

# 由工程地質的角度剖析 台灣北部三處坡地災害案例

劉桓吉\* 詹佩臻\*\* 廖瑞堂\*\*\* 紀宗吉\*\*\*\* 林銘郎\*\*\*\*\*

## 摘要

鑑於近年來坡地災害頻傳，促使地質法立法通過；該法之要旨在於加強地質敏感區劃設及基地安全評估。爲了喚起社會大眾在坡地利用開發時，對坡地安全評估之重視，本文從工程地質的角度，利用地形、地質及環境地質資料配合現地調查，剖析北部地區三處坡地社區災害案例：1997 年汐止林肯大郡順向坡滑動災害、1998 年基隆健康博市順向坡災害、1998 年新店北宜路土石流災害，凸顯容易發生山崩、地滑、土石流等地質敏感區域是有跡可尋且災害一再發生的特質，說明坡地開發基地地質調查與安全評估的重要。

透過解讀比對各案例之開發前後地形圖，它揭示了災變前後人爲擾動作用對地形地貌的改變；區域地質圖，了解區域內主要地層岩性與地質構造；環境地質基本圖，判斷社區是否位於落石、岩屑崩滑、岩體滑動、土石流、扇狀地、惡地、順向坡、棄填土區、河岸侵蝕、向源侵蝕等地質環境；地質災害潛勢圖，作爲災害發生潛勢的參考。對各圖資研判討論後，進行三案例之現地查核，其中林肯大郡與健康博市皆屬建築基地緊臨高陡之開挖邊坡，順向坡的坡腳遭人爲切除，容易引發順向坡滑動災害；北宜路土砂來源區位於野溪山溝上游地形坡度陡峭區域，又有道路及人爲填土區，故向源侵蝕至上游道路填土區域，引致崩塌並崩塌材料向下游流出形成土石流災害，並於文中討論這些災害社區的鄰近社區是否也有類似的災害潛勢以及這些地區再發生災害的潛能。

爲了喚起社會大眾在坡地利用開發時，對坡地基地地質調查與安全評估之重視，提供以下注意事項：岩性與地層、工址調查的範圍與內容、環境敏感區之因應對策、鑑古知今吸取教訓、善用政府資源，期盼國人在坡地利用時，避免盲目或過度開發以達到知災、防災、減災、國土永續利用之目標。

**關鍵字：**坡地災害、工程地質、環境地質基本圖、林肯大郡、健康博市、北宜路

---

\* 臺北市立教育大學地球環境與生物資源系兼任助理教授

\*\* 國立臺灣大學土木工程研究所博士生

\*\*\* 青山工程顧問公司總經理

\*\*\*\* 經濟部中央地質調查所科長

\*\*\*\*\* 國立臺灣大學土木工程學系教授

## 壹、前言

從地質學的角度來看，山崩、地滑、土石流等現象，都是一種坡地自然演育的過程，只有當人類爲了開發目的而將人爲設施加諸於山崩、地滑、土石流等作用及影響範圍時，對人類而言，這些自然現象變成了山崩、地滑、土石流等坡地災害。

2009年莫拉克颱風（八八風災）引發小林村順向坡滑動造成小林村滅村慘劇、2010年4月25日是日無風無雨無地震的情況下國道3號公路突發順向坡走山災變以及2010年10月22日梅姬颱風造成蘇花公路崩坍遊覽車墜崖悲劇等。這些接二連三的坡地災害發生，我國的地質法適時於2010年11月16日立法院三讀通過，總統於12月8日公布。台灣之山川如此美麗、資源何其有限、災害難以預測，地質法是爲了建構地質與土地管理間的橋梁而生，地質敏感區之劃定公告與地質敏感區基地地質調查及地質安全評估，不是爲了阻擋土地開發，而是爲了合理與安全的國土管理（林朝宗，2010）。

地質作用有其獨特的運行原理，容易發生山崩、地滑、土石流的地方，有跡可尋因地而異，可以事先透過地質敏感區的調查與圈繪與安全評估加以提醒與防範。對於坡地災害具有重覆發生之特性，土地利用或開發必須考慮避開山崩、地滑、土石流等地質敏感區的概念。早在民國73年內政部營建署建置環境地質資料庫開始建立，中央地質調查所的臺灣坡地社區工程地質調查與探勘報告、都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集及系統（<http://envgeo.moeacgs.gov.tw/geoenv/Default.asp>）、台北市政

府大地工程處山坡地環境地質資訊系統（<http://tcgemis.taipei.gov.tw/gisweb/GISLOGIN.htm>）都是政府機關已積極投入人力與經費，所建立的具體成果。本文選擇與地質因子有關且作者等曾在災後報導的三處北部地區坡地社區坡地災害案例：1997年汐止林肯大郡順向坡滑動災害（紀宗吉等人，1998a）、1998年基隆健康博市順向坡災害（紀宗吉等人，1998b）、1998年新店北宜路土石流災害（紀宗吉等人，1999）。因此，從事個案分析，可以瞭解問題的真相、處理方式、成敗原因...等等，以增進經驗。由工程地質的角度剖析說明坡地開發基地地質調查與安全評估的重要，解釋爲何這些災害社區的鄰近社區是否也有類似災害的潛勢以及這些地區再發生災害的潛能。

## 貳、研究方法

邊坡由岩石、土壤及水等地質材料所組成。我們了解了岩石、土壤及水的性質，距離了解坡地災害之工程地質背景還很遙遠。考慮了地質構造的影響以後，才能了解岩體性質。岩體或土體，受到環境的作用，例如地形、地質應力、地震、颱風豪雨、孔隙水與地下水及風化等等，就構成種種不同的地質條件（環境地質條件），目前所出版之環境地質基本圖所測繪標示的成果以此爲主。地質條件固然影響到工程，但是工程對地質條件也有影響。工程地質不單由地質條件決定，也不單由工程決定。工程地質思考的角度（洪如江，2007），須考慮同時地質條件及工程條件。因此，我們可以用幾個式子簡要說明工程地質學的原理與考慮因子：

- 地質材料+地質構造→岩體或土體
- 岩體（土體）+自然環境→地質條件
- 地質條件+工程條件→工程地質

工程地質問題，固然希望能用科學智識加以解答，但因涉及工程問題，必有技術的成份。談到技術，除了科學因素之外，必定還有工程地質師的：素養、經驗、判斷，這些「人的因素」。由於處理工程地質問題的方式不同，結果也可能有：卓越成功、平平成功、與失敗等幾種情形。因此，個案分析，是工程地質學中最重要的方法之一（洪如江，2007）。

本文除了利用地形、地質、環境地質等資料，說明解讀各案例之地理位置、地形、地質背景，更強調開發前出版年份較早老地圖的重要（它揭示了災變前後人為擾動作用的影響）以及工址之地表地質與工程地質調查之重要。

## 參、坡地災害案例

### 一、1997年汐止林肯大郡一順向坡滑動災害

1997年8月17日深夜，溫妮颱風挾帶著豐沛的雨量，侵襲台灣島，18日上午8時30分，汐止林肯大郡2區、3區後方邊坡瞬時之間產生滑動，造成樓房被衝毀、倒塌的災變。此次災變總計造成房屋80戶全毀、20戶半毀，居民死傷近百人的重大慘劇。災變中以林肯大郡第3區靠近山坡的一排大樓受創最為嚴重，整排大樓受到地層滑動的衝擊力量，向南折斷傾倒，結構體本身亦嚴重龜裂扭曲。大樓地下停車場與一樓牆面、樑柱，受到擠壓而斷裂，大樓往下陷落，造成一樓居民遭到活埋。另外屬於第2區的74、76、150、152號等一至三樓住戶，亦遭滑下的土石衝入屋內，同樣造成極大傷亡（圖1）。

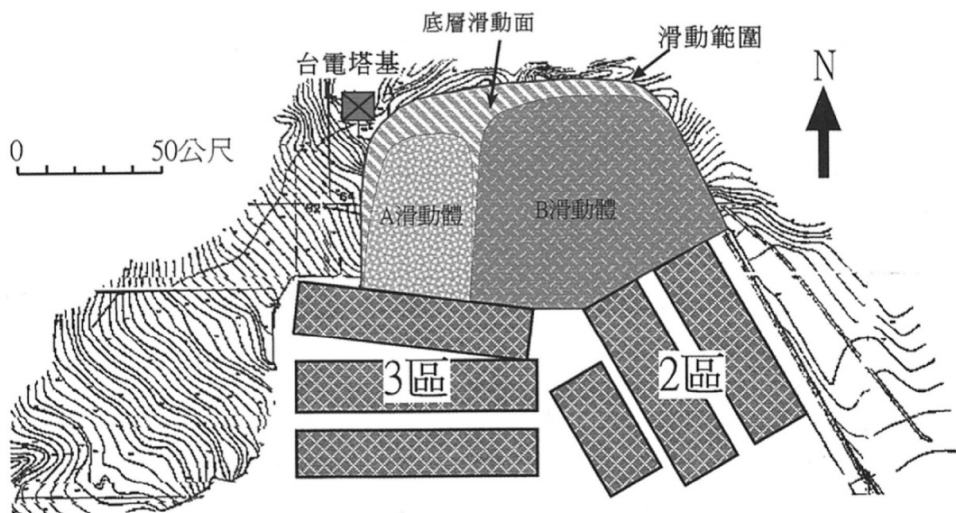


圖1 林肯大郡邊坡滑動範圍圖（紀宗吉等人，1998）。（紅色點線範圍為林肯大郡順向坡範圍，①表示該張照片拍攝位置及方向）

## (一) 地理位置與地形

### 1. 地理位置：

林肯大郡位於新北市汐止區烘內里，汐萬路二段 228 巷 31 弄。汐萬路自汐止大同路向北北西方向沿北港溪兩岸溯溪而上開闢，至台北市士林區、新北市汐止區和新北市萬里區三區交界交會處，後銜接多條產業道路，分別通往內湖、外雙溪和萬里等地。

由於大台北都會區，可資利用的土地日趨減少，山坡地的開發因運而生。就汐萬路而言，沿路大小規模的社區，如雨後春筍；有如凱旋社區、明珠社區、凱旋大地、孝友山莊、明園山莊、農農山莊、林肯大郡、堪農山莊、瑞士山莊等。

### 2. 地形與水系：

本地區屬於山麓丘陵區域的基隆新店丘陵。本區之地形發育主要受地質構造及地層分布之控制，由於褶皺及斷層等構造線與地層分布均為東北東走向之丘陵地山嶺，及平行於此二山嶺之二列構造谷地。此二列山嶺之一者為五指山嶺；二列構造谷地之一者為基隆河谷地。

五指山嶺呈東北東走向，自萬里與大武崙間的海岸，向西南西方向延伸，經瑪鎖山（235 公尺）、三界山（362 公尺）、開眼尖山（410 公尺）、七分寮山（468 公尺）、友蚋山（624 公尺）、五指山（699 公尺）、白石湖山（482 公尺）、大崙頭山（476 公尺）、赤上天山（451 公尺）、文間山（184 公尺）、劍潭山（152 公尺）於圓山附近沒入台北盆地。五指山嶺的東南斜面分別由西北流向東南的橫谷切割成數塊谷間山地。此主要橫谷由東而西分別為瑪陵坑溪、友蚋溪、北港溪、八連港溪、內溝溪等。友蚋溪與

北港溪間之分水嶺為一呈西北-東南走向的支稜線，此稜線一為新北市與基隆市的天然界線，此支稜線為五指山嶺於友蚋山向東南方支出的稜線止於五堵附近的基隆河。此支稜線於剖狗寮山（271 公尺）南方的 500 公尺處又支出一西南走向的小山嘴，山嘴的末端受到北港溪側蝕作用，形成一向南傾斜的坡面，此坡面之走向、傾斜與區域之地層走向略近相似，構成一典型的順向坡（圖 2）。林肯大郡 2 區及 3 區即在此順向坡坡趾開發建築。

## (二) 區域地質

本區域屬於台灣西部麓山帶地質區，出露之地層以第三紀中新世沉積岩為主。本地區出露之地層分布主要受八堵向斜的控制，基隆河之西北側，也就是五指山嶺之東南斜面露出之地層均傾向基隆河，呈單斜構造。所出露之地層由老而新為五指山層、木山層、大寮層、石底層、南港層、南莊層及桂竹林層。桂竹林層出露在基隆河河床，略平行於八堵向斜軸部，沿汐萬路向北爬坡而上，公路兩側依次出露南莊層、南港層、石底層、大寮層、木山層及五指山層（圖 3）。

本地區之主要地質構造線，包括褶皺軸及斷層跡等皆呈北東或北北東走向，地層係受來自東南方造山運動壓力的推擠，岩層首先褶皺，其後壓力不斷增強，超過岩層彈性限度，即發生斷裂造成逆斷層，自東南向西北逆掩而呈覆瓦狀構造。茲將林肯大郡災害處鄰近地區之出露地層及主要地質構造分述如次：

### 1. 地層

(1) 大寮層 (T1)：本層主要由厚層塊狀砂岩和不同層厚的頁岩或砂岩頁岩互層組成。

砂岩大部分為淡灰色、淡青灰色或深灰色細粒的亞混濁砂岩或混濁砂岩。另有一部分為淡灰色或灰白色細至中粒厚石英砂岩，厚數公尺至數十公尺，常形成山脊或岩壁。本層富含孔蟲、貝類和海膽化石，最常見的化石為 *Ditrupa sp.*，常在中部的砂岩段中呈現二密集帶。大寮層底部及木山層頂部夾有凝灰岩層，過去的文獻中將此凝灰岩層稱為公館凝灰岩層。

(2) 石底層 (St)：本層主要為淡灰色至灰白色細至中粒砂岩，灰色砂岩、深灰色頁岩以及白色粉砂岩或細粒砂岩與深灰色頁岩所組成之薄葉互層。砂岩以長石質砂岩為主，有時成塊狀厚層，多見於本層之中部及底部。頁岩為深灰色至灰色或呈淡棕色，常含有炭質物。本區之石底層有兩層

塊狀厚層白砂岩位於底部及中部，形成山脊或峭壁，可作野外追蹤之指準層。

## 2. 地質構造

(1) 褶皺：八堵向斜：本向斜位於台北市與基隆市之間，軸部位置與基隆河谷大略一致，呈北東走向，為一開展之向斜構造，向斜軸線向西南傾沒。本向斜為控制本區域地層分布的主要構造，自五指山脈西北坡之崁腳斷層以南至基隆河谷之向斜軸部為止，也就是五指山稜之南斜面出露之地層均傾向基隆河。因此，本區域面向基隆河的順向坡特別發達。

(2) 斷層：由區域地質圖得知基隆逆斷層可能通過林肯大郡基地的南側，走向呈東北—西南並傾向東南，是石底層中的層間斷層，並未擾動滑動區之地層，且一般認為不具活動性。

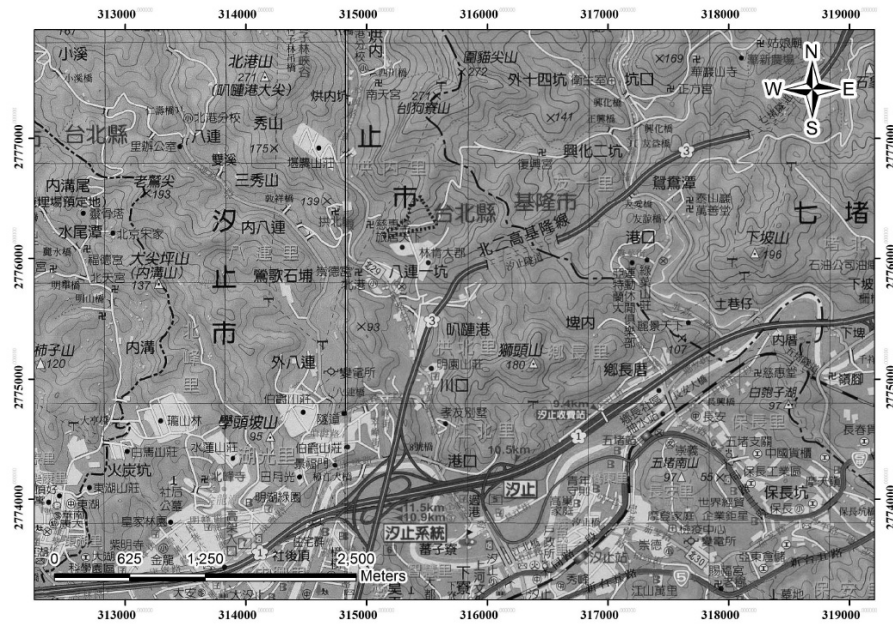


圖 2 新北市林肯大郡附近地形圖 (北島, 2005) (紅色點線範圍為案例順向坡範圍)

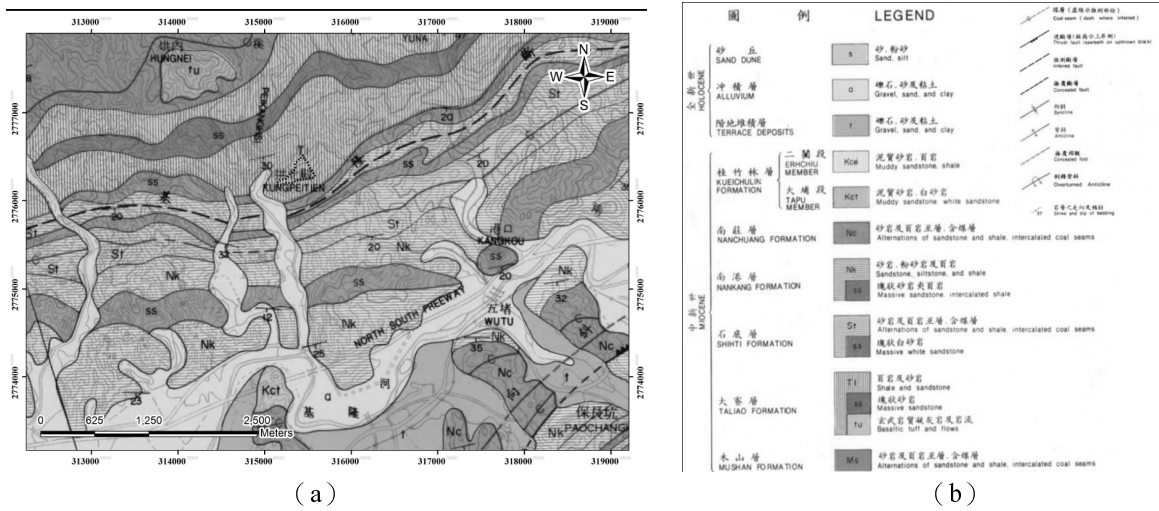


圖 3 新北市林肯大郡附近五萬分之一區域地質圖（台北圖幅，1998）。(a) 地質圖（紅色點線範圍為林肯大郡順向坡範圍）；(b) 地質圖例

### (三) 環境地質

林肯大郡及其鄰近地區的環境地質圖於 1995 年製作完成（圖 4），當時調查所圈繪的環境地質潛在災害的種類包括崩場地、填土、崩積土、煤渣堆積、向源侵蝕、指溝侵蝕、河岸侵蝕、礦坑分佈範圍等。林肯大郡社區主要位於填土區，發生災害的林肯大郡 2 區、3 區並非位於填土區。根據中央地質調所 2002 年出版的比尺二萬五千分之一的整合型環境地質資料庫圖層資料，包括環境地質基本圖（主題圖）、岩性組合分布圖（主題圖）、地質災害潛勢圖（衍生圖）、岩體強度分級圖（衍生圖）等四圖層。環境地質基本圖中與邊坡災害相關的製圖單元包括落石、岩屑崩滑、岩體滑動、土石流、扇狀地、惡地、順向坡、棄填土區、河岸侵蝕、向源侵蝕等（圖 5a），而邊坡災害潛勢則依潛勢等級再區分高、中、低潛勢區（圖 5b）。其中在環境基本圖中呈現順向坡者，其災害潛勢的分類分級條件可以參考表 1。目前的作法，順向坡可能發生表層的岩屑崩滑或深

入岩層的岩體滑動。依岩體滑動之基本條件，必須符合「地形坡度 > 不連續面傾角 > 不連續面摩擦角」的關係。惟本圖順向坡地形的滑動潛勢，僅比較地形坡度與不連續面傾角的大小關係，並未進一步比較與摩擦角的關係，且本圖調查精度不足以獲取足夠資料，因此並未包含順向坡地形滑動之影響範圍圈繪。林肯大郡社區坡地在環境地質基本圖（圖 6）：包括有填土區及順向坡（滑動災害位置）；在地質災害潛勢圖（圖 7）：包括有中潛勢岩屑崩滑區及高潛勢岩體滑動區。

由林肯大郡案例得知，早期的 1995 年的環境地質基本圖中並未針對順向坡進行判釋與圈繪製圖，近年來由於順向坡屢次造成災害，在 2002 年新的環境地質製圖時，已因應此一需求，分別加入順向坡判釋圈繪並進一步給與災害潛勢分級。而林肯大郡災害案例順向坡屬於高潛勢岩體滑動區主要的原因是因為人工整坡修坡開挖坡腳造成順向坡坡趾自由端露出。

表 1 地質災害潛勢分類分級示意，其中順向坡所屬為 B1 為順向坡坡趾自由端露出者，而 B2 是指順向坡坡趾自由端未露出者（經濟部中央地質調查所，2008）

分類分級名稱	分類分級條件									
	地形坡度	岩體性質	地貌特徵	近期發生	歷史災害紀錄	侵蝕或開挖	順向坡	棄填土或崩積層	忌地	分析條件
落石	高潛勢區	S1	R1	▲	▲	▲	▲			
	中潛勢區	S1	R1	○	○	○	○			
	低潛勢區	S2,S3,S4	R1	○	○	○	○			
岩屑崩滑	高潛勢區	S2	R2	○	○	○	▲	○	▲	▲
		S3	R2	○	○	○	●	○	▲	▲
	中潛勢區	△	△	▲	▲	▲	△	○	△	▲
		S2	R1	○	○	○	○	○	○	○
	低潛勢區	S3	R2	○	○	○	○	○	▲	○
		S4	△	○	○	○	○	○	△	○
岩體滑動	高潛勢區	△	△	●	▲	▲	▲			
		△	R3	▲	▲	▲	▲	<b>B1</b>		
	中潛勢區	△	△	●	○	○	○			
		△	R3	○	○	○	○	<b>B2</b>		
土石流	高潛勢區	△	△	●	▲	▲				△
		△	△	○	○	○				<b>F1</b>
	中潛勢區	△	△	○	○	○				<b>F2</b>
		△	△	○	○	○				<b>F3</b>

備註：“●”表必須具備條件；“▲”表具備條件其中之一；“○”表不具備此條件；“△”表無特定條件

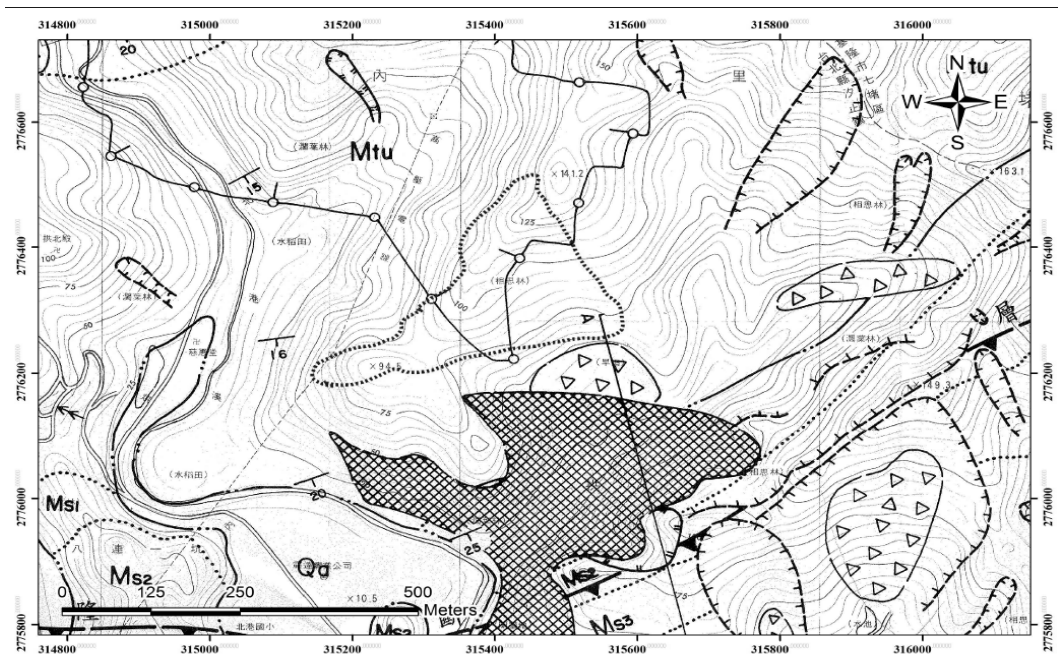


圖 4 (a) 環境地質圖

圖 4 新北市林肯大郡附近五分之一環境地質圖—川口圖幅（工研院能資所，1995）。（紅色點線範圍為林肯大郡順向坡範圍）。

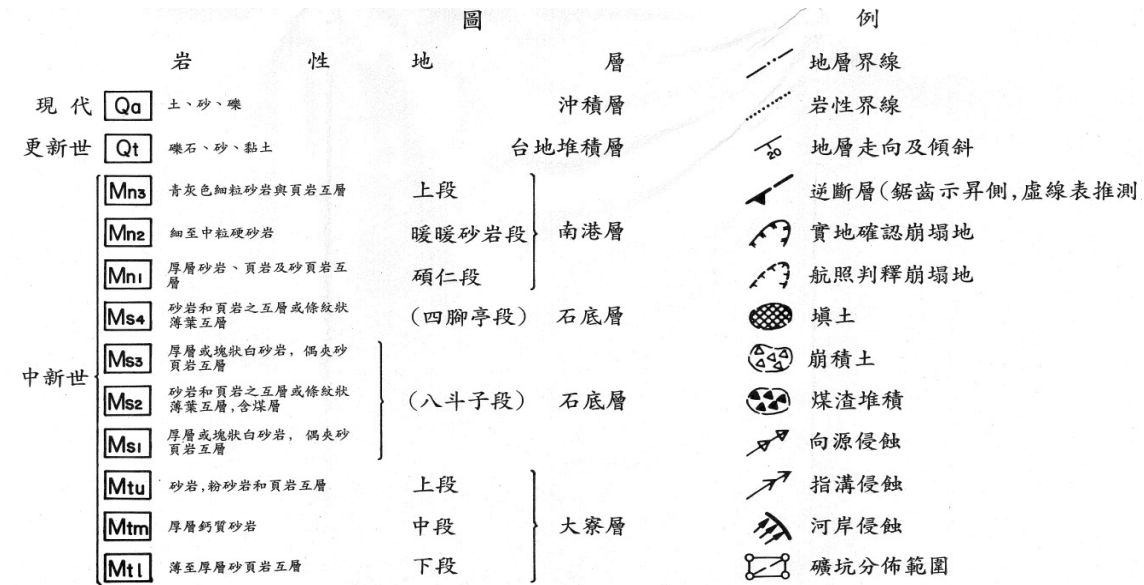
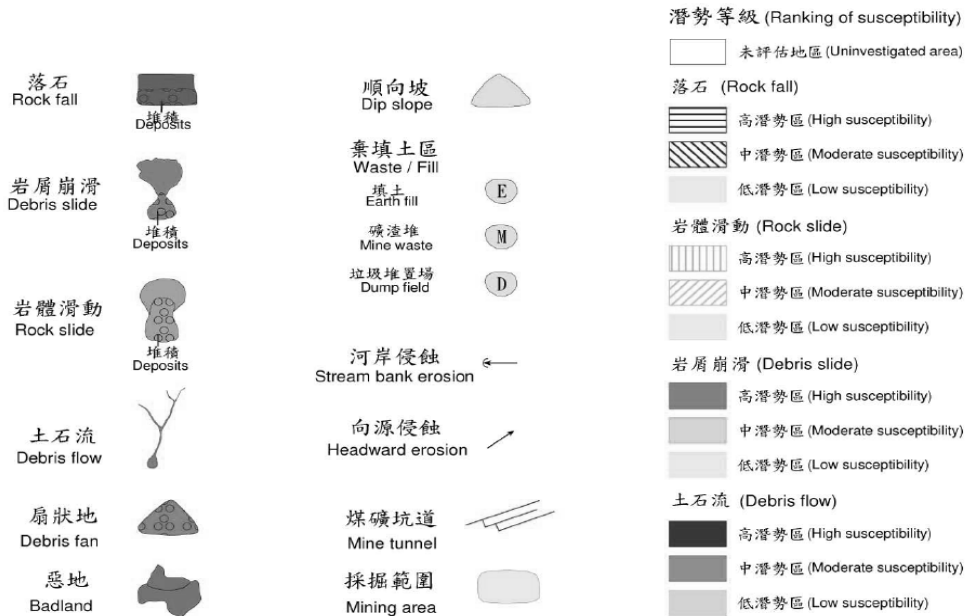


圖 4 (b) 環境地質圖例

圖 4 新北市林肯大郡附近五千分之一環境地質圖—川口圖幅 (工研院能資所, 1995)。(紅色點線範圍為林肯大郡順向坡範圍)(續)。



環境地質圖圖例 (圖5 a)

災害潛勢圖圖例 (圖5 b)

圖 5 環境地質基本圖圖例及地質災害潛勢圖圖例 (經濟部中央地質調查所, 2008)。



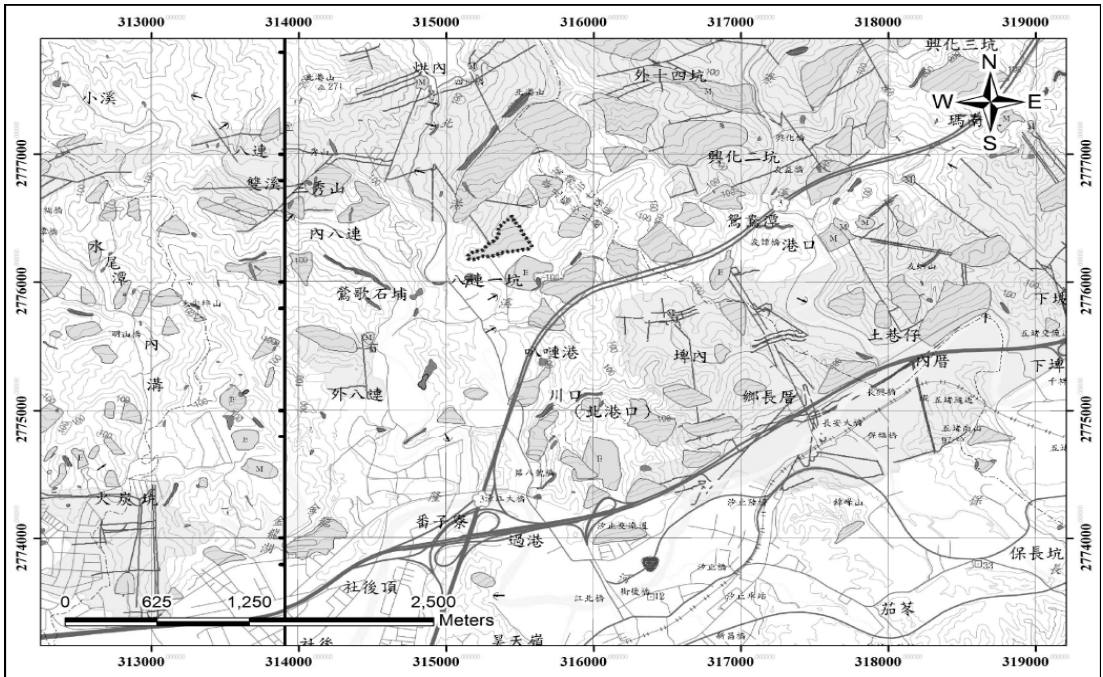


圖 6 新北市林肯大郡附近—二萬五千分之一環境地質基本圖—臺北市及八堵圖幅（經濟部中央地質調查所，2008）。（紅色點線範圍為林肯大郡順向坡範圍）

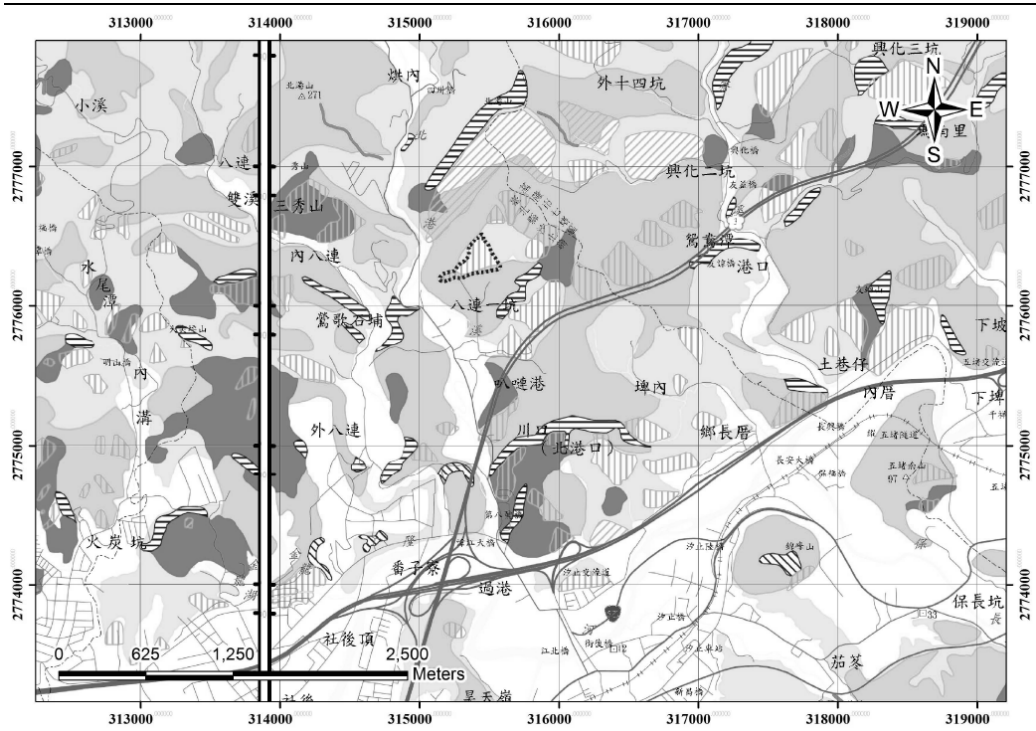


圖 7 新北市林肯大郡附近—二萬五千分之一地質災害潛勢圖—臺北市及八堵圖幅（經濟部中央地質調查所，2008）。（紅色點線範圍為案例順向坡範圍）

#### (四) 工程地質

一般而言，基地之工程地質調查內容包括地表地質調查及水文地質調查（調查範圍不應侷限於基地範圍，應包含影響基地安全之範圍）、地球物理探測、鑽探（含地下水位）及岩心判釋、力學試驗等。由於林肯大郡災變發生前，坡地開發之規範尚未上軌道，災前之各項調查資料取得不易。根據災後現地之地表地質調查顯示：林肯大郡邊坡災變滑動的範圍，東西寬約 150 公尺，南北長約 60 公尺，滑動面積約 0.9 公頃，滑動之高程界於 56 至 86 公尺之間。從現場崩塌後的地形可以很清楚的辨認出，地層滑動的 mode 是屬於順向坡且順岩層面的滑動，滑動面為頁岩材料，滑動的冠部緊臨台電高壓鐵塔下方（照片 1）。滑動區位於一略呈東西走向的小山脊之南向斜坡。根據現場地層滑動的特徵，本區又可以分為 A、B 二個滑動體，二個滑動體均位在同一滑動面上，主要滑動的方向為南偏東  $10^\circ$  左右。A 滑動體的表面即是整地時的滑動面。

根據農林航測所民國七十五年出版的五千分之一航空像片基本圖或是聯勤總部 1966 年出版之二萬五千分之一地形圖（圖 8），顯示滑動區原基地後方山脊的高程約為 100 公尺，整體斜坡上方的坡度約  $30^\circ$ ，與地層傾斜角度一致；斜坡下方的坡度則較為平緩，約在  $20^\circ$  左右，推測應是上方舊崩滑材料所堆積而成的崩積坡，其上並無明顯的水系發育，坡面大致完整；而填土區位置則是稻田。從民國八十三年航空像片基本圖顯示（圖 9），本區正在進行規模的挖填方工程，後方山脊的高程已由 100

公尺降為 90 公尺，而且坡面並未依一般土地開發之分階整坡作業進行，推測人工整坡時已造成順向坡之滑動（紀宗吉等人，1998a）。

滑動區的地質屬石底層的底部岩段（砂岩及砂頁岩紋層）與大寮層頂部頁岩段之間，岩性由頁岩、砂岩及砂、頁岩薄葉互層所構成（照片 2），由於岩性軟弱，容易受風化及侵蝕作用影響，因此出露地區常成為谷地地形。整體來說，滑動體附近基地之岩性相當單純，以頁岩及砂岩、頁岩的互層與薄葉互層為主，間夾薄至中層砂岩。頁岩一般呈暗灰至灰黑色，有時富含有機物，成為炭質頁岩。薄葉互層由白色粉砂岩與黑色頁岩所構成，所含砂岩最大厚度約 1 公尺，但通常在 30~40 公分以下，最薄者僅約數公分。整個岩段的頁岩較砂岩發達，且往上漸出現粉砂岩與頁岩的薄紋層，這種粉砂岩與頁岩成薄層狀交互出現的地層，一般抗風化的能力較差，尤其是頁岩遇水容易軟化，因此非常容易形成潛在的滑動面，一旦坡腳被河流侵蝕或遭人為切除，便可能順著頁理面而滑動。從滑動面所量得的層面位態為北偏東  $78^\circ$ ，向南傾斜  $29^\circ$ ，與基隆河北岸汐止地區的區域性地層位態大致上相近。在本區量測得的節理組有三組，一組走向為北東  $30^\circ$  至  $35^\circ$  間，傾角幾近垂直狀態；另一組走向是北西  $55^\circ$  至  $60^\circ$ ，傾角也呈幾近垂直。節理密度自 10~20 公分至 1~2 公尺，前一組多出現於砂、頁岩互層中的薄砂岩層，另一組則多在頁岩中，不過此二組節理一般展距不長，和滑動的關係不大。另一組節理為南北走向的縱向節理，傾角陡直，此組節理延展良好，為本區域較明顯的節理。A、B 二滑動岩體即沿此節理分離。

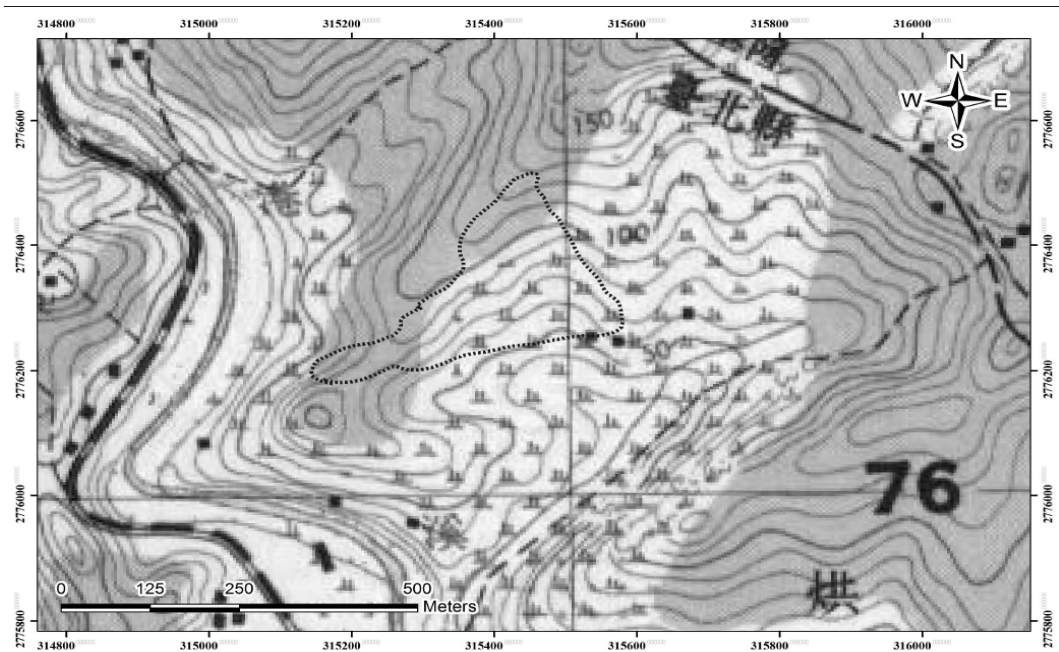


圖 8 新北市林肯大郡附近坡地社區開發前 1966 年二萬五千分之一地形圖（聯勤總部，1966）。（紅色點線範圍為林肯大郡順向坡範圍）



圖 9 新北市林肯大郡附近坡地社區開發時 1994 年五十分之一地形圖（農航所，1994）



照片 1 林肯大郡滑動體照片，滑動面為頁岩材料，滑動的冠部緊臨台電高壓鐵塔下方（照片位置請見圖 1）



照片 2 滑動區的地質材料主要是薄砂頁互層，風化後即呈鬆軟軟弱剝離狀態（照片位置請見圖 1）

## 二、1998年基隆健康博市順向坡災害

基隆市深澳坑路「健康博市」工地後方山坡，於 1998 年 8 月 17 日晚間 6 時許，瞬時發生大規模地層滑動，滑落的土石衝垮擋土牆，壓毀山腳下的工地，並波及工地東側「美的世界」社區（教孝街 3 巷）4 戶民宅，導致民宅外部結構嚴重龜裂損壞，二人受傷的意外事件（圖 10）。



圖 10 基隆市健康博市邊坡滑動範圍圖（④表示該張照片拍攝位置及方向）

### （一）地理位置與地形

健康博市社區基地位於基隆市信義區孝深里。省道 102 線於新北市瑞芳區，瑞芳西北方之深澳坑口折向西北西方向進入基隆港區；於圓坑附近分出一條略呈西北走向道路名為深澳坑路。健康博市工地即座落於深澳坑路末端之東北側，與座落於教孝街之「美的世界」櫛次鱗比。

基地附近之地形屬於地勢平緩的丘陵地。地勢呈北高南低，以基地北方約 800 公尺之槓子寮山（162 公尺）為最高，向南南西方向延伸一平坦稜線至東光山（122 公尺），此稜線亦為中正區與信義區的行政區界。此稜線於健康博市社區工地之北方轉折略呈東西走向，稜線的南坡傾斜與區域地層傾斜相近遂構成一非常

典型的順向坡地形（圖 11）。

## （二）區域地質

健康博市社區基地介於略呈東西走向之田寮港斷層，及基地西北方呈北東走向大致沿祥豐街向東北延伸之基隆斷層之間。基地及鄰近區域出露之地層主要為中新世石底層，以及整合伏於石底層之下的大寮層（圖 12）。

本區域之主要地質構造為四腳亭向斜及田寮港斷層、深澳坑斷層和基隆斷層。其中控制本區域地層分布者為四腳亭向斜。茲將本區域之地層與地質構造特性分述如次：

### 1. 地層

本基地區域屬於台灣西部褶皺衝斷帶的內帶。在上新-更新世時，受到菲律賓海板塊碰撞歐亞大陸板塊的作用，使得中新世地層先後形成褶曲與斷層構造；茲將本區域重要之褶曲與斷層敘述如次：

（1）褶曲：四腳亭向斜：本向斜通過本基地南方，向斜軸自四腳亭起，以東北東走向往東延伸至瑞濱海岸，全長約 6 公里，向斜軸微向東北傾沒。本基地位於四腳亭向斜之西北翼；且基地附近出露之地層受本向斜構造的控制，地層略呈東西走向，向南傾斜，傾角在 20~25° 之間。

（2）斷層：

①田寮港斷層：本斷層略呈東西走向，斷層全長約 4.5 公里，西段為基隆斷層所截失，東段止於深澳坑斷層。本斷層為一逆斷層，由露頭觀察到之斷層面向東南傾斜，傾角約 50 度；本斷層上、下盤大部分屬於石底層。

②基隆斷層：本斷層為一逆斷層，由基隆港大致沿祥豐街向東北延伸穿過和平島東南正濱里

（1）大寮層（T1）：本層以灰至青灰色細粒至中粒混濁砂岩或亞混濁砂岩與灰色頁岩及粉砂岩為主。砂岩呈厚層或中層，部分為石英質，甚為堅硬，常形成高數公尺乃至數十公尺之懸崖。頁岩多係灰色灰黑色，間與薄層細砂岩及粉砂岩構成相當厚度之互層，夾於形成懸崖的砂岩之間。

（2）石底層（St）：本層主要為淡灰色至灰白色細至中粒砂岩、灰色砂岩、深灰色頁岩以及灰白色粉砂岩或細粒砂岩與深灰色頁岩組成之薄葉互層。

### 2. 地質構造

附近而進入海域。在正濱里海洋大學附近公路邊，可見本斷層之斷面，傾向東南，傾角約 65°。本斷層之上下盤地層大部屬於大寮層。

## （三）環境地質

基隆市健康博市鄰近地區最早的环境地質資料為 1981 年中央地質調查所的臺灣坡地社區工程地質調查與探勘報告中的八斗子分區。該報告產製比例尺兩萬五千分之一地質圖（圖 13）、坡度分析圖、坡地社區開發建議圖（圖 14）。其中坡地社區開發建議圖顯示基隆市健康博市位於不宜開發區。構成不宜開發區的因素包括有斷層通過的區域、採煤區及附近、廢石堆集區及廢棄之煤坑道等。健康博市及其鄰近地區的环境地質圖於 1995 年製作完成-基隆市安瀾橋圖幅（圖 15），健康博市並非位於任何环境地質潛在災害標示範圍內。健康博市社區坡地在环境地質基本圖（圖 16）：包括基地北側有順向坡；在环境地質災害敏感區分布圖（圖 17）：包括有高潛勢岩屑崩滑區及高潛勢岩體滑動區。

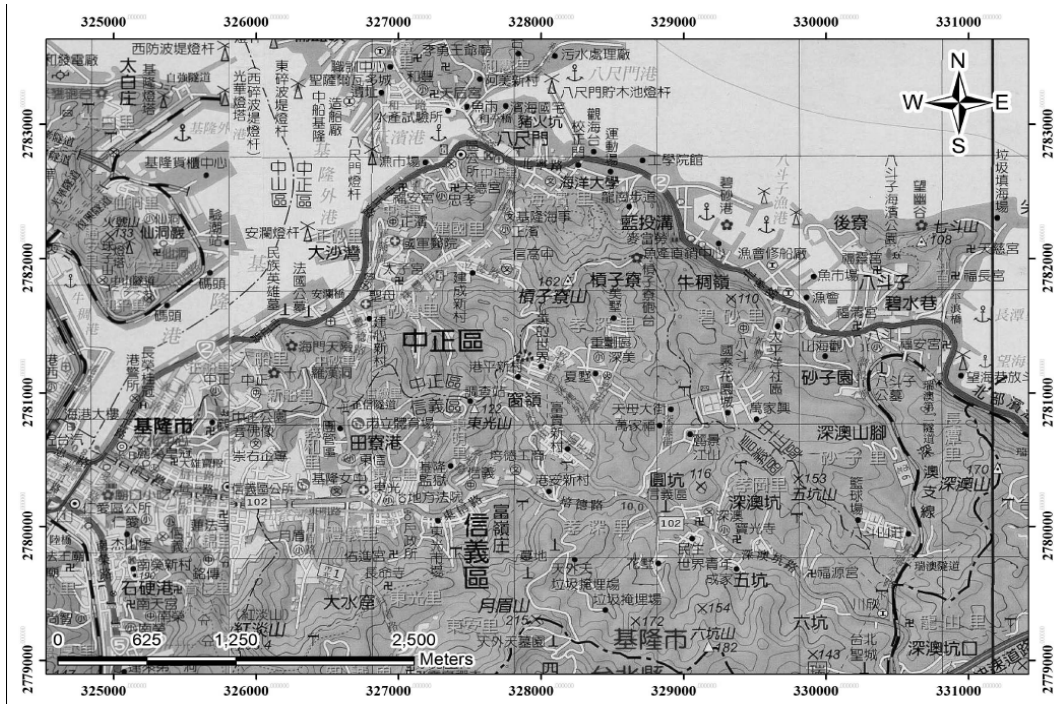


圖 11 基隆市健康博市附近地形圖（北島，2005）。（紅色點線範圍為案例順向坡範圍）

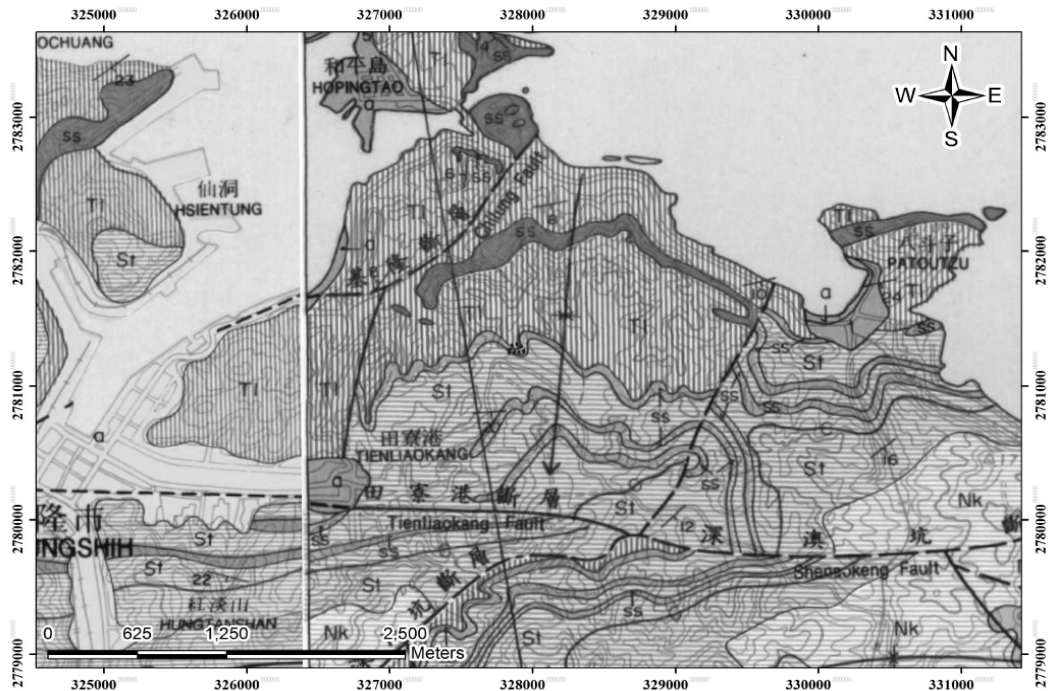


圖 12 基隆市健康博市附近五萬分之一區域地質圖（雙溪圖幅，1996）。（紅色點線範圍為健康博市順向坡範圍）

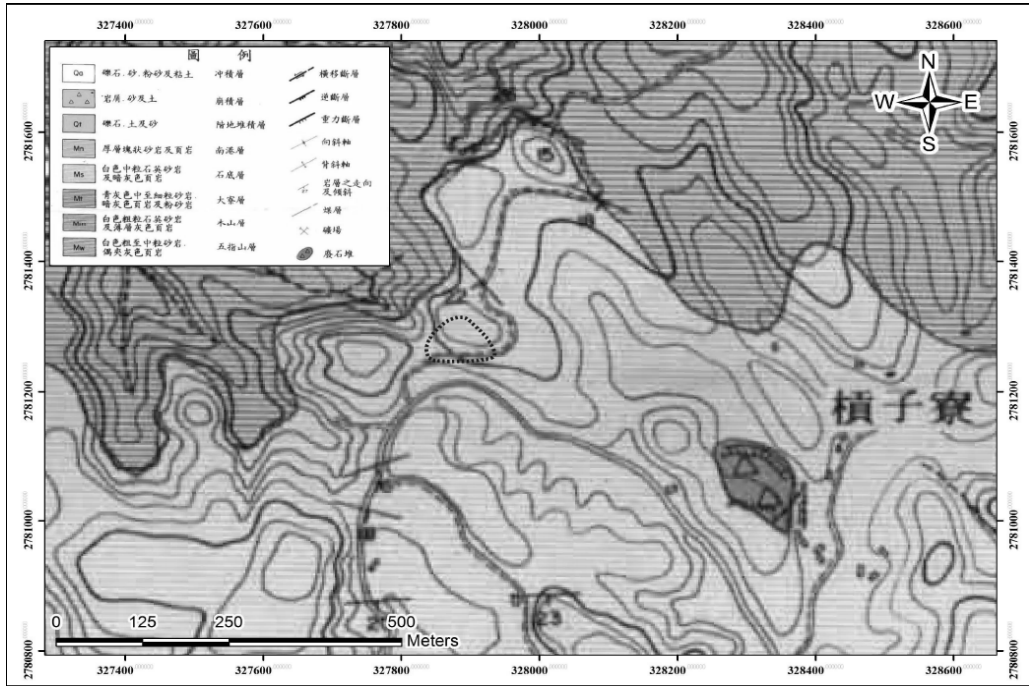


圖 13 基隆市健康博市附近 1980 年兩萬五千分之一地質圖—八斗子圖幅（經濟部中央地質調查所，1980）。（紅色點線範圍為健康博市順向坡範圍）

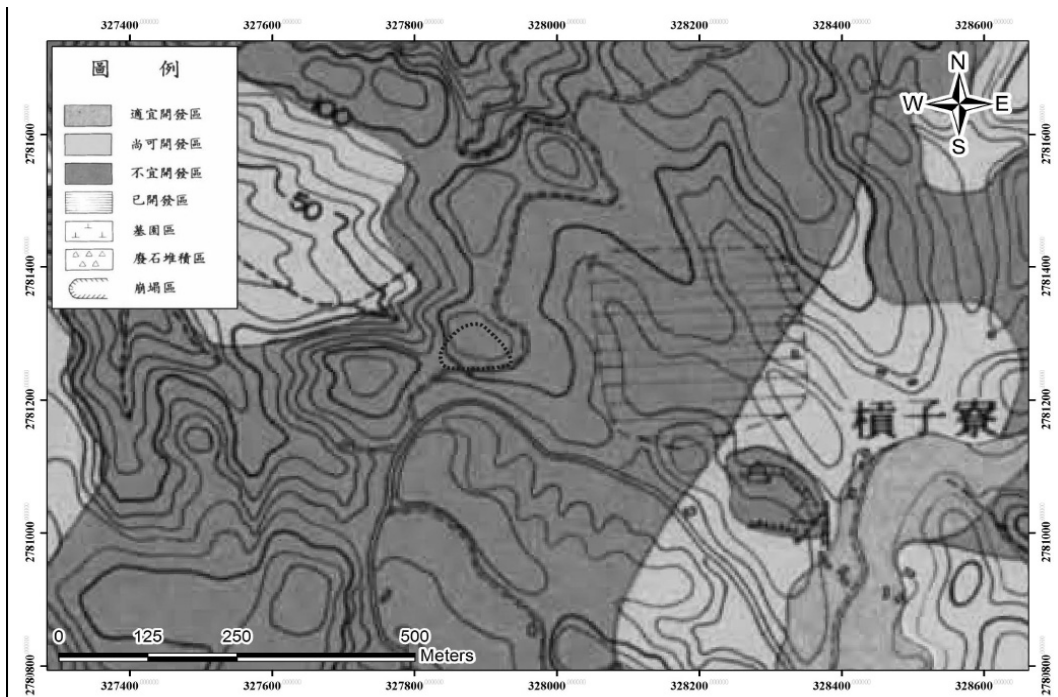


圖 14 基隆市健康博市附近 1980 年兩萬五千分之一坡地社區開發建議圖—八斗子圖幅（經濟部中央地質調查所，1980）。（紅色點線範圍為健康博市順向坡範圍）

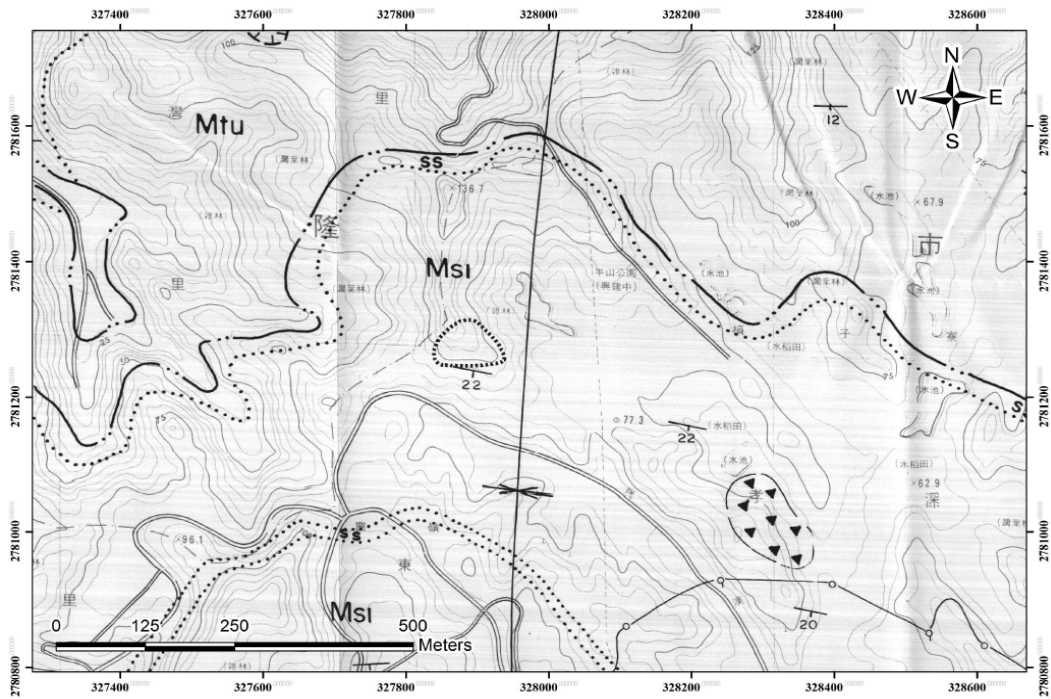


圖 15 基隆市健康博市附近五千分之一環境地質圖—安瀾橋圖幅（工研院能資所，1994）

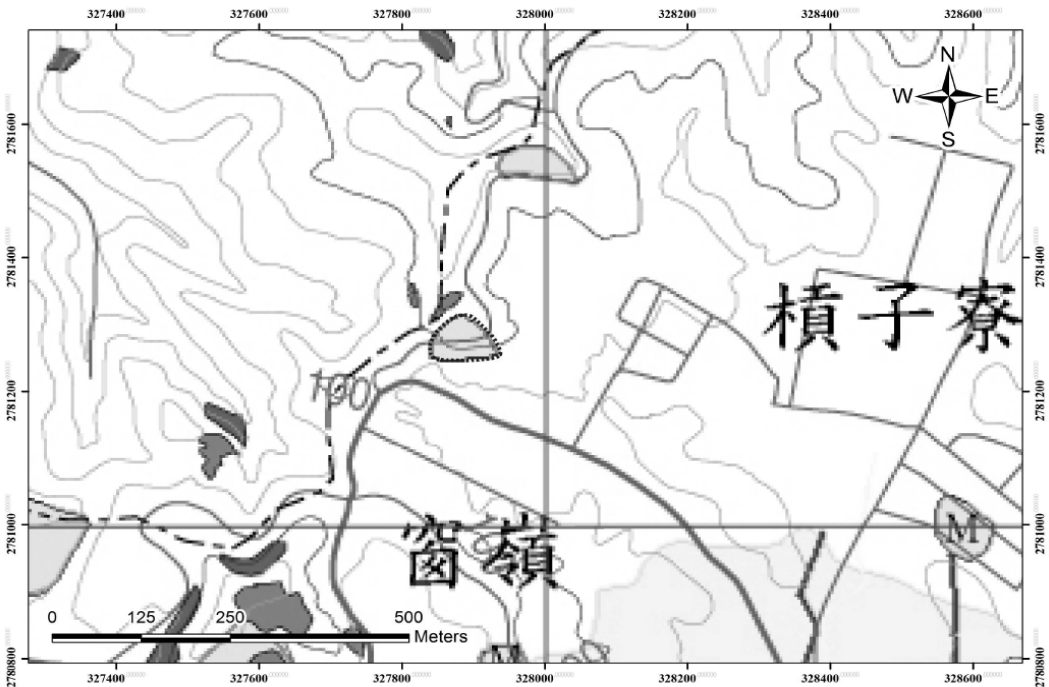


圖 16 基隆市健康博市附近一萬五千分之一環境地質基本圖—和平島（經濟部中央地質調查所，2008）。（紅色點線範圍為健康博市順向坡範圍）



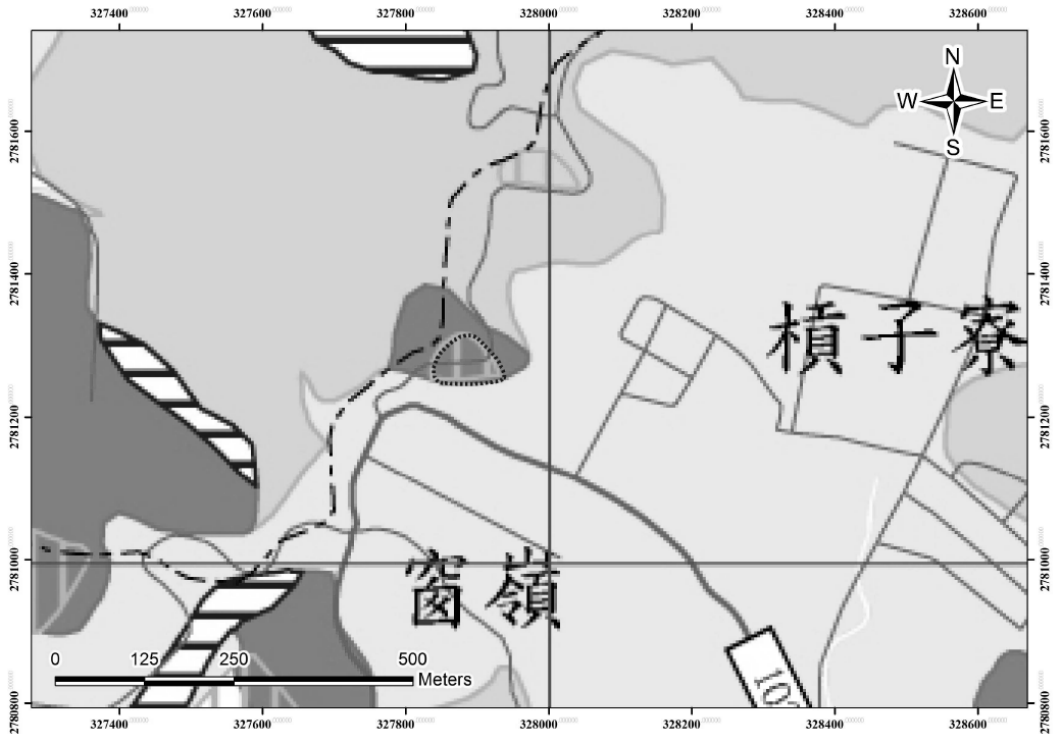


圖 17 基隆市健康博市附近一二萬五千分之一地質災害潛勢圖—和平島（經濟部中央地質調查所，2008）。（紅色點線範圍為健康博市順向坡範圍）

#### （四）工程地質

「健康博市」北側後方滑動山坡的範圍如圖 10 所示，東西寬約 100 公尺，南北縱長亦 100 公尺左右，面積約一公頃。滑動的山坡為一呈南北走向的小山嘴，在山嘴尾端接近工地的坡面走向轉為略呈東西方向，與地層位態一致。滑動的山坡上有一產業道路（現名立德路）通過，目前該道路亦因地層滑動而陷落中斷（照片 3）。地層滑動區的地層屬石底層的中三層白砂岩所間夾之灰黑頁岩、中至薄層白砂岩與砂、頁岩薄葉互層三者之互層所構成（照片 4），由於岩石特性，容易受風化及侵蝕作用影響，使得岩體變為軟弱。從滑動面所量得的層面位態為北偏西 80°，向南傾斜 24°。節理有二組，一組走向為北 70°西，傾角幾近陡直，節理

密度自 30 公分至 1 公尺；另一組走向在北 20°東，傾角陡直，節理密度自 60 公分至 2 公尺。此二組節理所產生的裂隙成為地表水滲入滑動面的通道，和本次地層滑動有極大關係。由現場調查結果顯示，山坡傾斜方向與地層位態一致，為一標準的順向坡地形。本次地層滑動顯然是屬於標準的順向坡滑動，滑動的距離最遠達二十餘公尺。在滑動崩崖與滑動體之間露出新鮮的滑動面，滑動面的地質材料為新鮮灰色頁岩所構成，在靠近坡面崩崖邊緣部份之岩體表層有土壤化的現象，新鮮的滑動面之上，則為高度風化的厚層砂岩與砂、頁岩互層組成的崩滑體。

本區地層滑動的原因與林肯大郡災變如出一轍，發生的時間為林肯大郡災害後滿一周

年的前夕，同為順向坡的坡腳遭人為切除，發生滑動是人與大自然爭地的結果，顯示無論是業主、主管機關及相關營造單位並未能完全學習與記取林肯大郡血淋淋的教訓，重新檢討進行中的開發行為並進行安全評估與補強設計。健康博市建築基地緊臨高陡之開挖邊坡，無適當之安全緩衝距離，如發生於完工居民住進之後，則後果將更不堪設想。據災害調查當時訪談當地居民得知，本次地層滑動在發生前已有徵兆，可是仍沒有採行適當的監測及防災措施，以致仍有鄰近住戶房屋受損居民受傷驚嚇的事件，應值得相關單位再檢討。

由健康博市案例得知，早期的 1981 年的坡地社區開發建議圖顯示基隆市健康博市位於不

宜開發區。1995 年的環境地質圖中，並非位於任何環境地質潛在災害標示範圍內，但是該圖並未針對順向坡進行判釋與圈繪製圖，在 2002 年新的環境地質此案例順向坡屬於高潛勢岩體滑動區主要的原因是因為人工整坡修坡開挖坡腳造成順向坡坡趾自由端露出。

為了解人工挖填健康博市社區及鄰近地區開發的影響，根據聯勤總部 1966 年出版之二萬五千分之一地形圖（圖 18），顯示健康博市所在的確是順向坡地形，但其東側人為開發社區教孝街一帶則是位於稻田位置，故其基地範圍主要是位於填土區，不致產生順向坡災害問題。

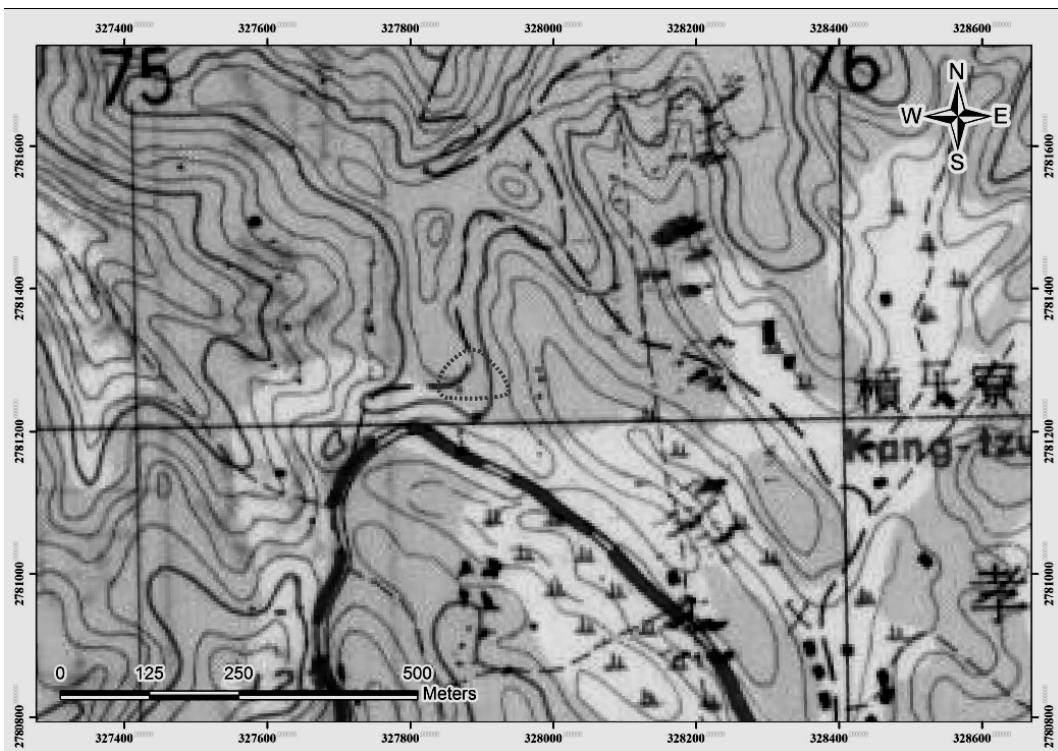


圖 18 基隆市健康博市附近坡地社區開發前 1966 年二萬五千分之一地形圖（聯勤總部，1966）。（紅色點線範圍為健康博市順向坡範圍）



照片 3 健康博市滑動體照片，照片右上方為崩崖及滑動面，右下方為受波及之教孝街 3 巷房舍。左側為侵入基地之滑動岩體，岩體上仍有基地後方產業道路柏油路面之遺骸。(照片位置參見圖 11)



照片 4 健康博市滑動體照片，由崩滑體東北側往西拍攝順向坡滑入基地之照片，照片左側的集合式住宅是基澳坑路西南側。滑動體之地質材料主要是石底層的砂頁互層。(照片位置參見圖 11)

### 三、1998、1999年新店北宜路——土石流災害

1998 年 10 月 26 日凌晨，芭比絲颱風過境台灣，新店市北宜路二段 265 巷（美潭里）一帶，溪水挾帶土石、泥漿，從社區後方山溝，沖瀉而出，造成當地近百餘戶民宅，遭受土石、泥漿侵入，幸居民及時逃生，致未釀成傷亡（圖 19）。1999 年 6 月 19 日同一位置又再度發生土石流災害。

#### （一）地理位置與地形水系

新店北宜路二段 265 巷位於新北市新店區美潭里（舊名稻子園坑），隔北宜路與青潭里為鄰。北宜路二段 265 巷係沿一發源於青山社區，向南流向之一野溪的東側山腹開闢，向北爬昇至青山社區後接長春路；長春路西南向行經名人鄉村世界及大地世紀兩社區後於青潭國小附近，再銜接北宜路。

本區域地形上屬於新店丘陵，地勢低緩，高程在 200 公尺至 50 公尺之間。稻子園坑之東、北、西三面分別由低矮之稜線環繞，構成一畚箕形地形，開口向南近北宜路。此畚箕形之北側呈東西走向之稜線地勢較高；以東北角之大香山（280 公尺）最高，由大香山向西南延伸之稜線較為平直，高程遞降，至北宜路已降至 50 公尺。由大香山向西延伸至青山社區西側之無名峰（239 公尺）再折向西南延伸至名人世界社區又折向東南，至北宜路，高程已降至 50 公尺。稻子園坑發育有二條野溪；東側之野溪發源大香山。西側之野溪發源於青山社區西側之無名峰，二條野溪大致由北向南流，於稻子園坑社區之北側匯合後，出谷口注入青潭溪再匯入新店溪（圖 20）。

#### （二）區域地質

在褶皺逆衝斷層帶中的主斷層附近，常伴

生次要斷層而形成斷片構造 (imbricate slice structure)，在台灣北部的褶皺衝斷帶中亦可見兩側被斷層所圈合的斷片構造，在新店地區即有一兩側被斷層圈合的斷片構造，一般稱之為「碧潭斷片」。此斷片主要由略呈北東走向；構成一把弓箭之弦部的碧潭斷層和構成弓部的新店斷層所圈合而成，此弓箭之弦部指向東南方。本文所報導發生土石流區域即坐落在此斷片之中央部分。

本區域出露之地層主要為中新世大寮層和石底層；另大寮層下部所夾之玄武岩夾凝灰岩體則出露在本區域之東南緣新店斷層的上盤。

新店斷層及碧潭斷層為本區主要之地質構造，由於受到鄰近兩道斷層的擠壓作用，使得本區出露之地層地態相當陡峻，一般都呈高角度向北傾斜或高角度向南倒轉傾斜 (圖 21)。茲將本區出露之地層特性和地質構造分敘如次：

### 1. 地層

(1) 大寮層 (T1)：本層主要分布在本區域之東南側大部地區，地層略呈北東走向，向北或倒轉向南呈高角度傾斜。以深灰色至黑色頁岩，或砂頁岩互層為主，中段夾一厚度約 30 公尺之塊狀砂岩，部分地區之中段砂含鈣質甚為堅硬。頁岩中偶夾薄層細粒砂岩，頁岩風化後常呈洋蔥狀。本層下部夾有一厚層凝灰岩體，為海底噴發後之玄武岩流、火山角礫岩、凝灰岩等。

(2) 石底層 (St)：石底層整合覆於大寮層上，在本區域主要出露在大寮層出露的西北側。地層呈北東走向，向北或倒轉向南呈高角度傾斜。本層主要為灰色細粒至中粒

砂岩，灰黑色頁岩及灰白色細粒砂岩與黑色頁岩所組成之薄頁互層。在石碇附近，本層下部以一厚約 20 公尺之厚層細至中粒砂岩和下伏之大寮層頁岩區別。

### 2. 斷層

(1) 新店斷層：本斷層略呈東北東方向延伸，為一逆斷層，斷面向東南傾斜。從政大東北方起向南分為兩支，至安坑南側又會合在一起，因此二分支斷層所圈合之狹長地帶，即碧潭斷片。

(2) 碧潭斷層：本斷層北自政大東北方由新店斷層分出後，呈西南西轉西南走向延伸於新店頂城附近併入新店斷層。本斷層之層位落差及錯距均非常小，似乎為一沿向斜軸部斷裂之小規模向斜斷層 (synclinal fault)。

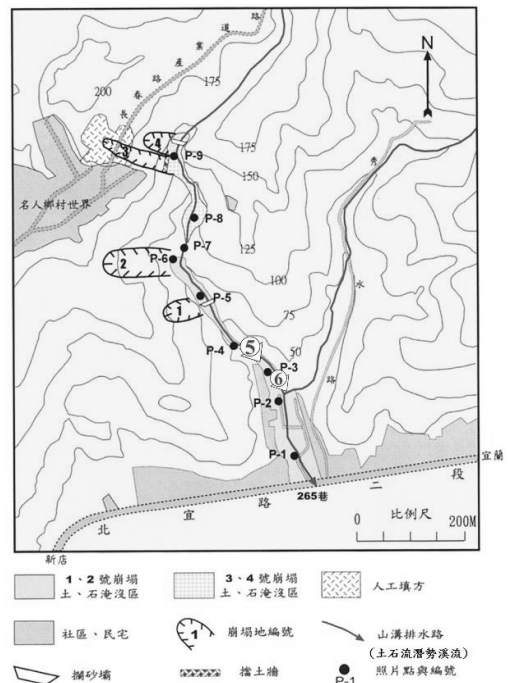


圖 19 新北市北宜路二段 265 巷土石流災害範圍圖

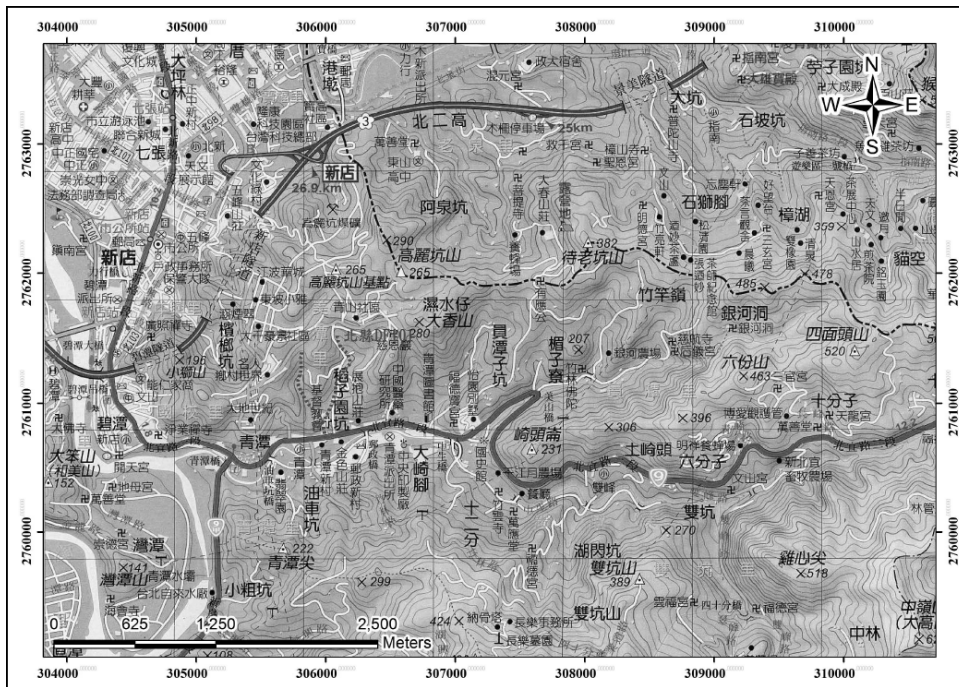


圖 20 新北市北宜路二段 265 巷附近地形圖（北島，2005）（藍色點線為土石流潛勢溪流範圍—水保局）

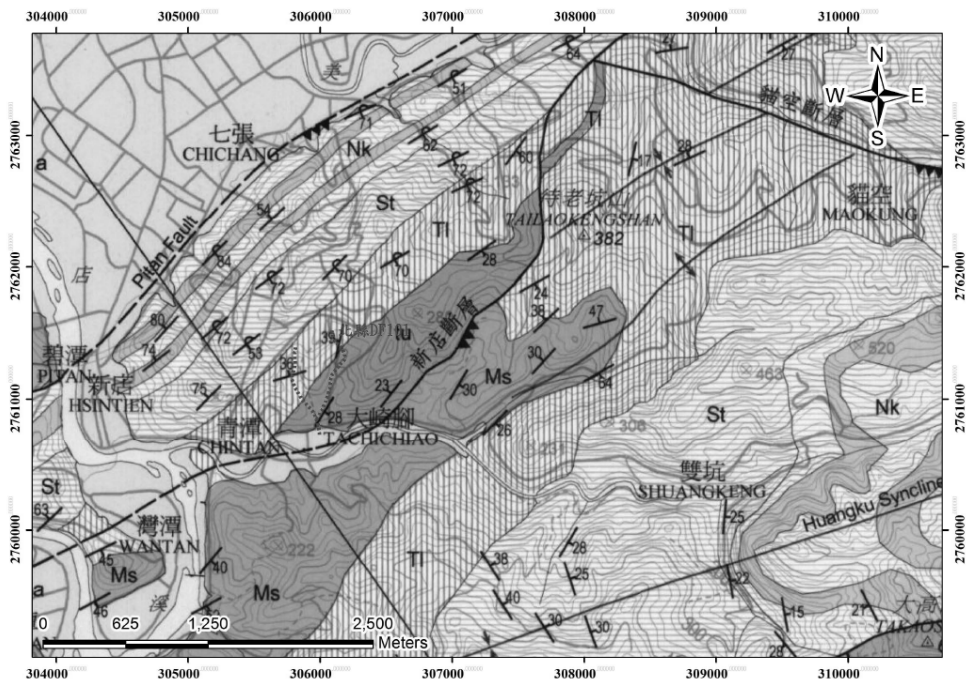


圖 21 新北市新店區北宜路二段土石流附近五萬分之一地質圖（新店圖幅，2000）（藍色點線為土石流潛勢溪流範圍）

### (三) 環境地質

新店北宜路土石流及其鄰近地區的環境地質圖於 1989 年製作完成-新北市新店、大崎腳二圖幅接合範圍內 (圖 22)，新店北宜路土石流東側野溪上游標示有填土區外，其餘地區並非位於任何環境地質潛在災害(崩塌地、填土、崩積土、煤渣堆積、向源侵蝕、指溝侵蝕、河岸侵蝕、礦坑分佈範圍) 標示範圍內。新店北

宜路土石流及其鄰近地區在環境地質基本圖 (圖 23):包括東側野溪上游標示有填土區外，在其他集水區坡面上有零星的岩屑崩滑；在環境地質災害敏感區分布圖 (圖 24) :包括集水區有高潛勢岩屑崩滑區及東西兩條野溪皆為土石流高潛勢區。

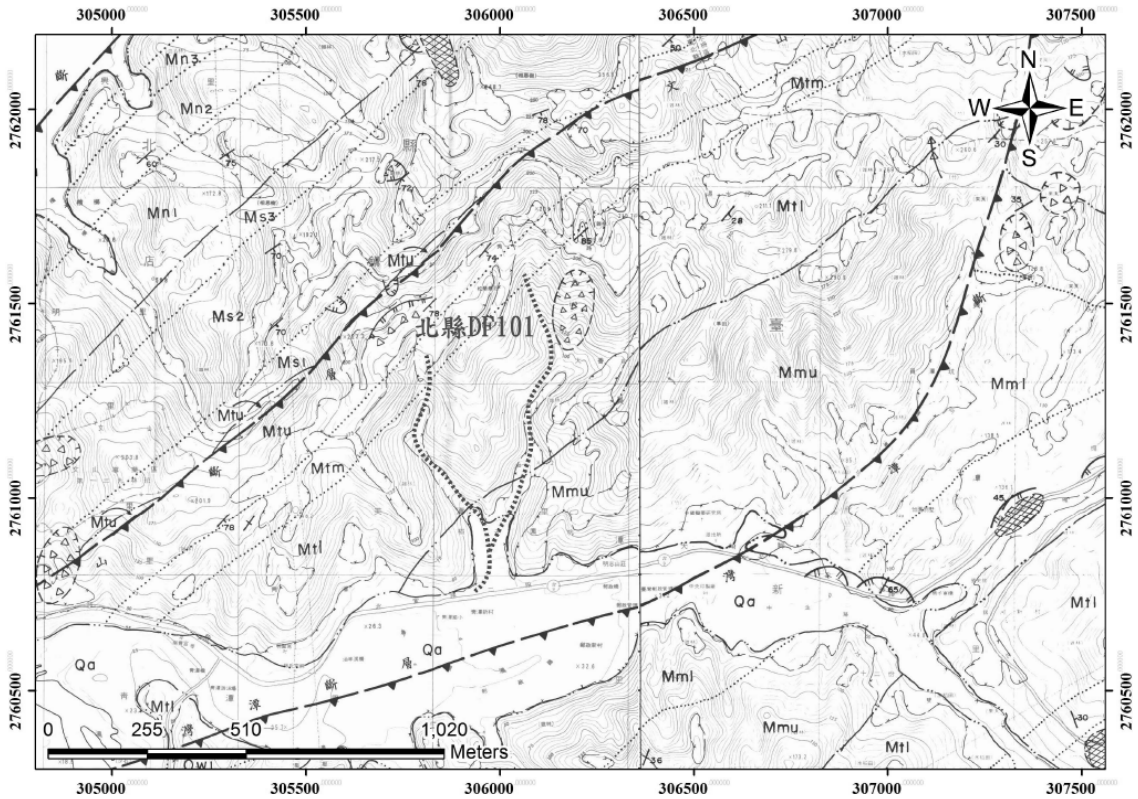


圖 22 新店北宜路土石流附近五千分之一環境地質圖—店大崎腳圖幅 (工研院能資所, 1989) (藍色點線為土石流潛勢溪流範圍)

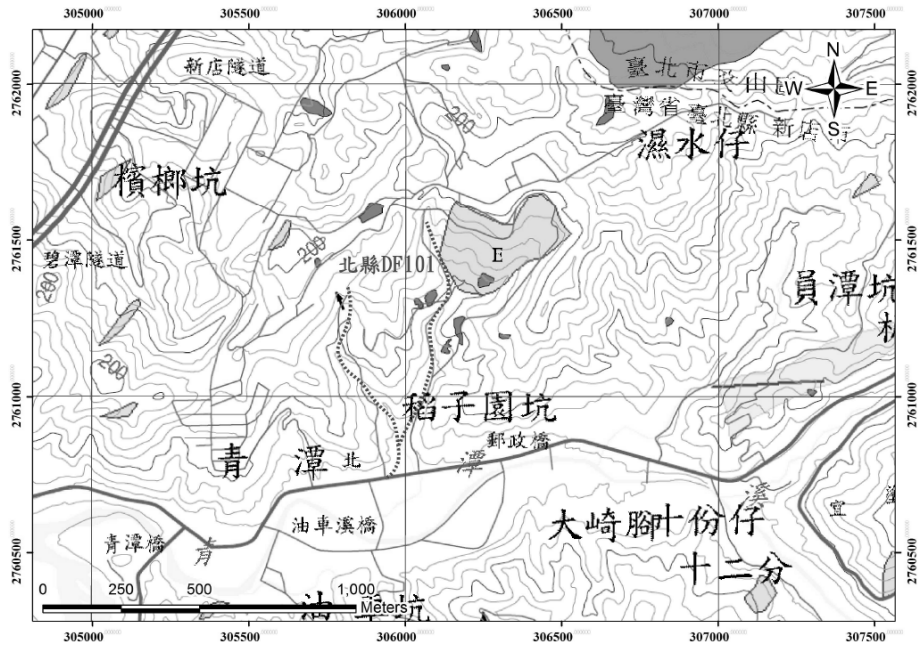


圖 23 新店北宜路土石流附近一二萬五千分之一環境地質基本圖—木柵（經濟部中央地質調查所，2008）（藍色點線為土石流潛勢溪流範圍）

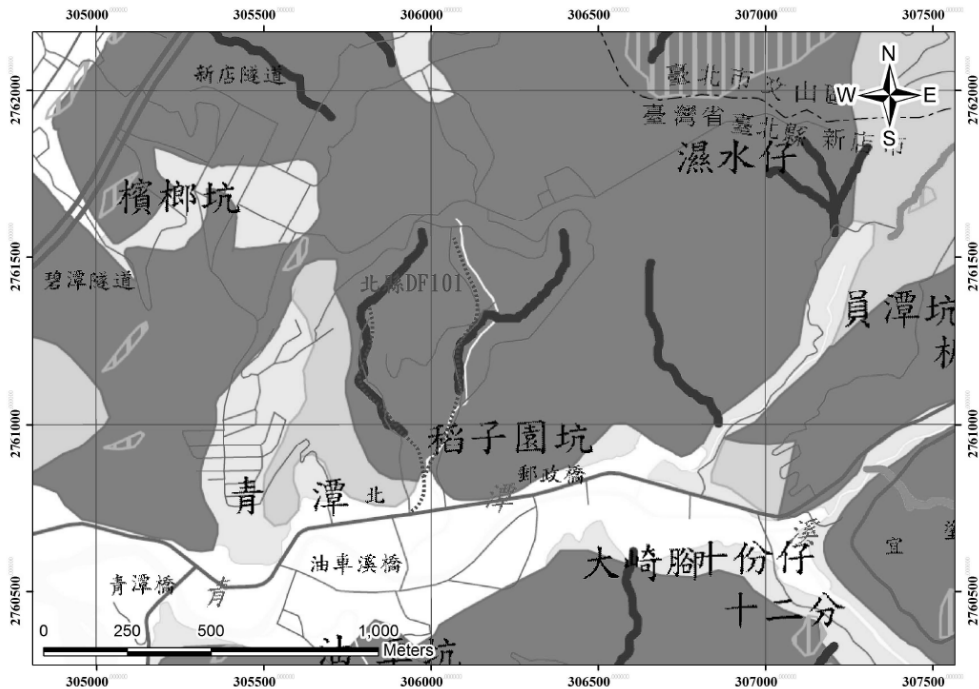


圖 24 新店北宜路土石流附近一二萬五千分之一地質災害潛勢圖—木柵（經濟部中央地質調查所，2008）（藍色點線為土石流潛勢溪流範圍）

#### (四) 工程地質

有關造成這兩次土石流災害的原因，經現勘認為與長春路產業道路回填之營建棄土的坍方直接有關，在發生土石流的西側野溪山溝中共有 4 處崩場地，崩塌滑落的材料直接成爲土石流材料來源，這些材料部份於 1998 年土石流災害中即已流出到達 265 巷之兩野溪會合河口，造成土石流沖積與堆積災害。265 巷 34 號位於西側山溝下游出口之溪谷中（照片 5），土石流沖瀉而下時，首當其衝遭土石流淹沒高度幾達 2 公尺深。土石流的組成主要以泥、砂及較小粒徑的風化岩屑爲外，尙包括營建廢棄材料，受淹沒的房舍外部未見明顯損壞。265 巷的住戶沿排水溝二側比鄰而建，住戶加蓋之房舍與排水溝爭地的結果，導致水溝寬度在居住區因人工束縮而變得狹窄致排水量能力縮減。當上游 2 條山溝流挾土石流流至山腳匯集，排水溝爲上游沖下之土石所淤滿時，溪水即氾濫成災（照片 6）。

由山溝出口往上游進入山區，舉頭所見，溝谷二側林木橫臥、土石淺蓋，溝底則爲土石、雜木所淤填。往上游，則土、石材料淤填情形逐漸減少。在經過一處小型攔砂壩後，溝中呈現大量的土石堆積物。第 1 處崩場地緊鄰攔砂壩的西側，崩塌範圍寬約 30 公尺，高約 20 公尺，崩塌的類型屬於風化崩積土的圓弧型滑移。當時在崩塌的趾部仍有大量的滑移土石堆積於河道上，在 1999 年土石流復發事件時，成爲引發土石流材料的來源。第 2 處崩場地距第 1 處崩場地上游約 50 公尺，此崩場地的規模甚大，崩塌範圍由坡頂至溝底，高差有 50 公尺以上，縱長在 100 公尺以上，寬有 3、40 公尺，

滑動的材料爲人爲填方的土石。在經過第 2 處崩場地之後，山溝向北轉折前往上游，此段山溝狹窄，坡度亦陡，溝中並無新的堆積物，但在距此處前方不遠，見大量土石堆積物出現。越過此處，地形上爲一窄谷的出口，山溝更爲寬擴，坡度也相當的平緩。在此一開擴的山谷中到處堆滿混雜的堆積物，包括土、石、樹木、建築廢棄物與各種家庭廢棄物等，應是來自上游，而暫棲於此地。由本處再前往上游，在越過一段落差達 20 公尺的山谷後，隨即又出現相連 2 處的崩場地，也就是第 3 和第 4 處崩場地，溝內則佈滿大小不同的岩塊，和崩落的土、石材料與破壞的擋土結構。第 3 處崩場地的崩場頭部位於長春路產業道路的上方邊坡，以致造成道路產生坍塌的情形。崩場地的外形狹長，落差約 50 公尺，長度可達 100 公尺以上，崩落的材料屬於人工的填方材料、雜物等。崩塌的底部曾設置擋土牆，亦因上方崩塌而傾倒。本崩場地依據外形研判，崩塌區的頭部爲圓弧型的滑移，之後崩塌物質爲順著原地形面的滑動。第 4 處崩場地緊臨著 3 號崩場地東側，崩塌的範圍較第 3 處崩場地小，高度雖僅約數 10 公尺，但寬度約有 4、50 公尺，崩落的物質主要爲高度風化的表土。由此二崩場所造成的崩積物，當時仍大量遺留於溝中，研判將會在下次的豪雨時伺機而動。事後證明，1999 年 6 月 18 日，北部地區連日豪雨，災害再度重演，265 巷 34 號的確又一次被土石流所淹沒（照片 7）。2011 年現勘顯示，西側野溪已進行河岸護岸工程及堤外原河床堆積區土石進行分階整地農用，265 巷 34 號仍在，但已人去樓空（照片 8）。



爲了解人工填土對北宜路二段土石流的影響，根據聯勤總部 1966 年出版之二萬五千分之一地形圖（圖 25），此稻子園坑之西側山溝源頭山崖非常陡峭，坑溝出口與青潭溪匯流口形成廣大向南凸之沖積扇並擠壓青潭溪主河道，暗示此坑之泥砂供給充足，常有土石從

集水區沖刷而出。由於稜線附近呈平緩嶺線地形特徵，引致人爲開發成爲社區，爲了聯絡社區所道路，只好填土興築，但由於野溪山溝上游坡度陡峭、向源侵蝕旺盛，很容易造成崩塌，提供土石流材料來源。



照片 5 新店北宜路土石流照片，照片右方爲 265 巷 34 號房舍。土石淹埋房舍高度約 2 公尺（1988/10/28）。



照片 6 兩條野溪匯流口下游之排水溝斷面由寬變窄的情況，顯示排水斷面因土地利用而束縮（1988/10/28）



照片 7 新店北宜路土石流照片（1989/06/19），照片右方爲 265 巷 34 號房舍。土石淹埋房舍高度約 1.5 公尺。



照片 8 新店北宜路 265 巷 34 號房舍現況（2011/10/1）

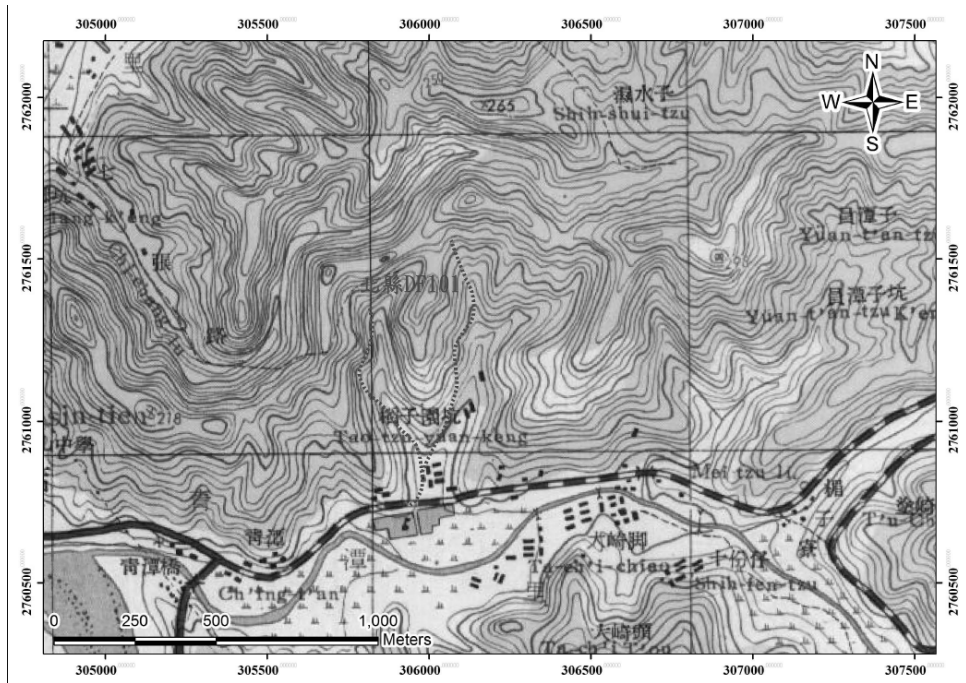


圖 25 新店北宜路土石流附近坡地社區開發前 1966 年二萬五千分之一地形圖（聯勤總部，1966）

## 肆、討論與結論

鑑於近年來坡地災害頻傳，爲了喚起社會大眾在坡地利用開發時，對坡地基地地質調查與安全評估之重視，根據此三案例的經驗，可以歸納以下五個重要心得：

### 一、岩性與地層：

本文所討論之林肯大郡及健康博市案例，其基地皆爲沉積岩組成之順向坡地質，由於人工開挖，造成地層中砂頁岩互層在坡腳被砍腳出露，由於此類砂岩與頁岩成薄層狀交互出現的地層，一般抗風化的能力較差，尤其是頁岩遇水容易軟化，因此非常容易形成潛在的

滑動面，一旦坡腳被河流侵蝕或遭人爲切除，便可能順著頁理面而滑動。中央地質調所 2002 年出版的比例尺二萬五千分之一的整合型環境地質資料庫圖層資料中的環境地質基本圖及環境地質災害敏感區分布圖，可以顯示出順向坡地質又研判了其滑動潛勢。因此當開發基地遇有高滑動潛勢的順向坡時，應避免再人工開挖坡趾（尤其是坡趾是砂岩與頁岩成薄層狀交互出現的地層），以杜絕順向坡災害的發生。既有坡地社區，應重新利用此圖資進行安全評估時，如果坡腳遭人爲切除，且坡趾材料是砂岩與頁岩成薄層狀交互出現的地層時，其邊坡擋土設施應定期監測及檢測及維護補強，以確保邊坡之穩定。

## 二、工址調查的範圍與內容—不應侷限於基地以內

本文所討論之三處坡地案例-包括順向坡與土石流，崩塌材料來源都非侷限於基地內，因此基地鄰地地區之地表地質調查十分重要。大規模順向坡一旦失去穩定而滑動，人工擋土設施通常無法抵擋，因此了解其規模十分重要。除此之外，基地所在集水區之環境水系、水文地質等特性也常是影響坡地安全之重要因素，這些資訊，在現有的環境地質圖資中尚未被強調，值得未來進一步研究發展。

## 三、環境敏感區之因應對策—還地於自然、居危思安、加強維護管理

本文所討論之三處坡地災害案例，都是人為開發在不適宜開發的地區所造成，在順向坡地區爲了爭取用地，砍斷坡腳加擋土護坡以增加平地面積；土石流谷口，人工設施占用行水區河岸及河口束縮，造成排水斷面不足，在環境敏感區災害一再重演。地質作用有其獨特的運行原理，容易發生山崩、地滑、土石流的地方，從此三處案例可知，其實是有跡可尋，對於這類天然災害，要如何能夠防災減災，避免災害一再發生的有效方法是預防勝於治療，事先透過地質敏感區的調查與圈繪，並加強安全評估。最好是不要將重要居住活動場所設置在環境敏感區內。如果既有社區已開發位於環境敏感區，則應居危思安，對居民加以提醒，告知其居住於環境敏感區之事實真相，並對區域內之邊坡擋土設施定期監測及檢測，如有變形不穩定跡象，應尋求專業技師之協助，進行安全評估及維護補強工作。

一般民眾如果關心自己的家園安全，可以參考以下參考資料，平時多注意居家周圍的邊坡及擋土設施是否有異狀發生。針對坡地社區的安全與自我檢查方面，陳宏宇（1999）、行政院農委會（1999）、內政部營建署（2010）所製作精美的小手冊，主要是供一般大眾自主檢查參考使用。除此之外，潘國樑（1993、2007）介紹坡地之環境地質分析與防災方面的基本原理與分析方法；廖瑞堂（2001、2007、2010）討論了坡地災害防治與監測對策。

## 四、鑑古知今吸取教訓—避免重蹈覆轍

健康博市案例發生的時間是在林肯大郡案例後一年，一樣是順向坡人工開挖砍斷坡腳所造成的災害，很顯然地，人類並未從這些慘痛的經驗中獲取教訓。期盼國人在地質法立法通過後，不論是政府部門之公共工程、民間建築營造業者之土地開發、及一般民眾在坡地利用時，皆能主動避免坡地之盲目開發利用，以達到知災、防災、減災、國土永續利用之目的。

## 五、善用政府資源—居家安全自我檢查

地質法雖然已公布，但相當配套子法尚在部會協調，尚未正式上路。日後民眾對相關地質問題，建議可以進入地質調查所網頁點閱“地質資料整合查詢”，就可以得到相關資訊，以下摘錄該網站說明要查詢住家附近地質狀況，可利用網路資源查詢：

1. 中央地質調查所「地質資料整合查詢」：主要內容包含本所出版之五萬分之一基本地質圖資，及二萬五千分之一都會區及周緣坡地環境地質圖。透過網際地圖服務機制，可

同時在地質圖、道路路網、活動斷層位置、地質敏感區等查詢圖層下直接套疊，以便於查詢住家附近地質資料。

2. 臺北市政府大地工程處「山坡地環境地質資訊系統」：提供臺北市山坡地範圍內之災害敏感區分布圖、環境地質圖、坡度分級圖、山崩潛感圖及土地利用潛力圖等資料，比例尺為五千分之一，北市居民可直接由地籍地段來查詢。
3. 行政院農委會水保局「土石流防災資訊網」：內容包含土石流警戒區、土石流分佈、即時雨量、衛星雲圖及土石流相關資訊，可查詢住家是否位於土石流警戒區內。

一旦發現自家處於地質敏感區時，不必過度擔憂，由於各類環境資料庫之比例尺較小且僅調查圈繪地質敏感因子，對於已進行處理或整治完成之相關資料在圖面上並無呈現，應先自行觀察倘若仍有疑慮時，建議委託專業機構進行相關之調查及整治工作。

## 伍、參考文獻

- 紀宗吉、陳文政、劉桓吉、林朝宗（1999）。新店北直路土石流災害。**地質**，第 19 卷，第 2 期，第 49-57 頁。
- 洪如江（2007）。初等工程地質大綱（第四版）。**地工技術研究發展基金會**。
- 洪如江（1999）。坡地災害防治。**防災型科技計畫辦公室 - NAPHM-M001**。
- 陳宏宇（1999）。山上的房子。中國地質學會。
- 行政院農業委員會（2001）。山坡地水土保持設施自行檢查手冊。
- 內政部營建署（2010）。坡地社區安全居住手冊。
- 林朝宗（2010）。解讀地質法。**地質**，第 30 卷，第 1 期，第 41 頁。
- 林朝宗、紀宗吉、鄒佩珊（2000）。臺灣山崩災害專輯（一）。經濟部中央地質調查所。
- 潘國樑（1993）。應用環境地質學。地景企業有限公司
- 潘國樑（2007）。山坡地的地質分析與有效防災。科技圖書股份有限公司
- 劉桓吉、紀宗吉（2003）。坡地住家安全檢查DIY。**地質**，第 22 卷，第 1 期，第 62-69 頁。
- 廖瑞堂著（2001）。山坡地護坡工程設計。科技圖書股份有限公司。
- 廖瑞堂著（2007）。坡地災害防治對策及案例。科技圖書股份有限公司。
- 廖瑞堂著（2010）。探索山坡地-坡地安全的故事。中興工程科技研究發展基金會。
- 經濟部中央地質調查所（2008）。都會區及周緣坡地環境地質資料庫圖集說明書及圖集。
- 經濟部中央地質調查所（1981）。臺灣坡地社區工程地質調查與探勘報告。
- 紀宗吉（2010）。鑑古知今全臺重大順向坡滑動歷史事件簿。**地質**，第 29 卷，第 2 期，第 24-27 頁。
- 紀宗吉、林朝宗、劉桓吉（1998a）。林肯大郡地層滑動災變原因之探討。**地質**，第 18 卷，第 1 期，第 43-58 頁。
- 紀宗吉、陳文政、劉桓吉、黃健政（1998b）。基隆市健康博市社區地層滑動災變現場勘查報告。**地調所網站資料**。

# Three case studies of slope failure in northern Taiwan—Engineering geologist’s View

## Abstract

In recent years, growing population and expansion of settlements and infrastructures over hazardous areas have largely increased the impact of natural disasters in our country. This force our government to enact a law “Geological Law”, that stress the importance of national hazard mitigation through identification of hazard-proned area and require natural hazard should be assessed by planners and decision makers from the early stages. Therefore, the government or related institutions have the responsibility to provide, promote and disseminate information to public about natural disasters mitigation. The hazard information should be translated into maps and easily understood by planners, decision makers, public and other disaster management stakeholders.

The objective of the paper is to evaluate published multistage geographical, geological, and environmental susceptibility maps and highlight the importance of engineering geological investigation through three landslide disaster case studies in community on landslide-proned slope land area in Northern Taiwan.

**Keywords:** landslide disaster, engineering geology, environmental susceptibility maps, Lincoln community, Jengkang community, Beiyi road

