input type="checkbox"/> 大填方區(0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 谷口(0.75) <input type="checkbox"/> 谷邊(1.0)	1.5	1.5
	(2)	坡度	4	<input type="checkbox"/> 一級坡 $S \leq 5\%$ (0) <input type="checkbox"/> 二級坡 $5\% \leq S \leq 15\%$ (0.125) <input type="checkbox"/> 三級坡 $15\% \leq S \leq 30\%$ (0.25) <input type="checkbox"/> 四級坡 $30\% \leq S \leq 40\%$ (0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 五級坡 $40\% \leq S \leq 55\%$ (0.75) <input type="checkbox"/> 六級坡 $55\% \leq S \leq 100\%$ (0.875) <input type="checkbox"/> 七級坡 $S > 100\%$ (1.0)	3.0	3.0		
	(3)	岩層位態	3	<input type="checkbox"/> 逆向坡(0) <input type="checkbox"/> 斜交坡(0.25) <input type="checkbox"/> 陡上坡(0.5) <input type="checkbox"/> 陡下坡(0.75) <input checked="" type="checkbox"/> 順向坡(1.0)	3.0	3.0		
	(4)	邊坡沖蝕狀況	3	<input type="checkbox"/> 無(0) <input checked="" type="checkbox"/> 輕微(0.25) <input type="checkbox"/> 中等(0.5) <input type="checkbox"/> 嚴重(0.75) <input type="checkbox"/> 極嚴重(1.0)	0.75	0.75		
	(5)	社區距活斷層或地質破碎帶遠近	5	<input checked="" type="checkbox"/> >500m(0) <input type="checkbox"/> 400m~500m(0.2) <input type="checkbox"/> 300m~400m(0.4) <input type="checkbox"/> 200m~300m(0.6) <input type="checkbox"/> 100m~200m(0.8) <input type="checkbox"/> <100m(1.0)	0	0		
	3	坡地組成因子	(1)	土壤種類	2	<input type="checkbox"/> 卵礫石(0) <input type="checkbox"/> 黏土(0.25) <input type="checkbox"/> 礦渣(0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 粉土(0.75) <input type="checkbox"/> 砂土(1.0)	1.5	1.5
			(2)	土層狀況	2	<input checked="" type="checkbox"/> 回填土(0) <input type="checkbox"/> 殘留土(0.5) <input type="checkbox"/> 崩積土(0.75) <input type="checkbox"/> 沖積土(1.0)	0	0
			(3)	土壤層厚度	2	<input type="checkbox"/> 3m(0) <input checked="" type="checkbox"/> 6m(0.4) <input type="checkbox"/> 9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	0.8	0.8
(4)			岩層種類	2	<input type="checkbox"/> 玄武岩或花崗岩(0) <input checked="" type="checkbox"/> 砂岩(0.25) <input type="checkbox"/> 頁岩(0.5) <input type="checkbox"/> 片岩(0.75) <input type="checkbox"/> 砂頁岩互層(1.0)	0.5	0.5	
(5)			岩層風化程度	3	<input checked="" type="checkbox"/> 無風化無節理(0) <input type="checkbox"/> 節理發達(0.25) <input type="checkbox"/> 風化成塊(0.5) <input type="checkbox"/> 風化成碎石(0.75) <input type="checkbox"/> 崩落之危險(1.0)	0	0	
(6)			岩層厚度	3	<input checked="" type="checkbox"/> 9m 以上(0) <input type="checkbox"/> 9m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~3m(0.8) <input type="checkbox"/> 3m 以下(1.0)	0	0	
4	坡地植生狀態	(1)	植生種類	6	<input type="checkbox"/> 樹類(0) <input checked="" type="checkbox"/> 混合(樹類與草類或藤類混生)(0.4) <input type="checkbox"/> 草類或藤類(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	2.4	2.4	
		(1)	植生厚度	7	<input checked="" type="checkbox"/> 1.5m 以上(0) <input type="checkbox"/> 1.5~1m(0.25) <input type="checkbox"/> 1m~0.5m(0.75) <input type="checkbox"/> 0.5m 以下(1.0)	0	0	
人為	1	設計年代		2	<input type="checkbox"/> 民國 86 年 5 月以後(0) <input checked="" type="checkbox"/> 民國 72 年 7 月~民國 86 年 5 月(0.25) <input type="checkbox"/> 民國 65 年 4 月~民國 72 年 7 月(0.5) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月~民國 65 年 4 月(0.75) <input type="checkbox"/> 民國 62 年 12 月以前(1.0)	0.5	0.5	
	2	挖填區擋土牆設計	(1)	挖方區邊坡高度	2	<input checked="" type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	0	0
			(2)	填土區邊坡高度	1	<input type="checkbox"/> 3m 以下(0) <input type="checkbox"/> 3m~6m(0.4) <input type="checkbox"/> 6m~9m(0.8) <input checked="" type="checkbox"/> 9m 以上(1.0)	1.0	1.0

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

影 響 因 子		(3)	挖方區與填方區擋土牆型式	1	挖方區擋土牆型式 <input type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input checked="" type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)	1.0	1.0	
				1	填方區擋土牆型式 <input type="checkbox"/> 錨定式(0) <input type="checkbox"/> 排樁式(0.125) <input checked="" type="checkbox"/> 加勁式(0.375) <input type="checkbox"/> 扶壁式(0.5) <input type="checkbox"/> 懸臂式(0.625) <input type="checkbox"/> 三明治(0.75) <input type="checkbox"/> 蛇籠(0.875) <input type="checkbox"/> 卵石混凝土(1.0)	0.375	0.375	
		(4)	擋土牆或邊坡現況	1	a.擋土牆現況評估 <input checked="" type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 傾斜(0.125) <input type="checkbox"/> 牆面突出(0.25) <input type="checkbox"/> 牆面龜裂(0.375) <input type="checkbox"/> 加勁條破損(0.5) <input type="checkbox"/> 鋼筋裸露銹蝕(0.625) <input type="checkbox"/> 混凝土剝落(0.875) <input type="checkbox"/> 錨頭脫落鋼腱突(1.0) b.邊坡現況評估 <input checked="" type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 坡面裸露(0.125) <input type="checkbox"/> 坡面坡頂裂縫(0.25) <input type="checkbox"/> 坡址隆起(0.375) <input type="checkbox"/> 落石(0.5) <input type="checkbox"/> 滲水或湧水(0.625) <input type="checkbox"/> 泥流(0.75) <input type="checkbox"/> 沖刷潛移(0.875) <input type="checkbox"/> 滑動(1.0)	0	0	
				2	<input type="checkbox"/> 技術規則安全距離外(0) <input type="checkbox"/> 結構牆與擋土牆共構(0.5) <input checked="" type="checkbox"/> 技術規則安全距離內(1.0)	2.0	2.0	
		3	排水系統	(1)	排水系統型式	4	<input checked="" type="checkbox"/> 明溝(0) <input type="checkbox"/> 箱涵(0.5) <input type="checkbox"/> 涵管(1.0)	0
	(2)			排水系統概況	8	<input checked="" type="checkbox"/> 良好(0) <input type="checkbox"/> 龜裂(0.25) <input type="checkbox"/> 下陷(0.5) <input type="checkbox"/> 滑落(0.75) <input type="checkbox"/> 雜物堵塞(1.0)	0	0
	4	鄰近建築工程影響	(1)	社區是否鄰近大填方區或崩積層	3	<input type="checkbox"/> >500m(0) <input type="checkbox"/> 400m~500m(0.2) <input type="checkbox"/> 300m~400m(0.4) <input type="checkbox"/> 200m~300m(0.6) <input type="checkbox"/> 100m~200m(0.8) <input checked="" type="checkbox"/> <100m(1.0)	3.0	3.0
			(2)	社區上方或下方是否鄰近新建工程	1	<input checked="" type="checkbox"/> 距離 100m 以上(0) <input type="checkbox"/> 距離 80~100m(0.2) <input type="checkbox"/> 距離 60~80m(0.4) <input type="checkbox"/> 距離 40~60m(0.6) <input type="checkbox"/> 距離 20~40m(0.8) <input type="checkbox"/> 距離 0~20m(1.0)	0	0
	5	山坡地管理及監測	(1)	社區是否有管理組織	3	<input type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0) <input checked="" type="checkbox"/> 有，但運作不常(4~6 個月召開會議一次討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.4) <input type="checkbox"/> 有，但無確實運作(定期召開會議討論相關議題，並針對問題進行處理)(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	1.2	1.2
			(2)	社區是否委託專業人員定期監測	6	<input type="checkbox"/> 有，且運作正常(2~3 個月或更常監測一次並紀錄)(0) <input type="checkbox"/> 有，但監測不常(4~6 個月監測一次並紀錄)(0.4) <input checked="" type="checkbox"/> 有，但無確實監測、紀錄(0.8) <input type="checkbox"/> 無(1.0)	4.8	4.8
評估分數總計							34.32	

第五章 既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估模式初步研擬

評估結果	結果說明
<input type="checkbox"/> 無立即危險 <input checked="" type="checkbox"/> 有危險虞慮 <input type="checkbox"/> 有立即危險	1. 評估結果若危險度評分為 <30 分，表示既有山坡地住宅社區無立即危險。 2. 評估結果若危險度評分為 30 分 < D < 60 分，表示山坡地住宅社區有危險虞慮，近期應委託專業技師進行專業詳細評估。 3. 評估結果若危險度評分為 >60 分，表示山坡地住宅社區有立即危險，應即刻採取疏散措施。

(圖表來源：本研究整理)

5-4-4 既有山坡地住宅社區危險度量化評估結果分析

本研究選取台北縣政府列管之危險山坡地住宅社區三處進行「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」之適用性驗證，其評估結果彙整如表 5-19 所示。

表 5-19 「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估」與原山坡地住宅社區安全檢查紀錄結果比較表

社區名稱	原山坡地住宅社區安全檢查分級結果	既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估結果
1 觀天下	B 級，進行安全評估並加強監測	評估分數總計：22.585 分 危險度評分屬 <30 分，表示既有山坡地住宅社區無立即危險
2 大地世紀	B 級，進行安全評估並加強監測	評估分數總計：32.9 分 危險度評分屬 30 分 < D < 60 分，表示山坡地住宅社區有危險虞慮，近期應委託專業技師進行專業詳細評估。
3 大千豪景	A 級，立即委託建築師專業技師進行鑑定工作，並釐定防災改善措施	評估分數總計：34.32 分 危險度評分屬 30 分 < D < 60 分，表示山坡地住宅社區有危險虞慮，近期應委託專業技師進行專業詳細評估。

評估結果顯示，「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估」可獲至與山坡地住宅社區安全檢查近似之結果，並以量化表示，亦可對既有山坡地住宅社區安全檢查紀錄結果進行再確認，以作為已改善之危險山坡地住宅社區(如觀天下社區)註銷原有山坡地分級之依據。

本次填表多數資料之判讀仍需仰賴社區管委會所提供之資料協助進行，顯見社區管理組織健全與運作之良窳，影響既有山坡地住宅社區防災政策推行之落實與成效。

「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估」牽涉專業資料之判讀，因此仍應考慮以建築師或專業技師輔以社區管委會所提供之相關資料或調閱縣、市政府建管單位所留存之資料進行評估、判讀與填寫較為適當，不宜由

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

社區居民自行評估。

多數列管之山坡地住宅社區距離上次山坡地住宅社區安全檢查時間已相當久，其現況與當時調查之情況亦有極大之差異，建議相關主管單位應盡速進行複查，以維護居民權益。

第六章 結論與建議

本研究蒐集彙整既有山坡地住宅社區安全檢查機制、近十年國內山坡地災害案例與台北縣市政府列管之既有山坡地住宅社區案例，就檢查機制所列之檢查內容、災害致災因子與社區安全檢查紀錄結果分別進行分析，確認出環境影響因子，同時根據國內環境影響評估相關法規(環境影響評估施行細則、開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準)與水土保持相關法規(水土保持法、水土保持法施行細則、水土保持技術規範)中所訂之環境影響因子評估細項與既有山坡地住宅社區安全檢查評估機制所列之內容，決定既有山坡地社區環境影響因子與細部影響因子，環境影響因子包括自然環境影響因子與人為環境影響因子兩部分，自然環境細部影響因子包括降雨量及地下水、

坡地地理條件、坡地組成因子及坡地植生狀態等四者，人為環境細部影響因子包括設計年代、挖填區擋土牆設計、排水系統、鄰近建築工程影響及山坡地管理及監測等五者。

本研究邀請建築、土木、大地、地質、水利、水土保持等領域具山坡地工程經驗之專家學者，透過層級程序分析法，就本研究所提出各環境影響因子進行重要性比較，求得各環境影響因子之權重作為既有山坡地住宅社區危險度量化之依據，研究結果顯示，自然影響因子較人為影響因子重要，自然環境細部影響因子以降雨量與地下水之影響最為重要，人為環境影響因子以排水系統之影響最為重要，此結果與近十年國內山坡地災害與既有山坡地住宅社區災害案例統計結果殊為一致，顯示台灣地區山坡地住宅社區災害之發生主要均導因於降雨量過大與排水系統不良。人為環境細部影響因子權重之大小順序亦反應出既有山坡地住宅社區災害防線之先後次序，第一道防線為排水系統，其次為管理監測機制，再其次為擋土牆設計，此項研究成果可作為既有山坡地住宅社區防災管理之參考依據。

本研究根據層級程序分析法所得之既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化結果為基礎，輔以國內環境影響評估相關法規與水土保持相關法

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

規中所訂之環境影響因子評估細項與既有山坡地住宅社區安全檢查評估機制所列內容，研擬「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」，並依據一般工程經驗與相關法令規定與研究文獻資料，輔以學者專家意見依評估細項數目進行比例分配決定評估細項之權重，並透過電腦數值模擬分析進行權重之檢核與確認。檢核結果發現，電腦數值分析後所得權重與比例分配所得權重殊為一致。顯示電腦數值模擬分析方法適用於「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」評估細項權重之檢核與確認，可作為後續研究之參考。

針對上述之研究結論，爰提出建議如下：

- 1.國內既有山坡地住宅社區安全檢查機制種類繁多，內容多所重覆，建議相關主管單位應針對各機制適用性進行彙整，以統合出一較為有效之檢查機制，並實際應用於既有山坡地住宅社區之防災管理上，同時對於其成效進行迴歸分析以確認其適用性，對於不適用之檢查機制應予明令廢止或刪除。
- 2.既有山坡地住宅社區安全檢查機制，所得結果均為質化之敘述而非量化之結果，對於既有住宅山坡地社區防災管理，無甚助益，建議後續研究以本研究所得之成果為基礎，結合災害潛勢分析，建置完整之既有山坡地社區危險度量化評估機制。
- 3.本研究採用不連續變形電腦數值模擬分析程式進行權重之確認與檢核，初步檢核結果與比例分配所得權重接近，但是否適用於所有評估細項，採用有限元素電腦數值模擬分析程式是否仍能獲致相同結果，有待後續研究。

附錄一、第一次專家座談會會議紀錄

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

第一次專家座談會會議紀錄

時間：九十四年五月十八日(星期三)

下午二時三十分至四時三十分

地點：內政部建築研究所會議室

主持人：陳建忠 組長

協同主持人：詹添全 副教授

研究人員：呂孟儒 研究員

出席人員：內政部建築研究所都市與安全防災組 李怡先 研究員

台北市政府工務局建築管理處使用管理科 陳俊全 工程員

台北縣政府工務局使用管理課 蕭中維 工程司

李景亮土木結構技師事務所 李景亮 技師

齊力土木大地水保技師事務所 周建國 技師

林增吉土木技師事務所 林增吉 技師

林熿麟土木技師事務所 林熿麟 技師

吳韻吾建築師事務所 吳韻吾 建築師

高文宗土木技師事務所 高文宗 技師

許資生土木結構技師事務所 許資生 技師

楊勝德建築師土木結構技師事務所 楊勝德 建築師

青山土木大地技師事務所 廖瑞堂 技師

百成土木技師事務所 蔡得時 技師

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究第一次專家座談會議專家意見，以下依照專家發言順序紀錄。

專家姓名：周建國 技師

建議：1.人為影響因子建議列入：

- (1) 工程規模，含開挖深度、回填厚度、擋土牆型式及高度等。

- (2) 規劃設計評估。
 - (3) 施工品質評分。
 - (4) 地表排水系統評分。
 - (5) 地下排水系統評估。
2. 建議土石流產生潛勢分析列屬於自然影響因子。
 3. 順向坡應考慮“有無挖斷坡腳”
 4. 自然影響因子建議增加下列考慮項目：
 - (1) 土層厚度。
 - (2) 地下水位高低。
 - (3) 地滑徵兆，如張力裂縫、結構裂縫及滲水等。
 - (4) 舊坍方區。
 - (5) 過去災害歷史。
 - (6) 有無山谷向源侵蝕。
 - (7) 有無河岸侵蝕。
 - (8) 地盤強度評分。
 - (9) 是否存在天然潛在滑動弱面。
 5. 人為影響因子可考慮將社區基本資料蒐集及保存列入評分，以鼓勵社區 DIY，多了解自己社區狀況。

專家姓名：李景亮 技師

- 建議：
1. 人為因子是否考慮新增社區下方有否新建工程。
 2. 自然影響因子中，地盤種類是否調整為土讓種類。
 3. 是否可考慮增加張力裂縫檢查。
 4. 是否考慮社區監測資料成果列入評估項目。
 5. 評估中第 9 項，土層含水量是否要做試驗。
 6. 增加其他項目以供未考慮項目增減評分用。

專家姓名：林增吉 技師

- 建議：
1. 標題與內容之英文名稱與中文是否一致須加以檢討。

2. 相關法規：應考量建築技術既有之山坡地相關建築章節。
3. 人為影響因子：應加強規劃、設計及施工之構造物是否適當。
4. 自然因子：建議就地型地勢、地質及水文排水(地表水及地下水之處
理)先分及再分項。
5. 評估應增加其他項目可供加減分。
6. 地形地勢因子方向：
 - (1) 就改變地形地貌改變之幅度評權重。
 - (2) 大挖大填。
 - (3) 具有適當邊坡穩定之構造物。
 - (4) 是否有斷層。
 - (5) 是否有堆積土層。
7. 地層因子方向：
 - (1) 地層：土、岩或其他。
 - (2) 地質構造之優良與否。
 - (3) 有否礦坑孔洞等。
 - (4) 斷層之距離。
8. 水文及排水因子方向：
 - (1) 有否水患產生。
 - (2) 地表排水溝及管線系統。
 - (3) 擋土牆或擋土構造物之排水是否良好。
 - (4) 地下水伏流是否已考量。
 - (5) 有否土石流之潛勢，太過理論化須簡化。

專家姓名：吳韻吾 建築師

建議：原環境影響因子量化選取分類甚佳，建議依照原有分類向下細分。

例如：

1. 人為環境影響因子危險度量化評估：
 - (1) 規劃設計：設計情況之良與劣。

(2) 施工：

- A. 排水施工品質。
- B. 擋土牆施工品質。
- C. 地錨施工品質。

(3) 營運維護：

- A. 地形是否改變，有無新增設施或建築。
- B. 地貌是否改變，有無挖填方。
- C. 有無坍方及土壤流失。
- D. 是否有補強措施及補強紀錄。
- E. 排水系統狀態。

專家姓名：許資生 技師

建議：1.評估項目建議參考環境影響評估之評估項目及水土保持技術規範內容修正。

2.評估項目中「設計年度」及「地盤種類」為建築物的評估項目，建議刪除。

3.建議增加「排水系統評估」、「地錨安全評估」及「邊坡安全評估」。

專家姓名：蕭中維 工程司

建議：1.該計畫所訂定「既有山坡地住宅社區危險度量化初步評估表」部分，是否經過分析(如層級分析法方式)，而訂出表格，是否利用矩陣方式衡量權重？

2.本表內自然影響因子部分，是否有考量地質條件及排水溝數量問題(關係地表逕流量多寡)。

3.該評估表如提供予私部門(如社區等)填寫、評分，其客觀性是否足夠？以目前由內政部所推行日常檢查表、基本檢查表，皆明確性以初步評斷該社區之安全，唯這些表格，目前已推行困難，社區已處於被動狀態，如再利用此表交由社區填寫評估，是否會遭遇到困難？

4.以目前山坡地社區狀況分析，其部分坡地社區將違章建築建於排水溝

上方或擋土牆上方，常因此造成災害，是否將列入評估範圍？是否造成一定的危害程度。

5.該評估表示否辦理講習會，培養坡地安全管理人員負責評估。

專家姓名：陳俊全 工程師

- 建議：
- 1.在人為影響因子，第5項「擋土牆類」應增加排水孔間距、數量及是否出水順利之選項，以供使用者評分使用，另外擋土種類(如地錨、重力等)選項也可加入。
 - 2.在人為影響因子中，加入第6項排水系統(如截流溝、排水溝是否充足、暢通等)。
 - 3.建議本表仍應委由專業人員做為初步篩選使用，且選項應盡量可以目視、詢問或參考相關資料(如監測、報告、地質圖、雨量表)即可填寫。
 - 4.建議本表明稱可改為「既有山坡地住宅社區之擋土設備邊坡安全量化評估之研究」。

專家姓名：林熿麟 技師

建議：本案適用對象與範圍？

- 1.配分應有高低分之性質相匹配。
- 2.自然影響因子可含土石流潛勢分析與河岸、向源侵蝕。
- 3.建議人為影響因子總分應大於30。
- 4.人為影響因子可建議增加：
 - (1) 排水問題。
 - (2) 違章問題。
 - (3) 污排水與給水之滲透問題。
 - (4) 災害歷程紀錄。
- 5.若干用詞建議可做修正：
 - (1) 土壤含水量更改為入滲率。
 - (2) 坡度以(%)表示。

(3) 斷層：須定義活動、不活動。

6. 土石流潛勢分析可參照土石流危險區域範圍內。

7. 初步評估應盡量項目完整，用詞適當或既有名詞化，評估再將數據分析納入。

專家姓名：楊勝德 建築師

建議：1. 評估內容及權重應有適度的說明。

2. 研究題目(如界定為社區某邊坡或全部社區?)、評估人(如技師專業人員)，應明確界定說明。

3. 人為影響因子與自然影響因子深度相差太大了。

4. 自然影響因子：坡度、坡腳穩定、排水良窳應加入檢討。

專家姓名：高文宗 技師

建議：1. 請明確定義初步評估表評估人員之資格以利製造評估項目。

2. 能資所有台灣省重要都會環境地質圖，已有對地形、地質整理出危險潛視圖，可作為評估參考。

3. 建議建立：

(1) 社區管理人員檢查之初步評估表。

(2) 專業人員檢查之初步評估表。

(3) 專業人員檢查之詳細評估表。

專家姓名：廖瑞堂 技師

建議：1. 山坡地安全之檢測及評估方法可概分為目視檢查法、分析法及儀器觀測法，建議綜合三種方法加以評估，尤其災害歷史及不穩定表徵納入考量。

2. 分析方法只是評估中的一項，建議權重不宜太高。

3. 危險度量化之評估表其適用性及限制，要先釐清再行定之。

4. 危險度：包括後續可能產生之損失或人員傷亡。

附錄一

5. 建議參考台灣營建研究院“山坡地安全之監測與檢測”，91 年度。

專家姓名：蔡得時 技師

- 建議：1. 題目可否修改為”既有山坡地住宅社區安全評估準則之建立”。
2. 初步評估表宜定位由技師來執行，另外提出較為簡易可由住戶管委會自行填寫之自我體檢表。
 3. 初步評估表之評估項目應加列說明，並舉 1~2 案例實際操作，再回頭檢討各評估項目權重之何宜性。
 4. 初步評估表宜加列由技師執行可增減分數之空間，才能實際反應出山坡地安全狀況。
 5. 建議能建立山坡地住宅社區之認養制度，並給予住戶委員及相關人員講習及教育，於風雨後住戶可自行檢查。

附錄二、第二次專家座談會會議紀錄

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

第二次專家座談會議紀錄

時間：九十四年八月十六日(星期二)下午二時至五時

地點：內政部建築研究所會議室

主持人：詹添全 副教授

研究人員：楊立明 研究員

出席人員：李景亮土木結構技師事務所 李景亮 技師

堅尼士工程顧問有限公司 周南山 技師

吳韻吾建築師事務所 吳韻吾 建築師

百成土木技師事務所 蔡得時 技師

鍾肇滿土木結構技師事務所 鍾肇滿 技師

毅成建設股份有限公司 拱祥生 技師

列席人員：內政部建築研究所都市與安全防災組 李怡先 研究員

內政部建築研究所都市與安全防災組 吳維庭 副研究員

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究第二次專家座談會議專家意見，以下依照專家發言順序紀錄：

專家姓名：拱祥生 技師

建議：1.AHP 調查表可經較多次之專家調查結果來得到最後之權重。

2.影響因子宜再多參考不同領域專家之專長認知來確定。

3.本案係針對可能產生坡地災害之社區找出因子，是否於研究案之第一章研究方法中敘述更清楚。

4.AHP 因子是否有衝突。

5.初步評估表填寫者為何？評估表內有些因子無法現場填寫，且若地質資料缺乏即無法填寫。

專家姓名：鐘肇滿 技師

建議：1.自然環境影響因子建議增加”山崩潛感區”為評估因子之一。

2.人為環境影響因子第 8 項有關擋土牆與上邊坡最小距離之計算公式稍嫌複雜，建議研究團隊能加以簡化，以利實務上之應用。

專家姓名：周南山 技師

建議：1.FEM 分析求變形，但無法由此定權重，考慮潛變模式(creep model)；

林肯大郡災變主要原因為災害發生突然且迅速，為 0 或 ∞ 並無漸變式，以極限平衡法而言，一般表示係以安全係數 F.S.為宜(岩石邊坡破壞為 red line)。

2.台北縣坡地社區安全檢查疏漏之原因為何，建議反應於此次訂定之評估表內。

3.山坡地初步評估，李咸亨教授及周南山技師均有建置過，本研究初步評估表建議應能在 30 分鐘內完成，不需應用到地形及地質資料為宜。

4.資料缺乏難以進行初步評估，故初步評估應以目視可得之資料進行評估。

5.應以徵兆進行簡易評估，如：由簡報中林肯大郡之照片可發現擋土牆有水流出之現象，即屬嚴重之徵兆。

6.若評分以 60 分為 A 級，但其中可能有”致命傷害”，故分數應避免以平均化評分，若有”即刻危險”，應予特別挑出。

7.若作綜合評估時應附照片，使評估更為具體化。

專家姓名：李景亮 技師

建議：1.P.3(第 14 項因子)活斷層的地質破碎帶遠近乙項，是否考慮土石流潛勢區距離。

專家姓名：吳韻吾 建築師

建議：1.挖填區擋土牆設計之分項因子與坡地地理條件之分項因子重複，是否誤植？請檢查。

2.P.4 擋土牆或邊坡現況之年代是否分列。

3.建議將邊坡及擋土牆分為兩個因子。

專家姓名：蔡得時 技師

建議：1.建議在期末報告時將各評估因子配分情形予以說明，以方便評估人員快

速評估。或為目前已有之山坡地住宅社區建立自然環境之資料庫。

2.目前評估結果係參考”鋼筋混凝土耐震初步評估”之型式，以評估分數大於 60 分列為確有疑慮等，可否建議以符合一般慣性評分之思考，以評估分數大於 60 分列為安全無虞，以此類推。

3.評估項目包括自然環境影響因子與人為環境影響因子，均有 20 餘項，其中有此項目可於災害發生前先建置，建議建築研究所能針對全省坡地住宅社區之基本資料及部分影響因子先作調查。

專家姓名：李怡先 研究員

建議：(一)自然影響因子：

- 1.自然環境影響因子中最大降雨量，是否適合列入，建議再在考慮。
- 2.有關植生厚度不易取得，建議改為植生覆蓋率，或許會比較適合。
- 3.岩層種類可再簡化為較常見之岩層種類，部分於山坡地少見之岩層可以忽略。
- 4.岩層厚度可能是針對順向坡之上層岩層厚度而言，可否列入順向坡之評估中。

(二)人為影響因子：

- 1.最小退縮距離可以再簡化，例如經計算後，建立一簡化表格，得到坡度、高度之對應表格，可以讓檢查人員現場直接判斷。

(三)綜合意見：

- 1.評估後得到之評分僅分成兩級，是否可考慮多分幾級，如：

<30 分 安全無慮。

30 分~45 分 應再作確認。

45 分< 應進行全面評估。

專家姓名：吳維庭 研究員

建議：1.各階層、各因子間獨立性問題，應詳予討論。

2.所欲評估之因子定義應予明確以令填寫問卷者能準確把握。

散會(下午五時五分)

附錄三、第三次專家座談會會議紀錄

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

第三次專家座談會議

時間：九十四年九月二十三日(星期五)上午十時至十二時

地點：中國科技大學懷恩樓 507 會議室

主持人：詹添全 副教授

研究人員：楊立明 研究員

呂孟儒 研究員

出席人員：李景亮土木結構技師事務所 李景亮 技師

周南山土木技師事務所 周南山 技師

吳韻吾建築師事務所 吳韻吾 建築師

百成土木技師事務所 蔡得時 技師

鍾肇滿土木結構技師事務所 鍾肇滿 技師

新陽技術顧問股份有限公司 林崑龍 技師

張瑞誠應用地質技師事務所 張瑞誠 技師

國立台灣科技大學營建工程所大地組 拱祥生 技師

稽質彬水土保持技師事務所 稽質彬 技師

孫思優應用地質技師事務所 孫思優 技師

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究第三次專家座談會議專家意見，以下依照專家發言順序紀錄。

專家姓名：孫思優 技師

建議：1.坡地組成因子中「岩層厚度」修正為「岩層位態」為宜。

2.坡地植生狀態中「植生厚度」修正為「綠覆率」為宜。

專家姓名：吳韻吾 建築師

建議：1.人為環境影響因子危險度量化評估應於多方面細分如規劃設計、施工、營運維護。

專家姓名：稽質彬 技師

建議：1.大部分老舊社區無法建立完整資料以了解潛在危機。

專家姓名：李景亮 技師

建議：1.土壤種類應可納入自然影響因子中。

2.社區監測資料成果是否考慮列入評估項目。

3.應增加增減評分項目。

專家姓名：蔡得時 技師

建議：1.初步評估表之評估項目完成後，應於案例實際操作，再回頭檢討各評估項目權重之何宜性。

2.初步評估表宜加列增減分數之空間，由技師反應出山坡地安全狀況。

專家姓名：拱祥生 技師

建議：1.影響因子宜再多參考不同領域專家之專長認知來確定。

2.社區可能產生坡地災害之因子，應於於研究方法中敘述更清楚。

專家姓名：張瑞誠 技師

建議：在人為開發無法避開自然環境危險因子的情形下，在人為環境影響因子，應再考慮及評估“鄰近危險地質環境”，如鄰近順向坡、活動斷層及土石流等。

專家姓名：鐘肇滿 技師

建議：1.建議增加“山崩潛感區”為自然環境影響因子之一。

2.初步評估表應加以簡化，以能目視判斷為主，以利實務上之應用。

專家姓名：周南山 技師

建議：1.應以徵兆進行簡易評估，判定其其危險發生之可能性。

2.初步評估應以目視可得之資料進行評估為宜。

散會(上午十二時)

附錄四、第四次專家座談會會議紀錄

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究

第四次專家座談會議

時間：九十四年十月六日(星期四)上午十時至十二時

地點：中國科技大學懷恩樓 507 會議室

主持人：詹添全 副教授

研究人員：楊立明 研究員

呂孟儒 研究員

出席人員：台灣科技大學營建系 張大鵬 教授

台聯工程顧問有限公司 柯鎮洋 總經理

中國科技大學環境設計學院 陳主惠 院長

台灣大學土木系 郭斯傑 教授

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究第四次專家座談會議專家意見，以下依照專家發言順序紀錄。

專家姓名：張大鵬 教授

建議：1.簡報中所提出的影響因子之數目、分類、名稱似乎有多種不同版本，

建議予以統一，或以不同版本區分。

2.地下水位的變化與雨水、季節都有關，這些動態的資料隨時會有不同，但對實際的評估結果會有影響，如何加以適當的考量在表格內，請研究單位斟酌。

3.擋土牆型式與高度影響安全之外，事實上，建造方式(重力式、混凝土、砌石)、排水口分佈、排水情況、背填土壤性質、結構狀況等，都會有影響亦請斟酌。

4.坡地的影響除了坡向外，高度、坡面情況、植生情形等均是可能的因素，亦請考量。

專家姓名：柯鎮洋 總經理

- 建議：
- 1.建議將山坡地座落在斷層之上盤或下盤因子列入考量。
 - 2.山坡地之坡趾之河道條件(例如河道受攻擊側)之因子列入考量。
 - 3.本研究之危險量化評估表，建議取「既有案例」進行評估，並由相互評估結果，瞭解相同案例用不同評估表之差異度。

專家姓名：陳主惠 院長

- 建議：
- 1.植生厚度一般為 2m 以下，而一般的植生保護僅為表層防止沖刷。
 - 2.植生種類並不重要。
 - 3.土壤裂縫其實為引起山坡災害的主要原因，在此究竟放入何因子，建議列入裂縫。
 - 4.降雨強度。降雨量大，有時並未使入滲增加，注意入滲亦是坡地災害原因。

專家姓名：郭斯傑 教授

- 建議：
- 1.AHP 架構之層級影響因子中，共分為三層，然而第二層之“設計年代”卻無再細分至第三層，則最後將如何彙整為總評分(以區分為 A、B、C 三級)，請研究單位考量。
 - 2.第三層因子中的“社區是否有管理組織”，依一般公寓大廈管理條例之規定，應該都須依法設立，本項因子的有效性可再考量，另外，若有管理組織，則另一因子“定期監測”也通常會有進行，此二因子之間有一定之相關性。
 - 3.AHP 方法中，只能定出各因子的相對權重，對予第三層的因子必須各個予以定義其級距與配分，最後才能彙整成為總評分。
 - 4.各個專家所填寫之 AHP 相對權重不一定相同，研究單位如何整合？採算數平均數嗎？或用幾何平均數？又各個因子間的一致性檢驗，亦建議研究單位考量。

散會(上午十二時)

附錄五、「既有山坡地環境影響因子對住宅社區危害度量化評估之研究」期中報告會議記錄

時間：94年7月19日(星期二)上午9時30分

地點：內政部建築研究所會議室

主持人：何副所長明錦

出席者：

專家學者：內政部建築研究所 陳組長建忠
內政部建築研究所 李研究員怡先
內政部建築研究所 張助理研究員尚文
行政院公共工程委員會 游教授繁結
國家災害科技防救中心 張博士吉佐
台北市土木技師工會 高技師文宗

列席人員：研究案協同主持人 詹教授添全
研究案研究員 呂研究員孟儒
研究案研究員 楊研究員立明

「既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究」期中報告會議，專家學者意見，以下依照專家學者發言順序紀錄。

國家災害科技防救中心 張吉佐博士：

建議：

1. 危害因子甚多且影響程度不一，可將因子予以分類其重要程度，不同等級及權重。
2. 權重之高低建議可藉由反算分析或正算方式，以確定合適的數據量化。
3. 方向正確。
4. 尚未分及，資料帶增加。
5. 哪些因子對邊坡行為較重要，如：順向坡為岩坡較重要因子，地下水對土坡、岩坡影響均嚴重。

行政院公共工程委員會 游繁結教授：

建議：

1. 工程開挖深度係指整地之挖填或是建築基礎之開挖。
2. 建築物興建之年代固然與危害度有關，但若以風險評估之，其可能之風險度當然較高，但以建築新舊對環境因子而言，可能即難以客觀化，是否列入此因子，可再斟酌。
3. 建築高度是否可作為評估之對象(或是高寬比)。
4. 坡地破壞與地質構造有關，不是地層而是岩性。
5. 社區內建築物與環境因子無關。
6. 社區之定義：一戶或三戶是否算社區？

台北市土木技師公會 高文宗技師

建議：

1. 台北縣早期地質資料不明確，缺乏〔地質、地形〕，地質調查為“零”。
2. 中央地調所 2005 Geo 說明會，建置「地質資料庫」可參考。
3. 砂頁岩地下水影響磨擦角請說明。
4. 原始地形和整地後地形之比對。
5. 電子資訊建議公開，另須配套措施。

內政部建築研究所 李怡先研究員

建議：

1. 量化評估表之使用對象？
2. 主、次因子要分離。
3. 評估表之案例操作及操作手冊。
4. 深開挖影響沉陷範圍。
5. 連續壁施工影響沉陷，而非深開挖影響。

內政部建築研究所 張尚文助理研究員

建議：

1. 評估案例先找案子實施。
2. 年代。
3. 建築物與山坡距離(最小距離)。

內政部建築研究所 陳建忠組長

建議：

1. A、B、C 分級資料蒐集完整(更新)。

2. 考慮海棠颱風對北區之影響。
3. 過去表單、過去個案分析、歷年災害有代表性，但影響因子要確定。
4. 使用與維護是否依表單資料之建立正確。
5. 人為影響因子很難掌握，使用管理有否危害因子。
6. 有關單位核發許可，但後使用者是否遵守。
7. 缺乏資料可找“公會”提供。

內政部建築研究所 何明錦副所長：

結論：

1. 研究標的適用範圍、資料取得？
2. 評估方法落實應用。
3. 資料取得可行性及互補性。

附錄六、既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評

估之研究期末簡報會議紀錄

時間：九十四年十一月二十三日(星期三)下午九時至十二時

地點：內政部建築研究所會議室

主持人：丁所長育群

出席者：

專家學者：陳博士斗生、廖博士瑞堂、梁教授漢溪

機關團體：行政院災害防救委員會、行政院公共工程委員會、內政部營建署、國家災害防救科技中心、臺北市政府公務局、臺北縣政府、台北市土木技師公會、台灣省大地技師公會

建研所：陳組長建忠、李研究員怡先、吳助理研究員維庭

列席者：詹教授添全、楊研究員立明、呂研究員孟儒

既有山坡地住宅社區環境影響因子危險度量化評估之研究期末簡報會議，各專家學者與機關團體之意見及意見回覆紀錄：

專家姓名 機關團體	專家意見	意見回覆
陳斗生 博士	1. P. 33 聯合資訊網以台北記者居多，故台北縣、市山坡地災害案例較多；苗壩、台中、彰化、南投、高雄之山坡地災害案例數字偏低。 2. 第二章第五節相關編號要修正。 3. 專家座談會議之專家學者分布以土木技師居多，地質技師及大地技師較少，並請列出個專家學者之專長。 4. P. 97 細部權重之高低其合理性要再說明。 5. P. 102 邊坡穩定分析，對表 5-2 因子不止”邊坡穩定”基地因子。 6. 以這一套評估表用在未破壞案例其結果會如何？	1. 將搜集更多各縣市山坡地社區災害案例。 2. 遵照意見辦理。 3. 本研究均有邀請地質大師及大地技師各專家學者參與專家座談會議，唯因公務繁忙不克出席，與會各專家學者之專長已修正至本文中。 4. 遵照意見辦理。

	<p>7. 過去之評估都是定性，能夠量化評估很好，其他地區也應該要應用。</p>	<p>5. 列為後續研究參考。</p> <p>6. 此評估表將判斷案例之危險度。</p> <p>7. 遵照意見辦理。</p>
<p>廖瑞堂 博士</p>	<p>1. 文中之三個案例出處為大地技師公會，需修正。</p> <p>2. 林肯大郡案例驗證，大雨會影響坡地安全，其他不一定。</p> <p>3. 白鷄山莊未作地下排水，擋土牆太高為災害發生主因，若以評估表評估可能未能表現災害主因。</p>	<p>1. 已修正。</p> <p>2. 列為後續研究參考。</p> <p>3. 列為後續研究參考。</p>
<p>內政部營建署營建署建管組</p>	<p>1. 初步評估表、詳細評估表工作量差很多，是否有必要兩階段。</p> <p>2. 評估表之社區是否有管理組織評分為3分是否太高？社區是否鄰近大填芳區或崩積區評分為1分是否太低？</p>	<p>1. 本研究建議將山坡地住宅社區危險度評估區分為初步評估與詳細評估兩階段較為適當，初步評估之目的係對既有山坡地住宅社區進行篩選，其後再就篩選所得之社區進行詳細評估(亦即專業鑑定)，採取此種作法可減少危險度評估所需之成本與資源浪費。</p> <p>2. 所列分數係依據專家問卷 AHP 所得之權重配分。</p>
<p>梁漢溪 教授</p>	<p>1. 量化分析不容易作，且評估項目要量化、細部項目要量化。</p> <p>2. 細項該如何定義？定義方式能否詳細描述。</p>	<p>1. 遵照意見辦理。</p> <p>2. 細項定義將於本文中詳述。</p>

	<p>3. 填土坡高度 3M、3-6M、6-9M、9M 以上，為何不是 2M。</p> <p>4. 因子影響權重應透過調查案例來整合。</p> <p>5. 是否考慮以評估表之外的方式呈現。</p>	<p>3. 係本研究參照一般工程案例常用之填土高度所訂定。</p> <p>4. 遵照意見辦理。</p> <p>5. 列為後續研究參考</p>
機關團體：國家災害防救科技中心	<p>1. P. 33 聯合知識庫之資料，請列表將時間、地點列入報告中。</p>	<p>1. 已修正。</p>
臺北市政府工務局	<p>無意見。</p>	
臺北縣政府	<p>1. 臺北縣政府從 88 年起每年針對 113 個山坡地社區案例進行 ABC 三級質化評估，若能以評估表進行量化評估應更加適當。</p> <p>2. 評估表格最後之結論對於危險與否之定義能否更明確？</p>	<p>1. 未來各縣市山坡地社區若能以量化評估取代 ABC 三級評估，應該會更為適當。</p> <p>2. 評估最後之分數，即判定山坡地社區之危險與否。</p>
台北市土木技師公會 拱祥生 技師	<p>1. P. 9 土石流資料與坡地社區較無關。</p> <p>2. P. 68 順向坡應屬岩層位態而非坡向。</p>	<p>1. 遵照意見進行修正</p> <p>2. 遵照意見進行修正。</p>
臺灣省大地技師公會 陳振東 技師	<p>1. 山坡地社區該如何使用初步評估表，內容無法取得資料將影響評估分數，若無法勾列如何處理？</p>	<p>1. 本評估表使用之對象為專業技師，評估表內之相關資料，主要係透過現場調查所得，其餘無法由調查所得之資料，應由評估技師自行調閱相</p>

附錄六

		關單位所列管之資料求得。
內政部 建築研究所 陳建忠 組 長	1. 台北縣、市共 322 個山坡地社區案例為 89 年之資料，需更新。	1. 已更新。
內政部 建築研究所 吳維庭 助理研究 員	1. 報告引用資料未列出“出處”。 2. 山坡地社區案例之出處為大地公會之調查報告。 3. 網路資料需註名作者為誰、網址單位。	1. 已修正。 2. 已修正。 3. 已修正。

參考書目

- 1.內政部營建署，山坡地住宅安全居住手冊，1997
- 2.陳堯中，廖洪鈞，林宏達，陳志南，汐止林肯大郡災變原因探討 地工技術，68期，第29~40頁，1998。
- 3.廖瑞堂，周功台，林肯大郡邊坡坍塌災變原因之省思及後續整治建議地工技術，68期，第41~54頁，1998。
- 4.周南山等，林肯大郡邊坡坍塌災變鑑定報告，台北市土木技師公會，1998。
5. 台灣省土木技師公會編印，山坡地和土石流對土建工程之影響，1998。
- 6.台灣營建雜誌社，建築法規彙編，1999。
- 7.內政部建築研究所，都市防災及山坡地災害防治研討會論文集，1999。
- 8.林美聆，秦中天，山坡地社區開發邊坡穩定工法技術現況調查分析，內政部建築研究所，1999。
- 9.張俊哲，何幼榕，坡地住宅社區安檢、堅測管理制度之研究，內政部建築研究所，1999。
- 10.陳建忠，陳明竺，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，1999。
- 11.亞新工程顧問公司，台北市山坡地邊坡安全檢查作業制度，2000。
- 12.堅尼士工程顧問有限公司，台北市政府工務局建築管理處—台北市山坡地老舊社區加強體檢計畫技術服務建議書，2000。
- 13.台灣省土木技師公會編印，水土保持法及相關法規，2000。
- 14.內政部，建築物實施耐震能力評估及補強方案，2000。
- 15.陳建忠，吳銘志，山坡地災害案例之調查建置，內政部建築研究所，2000。
- 16.經濟部中央地質調查所，台灣山崩災害專輯(一)，2000。
- 17.曾志豪、潘國樑、李德河，降雨對阿里山公路邊坡破壞模式分析之影響研究，國立成功大學土木工程研究所碩士論文，2001。
- 18.黃俊耀，詹錢登，台灣地區土石流發生臨界降雨特性之研究，國立成功大

- 學水利及海洋工程研究所碩士論文，2000。
- 19.陳晉琪，詹錢登，土石流發生條件及發生機率之研究，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，2000。
- 20.劉慶男、李咸亨，坡地社區公共安全檢查項目與技術研究，內政部建築研究所，2001。
- 21.林建宏，施邦築，山坡地住宅區防災區風險管理機制建立之研究，國立台北科技大學土木與防災技術研究所碩士論文，2001。
- 22.呂政諭，李德河，地震與颱風作用下阿里山地區公路邊坡崩壞特性之研究，國立成功大學土木工程研究所，2001。
- 23.董倫政，陳信雄，台北市近郊崩塌地調查及其附近地區土地利用適切性評估，國立臺灣大學森林學研究所碩士論文，2002。
- 24.許煜煌，林美聆，以不安定指數法進行地震引致坡地破壞模式分析，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文，2002。
- 25.陳肇成，黃添坤，土壤邊坡穩定數值分析方法之研究，國立中興大學土木工程研究所，2002。
- 26.劉慶男、陳建忠、詹添全，山坡地住宅社區基地外影響安全因素與處理對策之研究，內政部建築研究所，2002。
- 27.山坡地開發之災害防治研討會資料，中華民國土木技師公會全國聯合會，2002。
- 28.土石流防災應變對策研討會論文集，行政院農業委員會水土保持局，2002。
- 29.廖瑞堂，山坡地護坡工程設計，科技圖書，中華民國九十年
- 30.實用開挖擋土支撐工程設計手冊，台北市土木技師公會，2002。
- 31.堅尼士工程顧問有限公司，台北市邊坡安全技術手冊期末研究報告，2002。
- 32.林葦旻，楊朝平，土壤之物理性質與力學參數相關性分析—台灣地區山坡地土壤，中華大學土木工程研究所碩士論文，2003。
- 33.溫郁菁，陳時祖，以位移法分析自然邊坡在地震力作用下的曲面形破壞，國立成功大學資源工程學研究所碩士論文，2003。

- 34.顏貽國，蔡光榮，王弘祐，梨山地區邊坡滑動破壞之動態模擬分析研究，屏東科技大學土木工程研究所碩士論文，2003。
- 35.溫裕宏，林慶偉，近斷層帶自然邊坡破壞行為之研究，國立成功大學地球科學研究所碩士論文，2003。
- 36.楊雄興，齊士崢，台灣山坡地三種建築用地社區潛在崩山災害之研究，國立高雄師範大學地理學研究所碩士論文，2003。
- 37.黃國峰，鄭光炎，臺北市山坡地社區安全監測與管理之研究，國立台北科技大學土木與防災技術研究所碩士論文，2004。
- 38.曾志豪，潘國樑，李德河，降雨對阿里山公路邊坡破壞模式分析之影響研究，國立成功大學土木工程研究所碩士論文，2004。
- 39.番成正，徐國錦，優勢水流對坡地安定影響之研究—以草嶺為例，國立成功大學資源工程研究所碩士論文，2004。
- 40.李馨慈，陳時祖，應用累積位移法於地震引起之山崩潛勢分析，國立成功大學資源工程研究所碩士論文，2004。
- 41.林永祥，陳時祖，環境地質因子對國道邊坡穩定之影響—以國道三號白河至竹山路段，國立成功大學資源工程研究所碩士論文，2004。
- 42.林湧群，馮道偉，降雨入滲影響土釘邊坡穩定性之研究，中原大學土木工程研究所碩士論文，2004。
- 43.邱南毅，鍾廣吉，吳銘志，降雨條件影響地表入滲之研究，國立成功大學地球科學研究所碩士論文，2004。
- 44.廖南華，陳景文，土壤經驗參數於數值分析之應用，國立成功大學土木工程研究所碩士論文，2003。
- 45.陳漢平，陳榮河，降雨入滲引致邊坡破壞機制之探討—以土石流源頭為對象，國立臺灣大學土木工程研究所碩士論文，2004。
- 46.張博霖，蘇苗彬，陳樹群，楊朝平，地滑地危險地下水位建立方法研究，國立中興大學土木工程研究所碩士論文，2000。
- 47.呂明杰，馮道偉，土壤邊坡降雨入滲行為之探討，中原大學土木工程研究

- 所碩士論文，2004。
- 48.王瀚衛，謝平城，降雨及入滲對邊坡穩定之效應，國立中興大學水土保持研究所碩士論文，2004。
- 49.詹添全，廖慶隆，FEM 及 DDA 探討磚牆結構應力分析之模式，八十四年電子計算機於土木水利工程應用論文研討會論文集,第59~70頁,1995。
- 50.詹添全，廖慶隆，深開挖基礎工程引致地表沉陷與擋土壁體傾斜分析之探討，中華民國建築學會第八屆建築研究成果發表會論文集(下)，臺北淡水，第633頁-第638頁，1995。
- 51.廖慶隆，鄭邱誠，詹添全，含裂縫混凝土力學行為分析模式之建立及研究，第三屆結構工程研討會論文集(二)，墾丁，第739頁-第748頁，1996。
- 52.Liao, Ching-Lung & Tian-Chyuan Chan, (June 12-14, 1996), "A Generalized Constitutive Relationship for Elastic Solid with Couple Stress Simulated by Granular Material", 1996 ASME Mechanics & Materials Conference, The John Hopkins University.
- 53.Liao, Ching-Lung & Tian-Chyuan, Chan, (1997), "A Generalized constitutive relation for a randomly packed particle assembly," *Computers and Geotechnics*, Vol.20, no.3/4, pp.345-363.
- 54.Ching S. Chang & Tian-Chyuan Chan, (1997) "Contact Law and Stress-Strain Relationship for Granular Materials," 1996 International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Atlanta, Georgia. Editor Anil Misra, UMA Publication, pp.1-10.
- 55.Ching S. Chang, Ching L. Liao, (1994), "Estimates of elastic modulus for media and randomly packed granules," *Appl Mech Rev.* Vol.47, No.1, Part 2, pp.197-206。
- 56.J. S. Kim, J. Y. Kim, & S. R. Lee, (1997), "Analysis of soil nailed earth slope by discrete element method," *Computer & Geotechnics*, Vol. 20, No. 1, pp. 1-14。

57. B. K. Low, & Wilson H. Tang, (1997), "Probabilistic slope analysis using Janbu's generalized procedure of slices," *Computer & Geotechnics*, Vol. 21, No. 2, pp. 121-142.