

台北市信义区山坡地潜在崩坍地区划定之研究

颜正平^{*} 陈文福

(中兴大学水土保持学系·台湾台中市)

摘 要 台湾地质构造复杂且断层带多,终年不断之地震促使地层破裂,高温多雨导致风化容易,位於西太平洋台风路径上常遭台风侵袭……此诸因素使台湾潜藏崩坍之可能性。而位居台湾政经中心之台北市,更在经济发展、产业密集、人口稠密之条件下,对山坡地保护区造成极大之开发压力。然因属盆地地形,其四周山坡地若遭不当或过度开发利用,常致水患、崩灾,使市民之生命财产与公共设施安全饱受威胁。山坡地潜在崩坍地区之划定并予禁止不法开发乃成当务之急。本研究系依台北市信义区山坡地之地形、地质、土壤、植生、水文、人文环境、土地利用等因素以地理资讯系统软体 ARC/INFO 就此诸因素之相关数字化图层,依各因素影响崩坍之程度给予不同之权重并进行套叠分析,所得成果有:(1)完成各种崩坍潜在因素之数位主题图。(2)完成各因素整合所得之潜在崩坍危险区划分结果图。(3)潜在崩坍危险区划分之数位图均为实际之大地座标,此可用于未来在本区内有关地理资讯之查询。(4)划定后各区之管理方式建议采取:1、绝对危险区,不管任何理由均应绝对禁止开发利用。2、危险区,以不开发为原则,若遇申请开发则宜慎审其水土保持计划书。3、潜在危险区,可开发,惟应禁止有触发产生危险性之开发型式与方式。4、安全区:於拟申请安全区开发利用时,宜实施现场审慎会勘,以免敏感之山坡地带因不当之开发而影响其下游地区之安全,甚或造成种种灾害或不幸。

关键词 潜在崩坍 地理资讯系统 图层 套叠分析 主题图 数位图 大地座标

Delineation of Potential Landslide Regions on Hillslope Land of Hsing—Yi District in Taipei City

Cheng—ping Yen Wen—fu Chen

(Department of Soil and Water Conservation, Chung Hsing University, Taichung Taiwan)

Abstract The geological structure is so complicated that there are numerous fault zones in Taiwan, frequent earthquake makes the geological structure fragile, high temperature and enough rainfall make weather easily, often suffer from typhoon because it locates on the route of West Atlantic typhoon, those factors above increase the potential landslide in Taiwan. In addition, Taipei city is the political and economic center of Taiwan, the economic development is so prosperous, the enterprises and the population are so dense that the protection of the hillslope land around it is under great cultivation pressure. Owing to be a basin, if the hillslope land around it is not properly cultivated or over—cultivated, it often cause floods and landslides. The citizens' properties and utilites are greatly threatened. Apparently, the delineation of po-

① 收稿日期 1995—05—10 *中兴大学水土保持学系研究所所长兼系主任。

tential landslide regions becomes the most important issue. We chose those factors such as topography, geology, soil, plantation, hydrology, human environment, and land use to analyze and use GIS software ARC/INFO to create relative coverage of those factors in this research and use them to do overlay analysis according to the weights of those factors. The results are: 1. we made various kinds of thematic maps from potential landslide factors. 2. we made an integrated result map of delineation of potential landslide regions. 3. the result map use geodetic reference system, so that it is easy to inquire any geographical information in this area. 4. We suggest that it would be good to manage those delineated areas if we classify them into the following four categories: (1) Absolutely dangerous area; must prohibit any kind of cultivation without any reason. (2) Dangerous area; no cultivation in principle, and if it is badly necessary, we must check the soil and water conservation proposal closely. (3) Potential dangerous area; must prohibit any type or any form of cultivation that may cause danger. (4) Safe area; when there is a applying case that will cultivate within the safe areas, we have better make a closely field surveying so that we can avoid the danger of its downstream areas that may caused from the improper cultivation sensitive hillslope land area. We can also avoid the disasters and unfortunes.

Key words potential landslide geographical information system coverage overlay analysis thematic map digital map geodetic reference system

1 前言

1.1 研究缘起

台湾因位於环太平洋地震带之岛弧上受板块挤压之影响,地质构造复杂、断层带多、地层破碎。褶皱则使沉积岩层倾斜,而层理面更成为潜在之滑动面,节理尤使岩层分割而成自由滑动面。如在倾斜坡或断层带之破碎岩层上,兴建房屋极易引起倾斜、滑落。另因地震频仍、地层破裂常使边坡之外力遽增,而滨於破坏。其位於热带和亚热带上,高温使岩石容易风化。加上位於西太平洋之台风路径上,夏秋两季常遭台风侵袭,所带来之豪雨或引来之西南气流所致之强降雨及冬春两季之锋面雨与春末夏初之梅雨均是促使崩坍之主因。而河短流急,雨水常转位能为动能,造成河岸侵蚀及向源侵蚀,崩坍沿河岸发生。

台北市为台湾政经中心,经济发展快速、产业密集、人口密度高,对山坡地保护区造成极大之开发压力。而其为盆地之地形,四周之山坡地若遭不当或过度之开发利用,易致水患与崩灾,此对於开发基地及其下游盆地平原区居民之生命财产及公共设施之安全常构成威胁,几乎每逢豪雨即传灾讯。至1988年山坡地开发建筑管理办法公布实施后,因各机关之关注与管制,虽已使不当开发事件降低,灾讯亦较少。但因产业及人口持续成长,山坡地开发压力仍继续存在。爰依据1994年5月间完成三读通过之水土保持法中有关“特定水土保持区”之精神,及建筑法第四十七条“易受海潮海啸侵袭、洪水泛滥及土地崩坍之地区,如无确保安全之防护设施者,直辖市、县(市)(局)主管建筑机关应商同有关机关划定范围予以发布,并竖立标志,禁止在该地区范围内建筑”之规定。信义区之山坡地区因紧临台北市政府,且其与平地间无大型溪沟排除迳流,雨后迳流常直入市区而生水患与崩灾。因此山坡地潜在崩坍地区之划定乃成当务之急。

1.2 研究内容与目的

本研究以山坡地及其边缘邻近地区可能受崩塌灾害影响范围内之公共设施与房舍为对象。目前有关崩塌危险地区之使用限制、相关法规及如何划定潜在崩塌地之危险,无明文规定,故除参照本信义区山坡地之现况外,并参考日本国土厅於1992年监修公布实施之急倾斜地崩塌灾害防止法令之观念。依其地形、地质、土壤、植生、水文、人文环境、土地利用等诸项因素进行研究并予划分,以供台北市政府就全市山坡地之开发利用与保护措施作适当及长期之规划,以达国土保安与土地资源适性利用之目地。崩塌发生之类型与规模之大小主要决定於山坡地之地形、地质与土壤等前三项潜因,而其发生与否则决定於植生之良窳、水文事件之大小、人文环境情形与土地利用之是否超限等后四项外在诱因。本研究拟就信义区之上述山坡地潜在崩塌因素,以半定量方式利用地理资讯系统(以后简称GIS)软体ARC/INFO,将各因素绘示於1/5000之数字化基本地形图上并建立其属性资料,再予整合并绘成各等级危险程度之分布图,以作为市府以后查询及管理山坡地之参考。

2 分析方法与研究步骤

2.1 分析方法

就前述诸因素收集与整理其资料并赴现场采样查核,完成各主题图后,再完成各主题图之数字化图层。复於设定好各主题图层之规范并透过本工作群数次之讨论依其影响崩塌之可能程度定其权度值,再将各主题图层实施套叠分析以完成山坡地潜在崩塌地区划分之最终图层。各主题图层之制作理念与过程略述如后:

(1)地形:将1/5 000之航照基本图中20m以上之等高线以GIS软体ARC/INFO进行数字化。其边界亦以20m为其范围。等高距为5m。数字化成之地形图可行地形分析而获得坡级图与坡向图。

(2)地质:依江崇荣与赖典章(1986)之“深坑—虎林345KV及深坑—台北161KV线塔基工程地质报告”中所完成之1/5 000地质图(含岩性及地质构造)进行数字化。惟该报告中所含盖之范围仅止於本研究区东北部,约只占本山坡地区之70%,其岩性与地质构造资料,可与坡向图套合而区分出顺向、侧向与逆向坡,而其余东南向之30%部份,则依经济部中央地质调查所(1980)之“台湾坡地社区工程地质报告”(第一卷第三集台北南区)中之1/25 000地质图予以放大后再予套配,故此30%之部份仅具有较粗略地质图之岩性资料而无地质构造之资料,无法求出其顺向、侧向与逆向坡之资讯。

(3)土壤:分两部份分析。

A、土壤分类:本区土壤主为砂页岩幼黄壤及砂页岩黄壤。另依调查单位及其所含之土系点绘於1/5 000之地图上。B、坡地土壤材料性质分析:探讨土壤一般指数与强度参数,并选重要斜面作安定分析。先实施野外调查及现场采样再行室内分析并将采样地点及分析结果依安全因素之值标绘於1/5 000之地图上,以供参据。

(4)植生:参考陈昭明等(1991)规划之“四兽山及拇指山一带开发森林游乐区可行性调查规划”之植物生态调查资料,并至现场勘察再做现况之部份修正及增加墓地、竹林分布及植生图。调查植生社会分布及其与崩塌之关系。共分九个植生社会:相思树、白栎子、杂木林、笔筒树、竹林、五节芒、芒萁、青刚栎、果园或庭园植物栽植区,并将其分区域点绘於1/5 000地形图上以供参据。

(5)水文与气象:分为三部份:A、地形与水系分布:依地形划分为三个子集水区,将水系数字化

同时进行缓冲区分析。亦即将河川两岸各20m之范围予以标出，将信义区山坡地外之边缘平原可能受河川影响之范围亦一一标出。B、气象特性分析：分析本区之气温、降雨量、相对湿度及风等气象要素。C、降雨特性分析：收集本区山坡地之水文资料进行频率分析，以求出各频率年之日最大降雨量。惟水文与气象因素这一项谨供未来工程规划或其他相关之参考，未列入图层套叠。

(6)人文环境：以1992年之航空照片进行航照判识，以求出本区之交通与房舍之分情形，以与由地形、地质条件为主所划分出来之区域比较以综判其安、危之情形，并将其绘於1/5 000之地图上。

(7)土地利用现况：包含：植生、房舍、主要道路及公墓等。如表1所示。

(8)特殊区：如野溪及其缓冲区、煤矿废石弃置堆、断层破碎带等，因考虑其对崩塌之绝对影响性，故划出并给予较大之权重值。

2.2 研究步骤

兹将本研究之步骤以工作流程图表示如下：

表1台北市信义区山坡地土地利用现况

使用类别	面积(hm ²)	百分比(%)
房舍	33.62	7.34
墓地	29.31	6.40
主要道路	9.10	1.99
林地与草地	386.22	84.27
合计	458.25	100.00

注：本表中山坡地之面积系以数字化图等等高线20m以上之范围为准。

3 崩塌原因分析与探讨

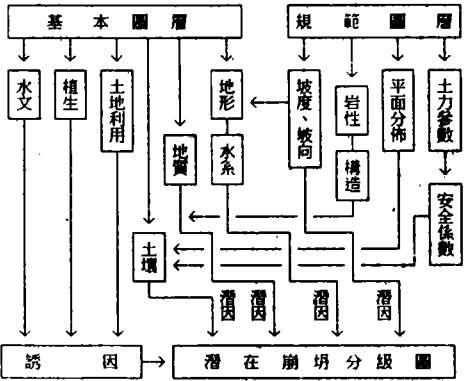
崩塌有潜因与诱因。潜因主有地形、地质与土壤；诱因则有人文活动、土地利用现况、植生分布、降雨及其它因素等。兹分述如后：

3.1 地形

一般影响山坡地安定之因素地形方面有坡度、坡度变化程度、坡面被流水切蚀之程度等(张石角, 1993)，其对工程均产生不同程度之影响。本研究区之地形主为丘陵地与盆地两大单元，兹分述如下：

3.1.1 丘陵地 构成台北市信义区东南部丘陵地带之主岭线为拇指山岭线。该岭线东北段走向约为北30°东；西南段走向约为北50°东，略呈弧形延伸，弧顶指向东偏南。拇指山岭线西北部山坡地为信义区所辖，此即为本研究区之所在。拇指山岭线的最高山峰为南港山，海拔高度为376.5 m。自南港山向东北及西南延绵的岭线，其高度均渐次降低。丘陵地带之山麓地形较缓，坡度在数度至30°左右，多由上方山坡崩落之岩屑及风化土壤堆积而成。本地带大部份未开发利用，仅山麓地区多已发展为社区，潜在崩塌之研究须列为发展规划时之参考，如坡面之倾斜度、溪流系统之形态、地质构造、基岩性质及地下水之分布等须加了解，在拟规划利用之地区，则对其地形与地质应予适当之配合，如整坡地点之坡面与基岩位态须加仔细考虑。在坡地范围内任何地点之土石方开挖或填积亦须对其坡度、岩层胶结状况、构造线种类、分布、密度与位态之是否适当，予以详加了解。

3.1.2 盆地 台北盆地北缘为大屯火山群，西南缘为林口、桃园台地区，东南及东北缘为丘陵地带，外形略呈三角形。盆地之基地有强弱之别，将来规划建设时必须加以查明，以免未来会有局部沉陷之虞。而排水系统之保持畅通、疏泄地表水及地下水以维护使用基地之稳定，皆与局部地形有关，必须考虑及之。



3.1.3 地形图数化与地形分析

A、地形图数化:以农林航空测量所1/5 000之“航照基本图”中20m 以上之等高线予以数化,此即山坡地边界之范围。如附图1。

B、地形分析:以 GIS 软体 ARC/INFO 数化完成之地形图行坡度分析,将坡度分为如下六级而得坡级图。示如附图2。

另将坡向分为:N、NE、E、SE、S、SW、W、NW、平地等八个方向,而得坡向图,如附图3所示。

3.2 地质

影响山坡地安定之地质特性有:岩层、岩性与构造,而在削弱地质体强度方面则有地下水状态等。兹分述如后并叙其套配分析:

(1)岩层:出露於本区之岩层,主为中新世之沉积岩与夹杂於其内的凝灰岩、更新世的红土台地堆积层仅在景美溪河谷内呈残留分布、全新世的堆积层则分布於低平和河道中冲积平原。中新世岩层依年代新旧,由老而新及由下而上依次为木山层、大寮层、石底层、南港层、南庄层。

表2 坡度分级

坡 级	坡度(%)	坡 级	坡度(%)
第一级(平坦地)	< 5	第四级(中 坡)	30~45
第二级(极缓坡)	5~15	第五级(陡 坡)	45~100
第三级(缓 坡)	15~30	第六级(极陡坡)	> 100

(2)岩性:本研究区出露之岩层主为砂岩、页岩、砂页岩互层及凝灰岩;其次,於河岸、河床及台北盆地边缘有冲积层散布;而於悬崖或陡坡下方常有崩积层。另外尚有采煤时之废石弃置堆10处。

(3)地质构造:本研究区主要之地质构造有:(A) 四分子向斜:位於成福断层北方,而其西南段被成福断层所截。本向斜轴线走向约为北45°东,西北翼较平缓,倾角大致在30°以内,东南翼较陡,倾角可达 80°,为一不对称向斜。(B)成福断层及断层破碎带:成福断层为区域内最重要的地质构造线,其走向约北80°东,何春荪(1983)认为本断层为一向东南倾斜之逆断层,断层之上主要为凝灰岩体。现地多处露头显示岩石曾受剪切作用,并具有扰乱破碎之现象,其安定性较未受扰乱者低。崩积层及煤矿废弃石置堆之组成材料结构疏松,边坡陡急,最易发生侵蚀及崩坍等破坏现象。若规模不大,而且深度不超过10m 以上时,可用挡土、排水、或挖除等方法加以处理。然而规模大者难有经济有效之方法使其安定,最上之策乃避开一途。

(4)地质图与地形图之套配分析 (A)地质图数化:将地质图与地质构造图予以数化则其分布情形得以具体表现出来,如附图4所示。(B) 地质与地形之套配分析:将地质岩性与构造图层与地形图层套配可得顺向与反向坡之图层再与其它图层套合即可获得各项主题图。

3.3 土壤

土壤性质将影响各项保护工程设计,且与地基龟裂、排水不良或地表冲蚀现象有关。含高量粘土之土壤,容易发生收缩膨胀,使房屋基础产生龟裂、化粪池和地下管路之排水不良等现象(李三畏,1980)。本研究拟由土壤分类以了解土壤之一般性质,并由土壤材料之性质以探讨其力学特性。

3.3.1 土壤分类与分析

(1)土壤分类:本区之土壤主为砂页岩幼黄壤及砂页岩黄壤。

A、砂页岩幼黄壤:系由台北县内更新世及溯至始新世或更古老之各式地质岩层中所含之砂、页岩石块及其风化物经冲积、堆积并化育而成。一般性质为:(A) 土层深度多在45~80cm间;排水良好或尚好。(B) 底土颜色多属棕、黄棕、明棕、或明黄棕等色。(C) 底土质地多属壤土或

砂质壤土，然若成土母质中页岩物质居多时，底土之质地则多为粉质壤土以迄粘质壤土。(D) 土壤多属屑粒状或角块状构造，相对于安山岩幼黄壤者而言，多较趋于松脆。(E) 土壤多呈中至强酸性反应(pH 值多在4.0~5.6间)。

B、砂页岩黄壤：主要由西部麓山地质区里之各式岩层中所含之砂岩或页岩或二者不等杂混之风化物所化育而成之棕至黄棕色的土壤，多生成在坡度和缓且地形相对较安定之浅山、丘陵、台地切蚀之残余丘陵、与年代较久远而相对位置亦较高之冲积地形上；本黄壤之排水良好或尚良好，具有下列一般性质：(A) 土层深浅不一，深者可逾120cm，而浅者则常30cm 不到。(B) 底土颜色多属棕至黄棕色等；但如果成土时间已够久远者，会因微具早期之砖红壤化作用以致其色泽中之红彩较重而呈黄红乃至红棕等色。(C) 底土之质地随母质来源中之砂岩与页岩二者互为消长之相对成分的多寡而异；倘砂岩为主成分时，底土质地能粗到砂质壤土甚至壤质砂土。反之，页岩居绝对优势比例时，亦可细至粉质粘土甚至粘土；但通常要数壤土或粘质壤土者较常见。(D) 土壤多属屑粒状或弱至中度发育之角块状构造；结构则多随深度之递增而有渐趋紧密之趋势。(E) 土壤多属极端强酸至强酸性反应(pH 值多在4.0至5.6间)。

本区土壤可概分为下列八个调查单位，含四个土系。主要土系之土壤理化性质简述如后(A) 更新里系：系由硬质砂页岩化育所成的黄棕色黄壤，排水良好，质地细致，以粘质壤土及粉质粘壤土为主，土层厚度在50cm 以下，表土质地以粘质壤土及壤土为主。(B) 石坑山系：系由硬砂岩崩积化育而成之黄棕色崩积土，土层厚仅约50cm，剖面质地为中质地之粉质壤土至壤土。(C) 粗窟村系：系由硬砂岩崩积化育而成之灰黄色幼黄壤，土层厚仅约50cm，剖面质地为细质地之粉质壤土或粘质壤土。(D) 忠治村系：系由硬质砂岩崩积化育而成的灰黄色幼黄壤。排水良好，土色黄棕，惟底层含多量石砾，土层厚度在60~90cm 之间，质地以粉质壤土或壤土为主。(E) 砂页岩崩岩或裸地以及砂页岩崩积砾石地：凡岩石裸露地区、台地崖坡地形、以及土壤深度不足10cm 之坡地等地区，可概分成：砂页岩崩岩或裸地以及砂页岩崩积砾石地两个调查单位。(F) 杂地：主要是坟墓用地。(G) 未调查区：主要是社区道路与房舍(参自山坡地土壤调查报告；1986)。土壤分布图则如附图5所示。

(2) 土壤理化性分析

本区土壤之分布，以砂页岩崩岩或裸地及砂页岩崩积砾石地之区域最不稳定，危险度较高，宜加强保育不宜开发。其余之土系可由土壤深度之大小给予适当之参数值。一般而言，土壤愈安定化育愈深，植物生长愈好，土壤抗蚀力愈强。

3.3.2 土壤材料性质与边坡安定分析

(1) 土壤材料之性质

台北市信义区坡地土壤分布于台北盆地东南侧丘陵地带之山坡地，亦即拇指山岭线西北侧之坡地。因产业及人口持续成长，致使山坡地开发利用之压力日增，而山坡地之土地利用及变更，将促发土壤冲蚀与崩坍，直接影响盆地内居民之安全。为权衡土地条件、社会需求及环境保护等，乃进行土壤材料特性调查与研究，俾供研拟山坡地潜在崩坍地区划定技术准则指数因素及山坡地管理之参考。其调查项目分为一般指数性质与强度参数，并筛选重要之坡地斜面进行安定分析，由以上资料配合其他相关指数因素，提供整合性资讯系统之运用。

(2) 调查与分析

为探讨土壤材料性质之空间分布，实施野外调查及室内分析。A、野外调查：由相关文献之整合分析研判，进行并考虑山坡地上之自然及人文环境因素，选定调查路线，标定取样地点及观测

记录特殊情况等野外工作。B、室内试验：土壤材料性质试验，含一般指数性质及直接剪力试验，并筛选重要坡地边坡进行稳定分析。C、边坡安定分析：遵循岩石力学和土壤力学之法则、根据采样和试验所得的数据，以数学模式求出边坡之安全系数，以判定其稳定度。

山坡地划定潜在危险区之主要用意在于积极辅导无灾害之土地开发利用而非消极管制土地之使用。而山坡或斜面边坡常因崩坍而滑动，或因基脚被深切下割而成陡峭，均视其组成边坡之材料因素而决定其是否能够趋向长期稳定。斜坡不稳定性调查可分为：老旧崩坍、新崩坍及无崩坍（潜在坍）。前二项在现地调查时多少皆可由某些征候与迹象观测得之；惟后者之研究务必先了解其可能发生原因之机制及其内外在因素。本调查仅就组成斜坡材料之基本性质进行探讨，而外在因素于安定分析中，均以假设可能情况而实施之。

任何斜坡之稳定通常以安全因素 FS 定义：

$$FS = \frac{\text{抵抗力之总合}}{\text{驱动力之总合}}$$

式中若促进安定诸力正好等于诱发不安定诸力时， $FS=1$ ；而 $FS<1$ 之斜坡，则为破坏情况， $FS>1$ 则可能是安定边坡。所谓无崩坍并无绝对性安定，仅增加安定机率而使 FS 变为较大值。从地文观察言之，大多数自然斜坡之崩坍可能发生之 FS 值均在 1 与 1.3 之间，故本文设定以安全因素 1 与 1.3 作为信义区坡地土壤材料稳定分析之准则。并将 $FS>1.3$ 定为安定区， $0.7\sim 1.3$ 为潜在不安定区， $0.2\sim 0.7$ 为不安定区， $FS<0.2$ 以下则定为危险区。

浅层平面滑动之安定分析，经常以无限斜坡方法为之，并采用二维之任一切片在滑动面上诸力大小相等方向相反之极限分析 (Skempton, et al. 1957)，诸力作用于任一潜在浅层滑动之剪力面一点上并假设其水准面恰在潜在滑动面上。如图 3.3.2.1 所示。

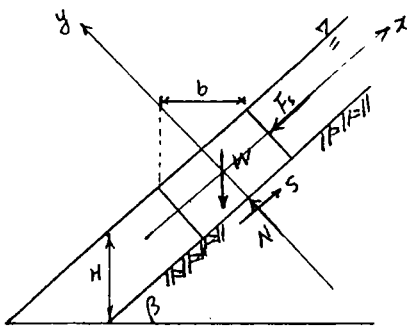
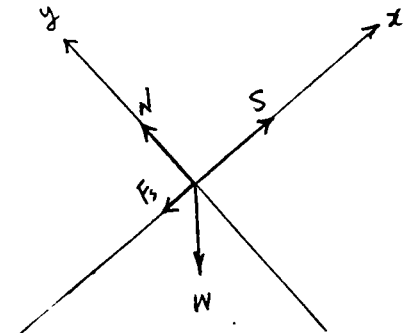


图 3.3.2.1 诸力作用于潜在滑面一点上

左图中：
W：重力
Fs：渗流力
N：正向力
S：剪力总合



其自由体图如上所示：

上图诸应力作用于已定义平面滑动无限斜坡分析中一斜坡上，1. 诸应力作用于滑面上 2. 诸力组成适宜之力系并包含于无限斜坡分析中。

因

$$FS = \frac{\text{抵抗力之总合}}{\text{驱动力之总合}} \quad (1)$$

则

$$FS = \frac{\gamma' \tan \varphi'}{\gamma \tan \beta} + \frac{C'}{\gamma H \sin \beta \cos \beta} \quad (2)$$

为方便表示水位在滑面上之垂直高度，设定滑动面之土石层厚度为分数 m 值。在地表面时 $m=1.0$ ，正好在滑面下时 $m=0$ ，同时假设渗流平行于斜坡，则 $u = \gamma_w b m H \sin \beta$

$$FS = \frac{[(1-m)\gamma + m\gamma'] H \cos \beta^2 \tan \varphi' + c'}{[(1-m)\gamma + m\gamma_{sat}] H \sin \beta \cos \beta} \quad (3)$$

式中： φ' ：度（在饱和状况下盒式剪力试验之有效尖峰强度参数）； β ：度（采样点之斜面坡度）； b ：cm； C' ：kg/m²（同上）； m ：0~1.0； γ ：g/cm³（在天然含水量状态之土壤单位重）； γ_w ：lg/cm³。

由野外现场共调查及采取了71个孔号之样点并进行室内试验分析。土壤材料之基本性质方面共探讨：采样深度、含水量、干与饱和土壤单位重、土粒比重、孔隙比、不压密抗剪力及不压密摩擦角。土壤材料之安全因素则探讨：采样深度、土样单位重、总应力参数（单位重、不压密抗剪力及不压密摩擦角与饱和摩擦角）、坡度、安全因数等所得之资讯可用以与其它属性诸如地形、地质等因素套叠做为本调查区敏感带与安全之鉴定准则。所得之安全因素分布图示如附图6。

3.4 水文与气象

3.4.1 地形与水系分布 本研究区位于台北市东南之丘陵区，居基隆河与景美溪之间，地势由南向北倾斜，并自东向西缓斜，自海拔300~400m降至15m。因受地层之影响，松山、南港地区之单斜脊、猪背及河床冲积等特征显著。因土层为砂页岩黄壤，属砂质壤土，透水性高，故地表水多汇集于岩层上形成地底迳流。故除非暴雨期间，溪床常呈干涸状态。因底层伏流水对于土层形成潜在之威胁，在崖锥或顺向坡脚处易导致崩塌。全区无主要水系，若依地形加以区分则有三个子集水区，如附图9所示。兹列述三个集水区之情形如下：

(1)调查区东北方为四兽山子集水区：包含虎、豹、狮、象四座起伏剧烈山陵地带与溪流切割形成之谷地。而地表排水方面，该主棱线西侧排水在等高线一致与棱线平行情况下，排水方向均垂直于主棱线而无明显之流域区分。直到低於海拔150m以下之坡地，在水流切割下呈现具体之支棱线与流域（详如图所示）。其中以狮山与豹山间之流域、山东侧之流域、慈惠堂旁之流域三者最长，后二者之汇集即为以前王留公圳上游之水源。

(2)调查区中央部分属挹翠山庄子集水区：包含位于兵工技术学校后方，状如V字型之二支山沟及西南方之挹翠山庄等山坡地，该子集水区三面皆为陡峻坡，其标高在海拔50~300m间，西北之谷口标高25m，区内两条主流发源于东侧300m之姆指山处，衔接调查区外之东大排水沟后进入市区排水系统。由于该区内河沟短促，坡降大，雨水入渗或贮蓄不易，故其山沟谷口至吴兴街处常有水患。

(3)调查区西南方六张犁子集水区：集水区由东向西倾斜，四周分水岭高程在海拔50~160m间，谷口标高约16m，其上游部分为墓园。因墓园陆续开辟，水土保持没做好，为下游河道泥砂之来源。

3.4.2 气象特性分析

(1)气温：自1982~1991年间台北之年平均气温为22.8℃，1月最低平均为16.0℃，7月最高平均为29.6℃，年温差为13.6℃，一年中4~11月之月平均温度超过20.0℃，由1982~1991年各月份之气温知：出现最高温为38.7℃（1988/8/22），绝对最低温为1.8℃（1986/3/3）。最高温多发生于7~8月，最低温则多在1~2月。

(2)雨量：台北市年降雨量在1500至2500mm之间，平均2453mm，雨量最多大约在海拔600~700m地区，高度越高雨量越少。由1982~1991年各月份降雨量及降雨日数资料分析知：一年中以9月份之雨量最多，12月份最少。而降雨量一年中有三次高峰，主受春雨、梅雨及台风雨之影响。另每年1至5月降雨日数高于年平均值，惟其降雨量却远低于平均值，为典型台湾北部东北季风之雨型，降雨日多而雨量少，7~9月则呈相反，即降雨日少而雨量多，此系夏季降雨及台风降雨之特性。

(3)相对湿度：台北盆地周围之丘陵地与山地，经常为云雾笼罩，雨量又多，树木茂盛，树叶蒸

发旺盛,相对湿度极高,由1982~1991年各月份之平均相对湿度资料分析知:自1~12月依序为80%、83%、82%、78%、79%、78%、75%、76%、77%、76%、75%、75%、78%。

(4)风:因冬季东北季风时节甚长。加上台北盆地北缘火山群内湖丘陵之屏蔽及基隆河谷之引导,全年风向以东北东风为主,东风次之。夏季西南季风发生于六~八月份最明显。包括南风、西南西风和南南东风。又以末者比率较高。

3.4.3 降雨特性分析

(1)暴雨频率分析:本区集水区降雨之特性,可由不同频率年之最大降雨等雨线图中了解,由台大水利工程组第7802号研究报告之资料,以台北市现存5个测站(含台北、中正桥、松山、五堵、石碇)进行分析;首先以最大值选用法,於每年选出一极值,再以对数皮尔逊第三型分布套配各站之降雨机率分布,经KS及卡方密合度检定后,推求出各站5年,10年,50年,100年及200年频率之日最大降雨量。又调查区属北市南部山区,故其降雨特性可以石碇站为代表,而其一日、二日、三日及年平均最大降雨量之降雨频率回归式可表示如下式。

$$Y = A + B \cdot \text{Log } X$$

其中Y:各雨量站不同延时之降雨量(mm);X:频率年(年);A、B:为常数。

(2)降雨强度分析:本文降雨强度延时公式采用 Horner 式, $I = a / [(t+b)^c]$, 因式中有 a、b、c 三个常数予以修正,故在 t 极小时亦能符合常理,故被广用。另以雨量站不同降雨延时由对数皮尔逊第三型计得频率雨量。

3.5 植生

依调查结果,就不同植物群落特性,说明其与崩坍之关系如下:A、相思树为本区最大面积之人工植被。在象山地区因为烤肉、游憩活动造成土壤密实,致使其它植物种子不能萌发;演替无法进行,目前仍维持较纯之相思树林。B、白匏子:在植生演替中,属过渡期植物社会。主要出现在崩坍地或森林边缘。C、笔筒树—牛乳树:属温生环境自然演替过程中之次生林社会。存在于青刚栎社会下方两侧。D、竹林地:大部分属人为栽植之绿竹或桂竹。通常在坡地下方、居住环境之附近,部分可能是崩积土。由於竹子之根系较浅,如有溪流造成坡面下方之冲蚀,或豪雨造成坡面水流汇集,将常有小面积之崩坍。E、五节芒:崩坍地先期入侵植物。常於森林破坏地、矿渣地和水土保持不良之山坡地形成优势,为植被演替早期阶段之次生草地。若不再受到干扰,应朝森林植被演替。F、芒萁:砂岩层通常土壤及地质安定,可能是曾经崩坍之岩壁,通常土质坚硬且干燥、风化程度低。G、青刚栎:主要分布棱线两侧陡坡地。常属较安定且较不受人为干扰地区。

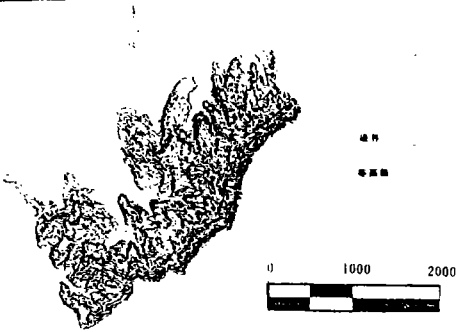
其他地区则有因人为破坏或自然演替为其他植物社会或五节芒社会之情形。其分布如附图7所示。

3.6 土地利用

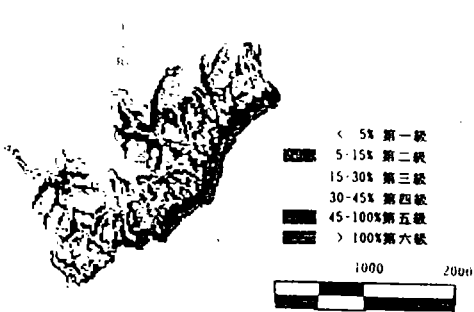
土地利用现况包含:植生、房舍、主要道路及公墓等。其中之植生常可被用为坡地安定与否之指标,如植生部份所述;房舍所在之处亦常为安定之处;主要或重要道路所经之地亦常经过选线而尽量避开不安定之区域。至於公墓地所在之处,由於国人慎终追远之传统观念及某些顾忌,在坡地开发时亦常会避开之。故将之划分出来以为将来欲进行任何开发时之参考。如附图8所示。

3.7 人文环境不利之影响

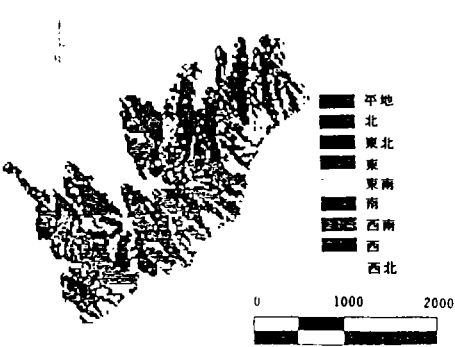
由於:A、居台湾地区之政经中心,经济发展快速,产业密集,人口集中,对台北市山坡地保护区造成极大之开发压力。B、盆地地形,不当或过度之山坡地开发利用,对水文、环境产生之影响,可能导致水患、崩灾,對於开发基地及其下游之盆地平原区造成危险。居民之生命财产、公共设施



附圖一、台北市信義區山坡等高線圖



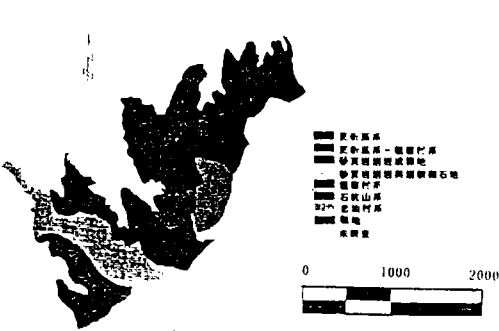
附圖二、台北市信義區山坡地坡度圖



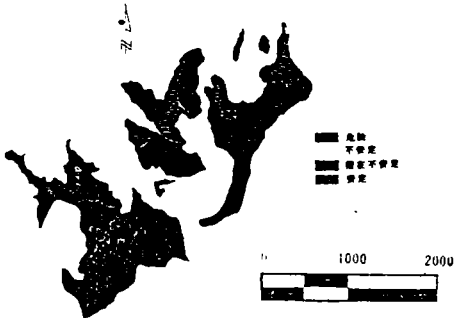
附圖三、台北市信義區山坡地坡向圖



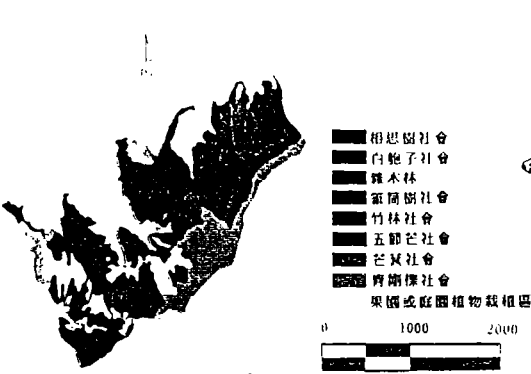
附圖四、台北市信義區山坡地地質圖



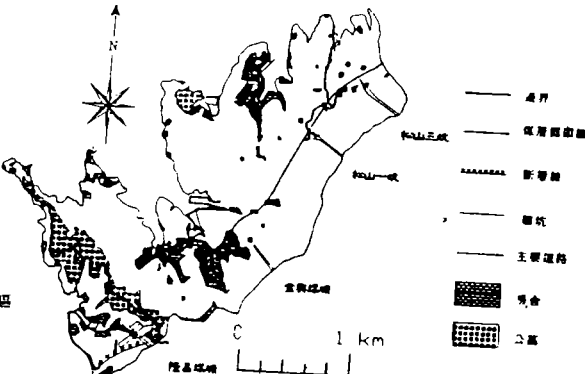
附圖五、台北市信義區山坡地土壤分佈圖



附圖六、台北市信義區山坡地選定坡地邊坡分析之安全因素分佈圖



附圖七、台北市信義區山坡地植物分佈圖



附圖八、台北市信義區山坡地土地利用圖

之安全饱受威胁。C、1981年开始,山坡地之开发利用更迅速推展。以致每逢豪雨即传灾讯。

4 图层套叠与潜在崩坍危险区划定

将各种主题图层依各因素可能影响崩坍之程度给予不同之权度,再加以套合,并将各权度值之累计指数值按如下分为四级,且以此当成潜在崩坍危险之四个等级:

- (1) 绝对危险区(指数: > 81) (不可开发区)
- (2) 危险区(指数: 61~80) (不宜开发区)
- (3) 潜在危险区(指数: 31~60) (尚可开发区)
- (4) 安全区(指数: < 30) (适宜开发区)

如此可得最终潜在崩坍地危险区划定图。此可供有关行政单位於建管案件审查时作为参考之依据。

在崩坍地危险区划定之主要用意在於积极地辅导无灾害之土地开发利用,引导潜在危险地区土地开发工程之规划,而非消极地管制土地使用。以下为各因素经加权分配及危险系数考量所得之表格。

(1)坡度:权重(25%)

坡度分级 (%)	一级坡 (<5%)	二级坡 (5%~15%)	三级坡 (15%~30%)	四级坡 (30%~45%)	五级坡 (45%~100%)	六级坡 (>100%)
危险参数	0	20	40	60	80	100

(2)岩层位态:权重(25%)

坡向特性	逆向坡	侧向坡	顺向坡
危险参数	0	50	100

(3)特殊区:权重(20%)

项 目	野溪及其缓冲区	煤矿废石弃置堆	断层破碎带
危险参数	100	100	100

坡度因子因系由比例尺为 1/ 5 000之航照基本图所数化而得,且等高距为 5m,因此其精度较高,故权度给定25%。

(4)土壤力学:权重(20%)

安全因素	A (F>1.3)	B (F=0.7~1.3)	C (F=0.2~-0.7)	D (F< 0.2)
特 性	安 全	潜在不安定	不安定	危 险
危险参数	0	40	0 70	100

(5)土系类别:权重(5%)

土系类别	特 性	危险参数
忠治村系	土壤深约60~90cm	100
石坑山系	土壤深约50cm	50
粗窟村系	土壤深约50cm	50
更新里系一粗窟村系	介於两土系之间	50
更新里系	土壤深小於50cm	50
砂页岩崩岩或裸地	土壤深小於10cm	100
砂页岩崩岩与崩积砾石地	土壤深小於10cm	100

(6)植生:权重(5%)

植生类别	特 性	危险参数	备注
A. 极相或 亚极相林地	演替后期,樟科、壳斗科等 植物优势地区	10	G. H.
B. 杂木 林地	演替中期,白栎子笔筒树、 牛乳树等植物优势地区	30	B. C. D.
C. 人为 植生区	相思树林、竹林、果园地区	50	A. E. I.
D. 草地	五节芒草类优势地区	100	F.

备注: A~I 代表植物分布图之植物群落社会

本研究区内中新世地层受北北西方之应力,造成地层大致均成东北东—东西走向,向南倾斜,岩性以砂页岩互层及厚层砂岩为主。在砂页岩互层地区,坡地开挖常在顺向坡方向,若地形坡角大於地层倾角,很可能造成顺层面崩移现象。所以坡度在30%~55%之间的顺向坡坡地宜划为

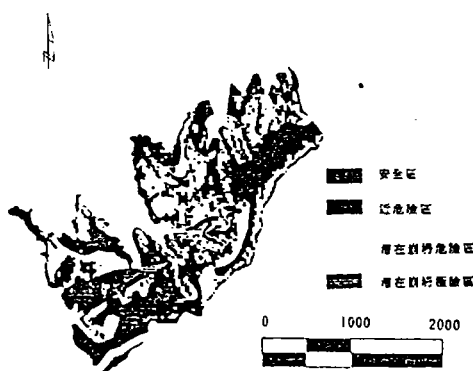
危险区，以不开发为宜。而逆向坡则无此顾虑而不在其限。惟应避免使用崩积层之区域，以增安全。

5 结论与建议

(1)本研究已完成各种重要之崩塌潜在因素数位主题图，及其整合所得之潜在崩塌危险区划分结果图。如附图10所示。



附圖九、台北市信義區山坡地潛在水區及水系分布圖



附圖十、台北市信義區山坡地崩坍危險度劃分圖

(2)所得潜在崩塌危险区划分之数位图均为实际之大地座标，颇方便未来於本区内有关地理资讯之查询。

建议：(1)经划定为绝对危险区之处，不管任何理由均应绝对禁止开发利用；危险区原则上以不开发为原则，若遇申请开发则宜慎审其水土保持计划书；而於审查潜在危险区之开发时则宜禁止具有触发产生危险性质之开发型式与方式。至於拟於安全区申请开发利用时，亦宜实施现场审慎会勘，以免敏感之山坡地带因不当之开发而影响其下游之安全，甚或造成种种灾害或不幸。

(2)本研究之结果若能於未来配合全球卫星定位系统之应用，应可提供建管单位人员於初审本区山坡地开发申请案件时，於携带全球卫星定位系统前往现场指认并输入界址后，当可辨悉是否位於被允许之可开发区位，颇为方便实用。

本研究承台北市政府经费补助，特此致谢。而执行期间，系上同仁：詹新甫、江永哲、谢豪荣、何智武、万鑫森、游繁结等教授，李正义、林信辉、林昭远等副教授及董小平讲师、钱沧海助教等多方鼎力协助特此一并致谢。

参考文献

- 1 中华水土保持学会. 台北市森林资源调查利用计划. 台北市政府建设局, 1992
- 2 山坡地土壤调查报告. 台湾省政府农林厅山地农牧局编印, 1986
- 3 水土保持手册. 台湾省水土保持局与中华水土保持学会编, 1992

- 4 江崇荣、赖典章. 深坑—虎林345KV 及深坑—台北161KV 线塔基工程地质报告, 1986
- 5 何春荪. 台湾基隆沿海区至桃园县大溪间煤田地质及构造. 地质调查所汇刊第二号, 1983
- 6 何智武、苏苗彬. 台北市坡地土地利用对下游水文环境影响研究. 台北市政府建设局, 1990
- 7 何智武、苏苗彬. 台北市山坡地水文环境监测站设置计划研究报告. 台北市政府建设局, 1993
- 8 陈昭明等. 四兽山及姆指山一带开发森林游乐区可行性调查规划. 台北市政府建设局, 1991
- 9 郭振泰等. 台北市排水系统设置水文观测站之研究. 台湾大学土木工程研究所水利工程组等7802号报告, 1989
- 10 地质调查所. , 台湾坡地社区工程地质报告(第一卷第三集台北南区), 1980
- 11 谢兆申、王明果. 台湾土壤. 中兴大学土壤调查试验中心, 1989
- 12 简李滨、苏苗彬. 应用地理资讯系统建立坡地安定评估之计量方法. 中兴大学土木工程研究所硕士论文, 1992
- 13 张石角. 山坡地调查规划、评估及其崩坍预测与治理. 台湾大学地理学系研究报告, 1993
- 14 李三畏. 坡地社区问题之商榷. 中华水土保持学报11(1):9~12, 1980
- 15 日本国土厅. 国土六法. 急倾斜地崩坏灾害防止关法律, 1992年监修, PP. 648~656