

# 重大山崩災害潛勢地區災害模擬與監測(3/4)

## Simulation and Monitoring in Areas Susceptible to Landslide Hazard (3/4)

主管單位：經濟部中央地質調查所

林美聆                      王國隆                      廖瑞堂                      余炳盛  
Lin, Meei-Ling      Wang, Kuo-Lung      Liao, Jui-Tang      YU, Bing-Sheng  
國立台灣大學                      青山工程顧問有限公司      國立台北科技大學

### 摘要

有關山崩敏感區的研究，過去多以山崩發生的潛勢或潛感性地區為主要對象，對於山崩發生後之堆積範圍、可能危害之保全對象等少有考量。檢視國內多次重大山崩災害事件如草嶺、九份二山、新竹土場部落等可以發現，除山崩滑動區的辨識之外，山崩堆積區對於保全對象直接或間接危害的影響更不容忽視，顯見潛在山崩滑動範圍與堆積影響範圍，皆應考慮劃設為山崩敏感區。山崩潛勢範圍國內外以往已有豐碩研究成果，其主要考量為地形、地質等環境因素以及豪雨、地震等致災因素，有關山崩行為的境況模擬，為界定山崩堆積影響範圍的關鍵，依據其結果進行風險評估，更為劃設山崩敏感區之重要參考。國內目前在山崩災害潛勢地區境況模擬與風險評估尚缺乏系統性研究，本計畫自 96 年度起連續四年，針對國內具有重大山崩災害潛勢之地區，擇定四處案例進行調查、監測與山崩災害境況模擬與風險評估工作，以推廣至其他地區及案例，並提供山崩敏感區劃設的重要參考。第一期研究區為廬山岩體滑動區，於廬山岩體滑動區進行 8 孔合計 500 公尺鑽探並裝設現地監測儀器及架設監測展示系統，於地質調查成果方面，繪製比例尺兩千分之一地質圖，此外，開發邊坡遙感探測監測方法並建立廬山岩體滑動區風險評估初步模式；第二期擇定和雅岩體滑動區為研究區，除持續監測第一期廬山研究區外，於和雅岩體滑動區亦規劃設置監測系統並擴大應用第一期工作成果於第二期研究區；第三期除進行前期持續性工作外，擇定丹鳳山落石風險區為研究區，進行落石區之監測、數值模擬及風險評估。

關鍵詞：潛勢範圍、堆積區、境況模擬、風險評估、監測

### Abstract

In the past, researches on the landslide potential mapping focused major on the potential or probability of landslide occurrence. The run-out zone and landslide risk elements are not fully considered. In addition to the landslide slipping area, the effects to deposition area cannot be ignored while mapping landslide susceptible area in cases such as Tsao-Ling, Chiufenerhshan, and Tu-Chang cases. It is obvious that both the potential sliding area and run-out zone should be considered as landslide susceptible area. Researches on potential landslide areas have been conducted by adopting the

environmental factors such as geomorphology and geology, and the disaster-triggering factors such as torrential rain and earthquake. The results of the scenario simulation and the subsequent risk assessment are essential factors for mapping of landslide susceptible area, and such systematic research on the landslide scenario simulation and risk assessment has not been well established in Taiwan. The objective of this project is to establish such model, and four sites with previous landslide hazard were selected for research starting from 2007 for 4 years. The works include geological investigation, field monitoring, landslide scenario simulation, and risk assessment. The results of the research will provide important information for other potential landslide cases and mapping of susceptible area.

The study area of year 2007 is the Lushan rock slide area. A total of 8 boring holes with a total of 500 meter rock core are drilled, in-situ monitoring instruments are installed and monitoring result information system website is constructed. The 1:2000 scale geological maps are produced. The remote sensing methods for landslide monitoring are developed, and a preliminary model for the Lushan rock slide risk assessment is established. The study area of year 2008 is Herya rock slide area. Danfon rock fall site is selected as the study area of this year. In addition to the continuing works of Lushan and Herya areas, field monitoring system are established and risk assessment model is performed on the rock fall case study.

**Keywords** : potential area; run-out zone; scenario simulation; risk assessment; field monitoring

## 一、前言

鑑於國內缺乏山崩災害潛勢地區有關境況模擬與風險評估之系統性研究，經濟部中央地質調查所(以下簡稱地調所)自 96 年度起以四年的時間，辦理「重大山崩災害潛勢地區災害模擬與監測」(以下簡稱本計畫)，針對國內具有岩體滑動型與落石型之重大山崩災害潛勢地區，擇定四處進行地形與地質調查、崩塌地判釋，設置監測系統，並進行山崩災害境況模擬以及風險評估等工作。以建立較大比例尺基本資料，研判既有崩塌範圍，瞭解地質特性為主要工作目標。現地監測結合遙感探測技術，主要掌握滑動深度與滑動量化資料，並發展新式監測設備與方法及即時監看系統。依據前兩項工作成果所提供之資料，繼而進行山崩災害境況模擬與風險評估，其目標則在建立山崩災害潛勢範圍的評估方法、災害境況模擬之模式以及災害潛勢地區風險評估的方法，研究成果不僅可以推廣至其他案例應用，並可提供山崩敏感區劃設的重要參考。

## 二、基本資料調查

### 2.1 地形

本年度研究地區位於台北市北投區奇岩里丹鳳山，附近交通有奇岩路、崇仰路及

銀光巷可達區域邊緣，落石來源區則需利用登山步道到達。

調查區所在為標高約在 200 公尺以下之丘陵地形，由於附近出露之地層具有厚層砂岩，因而充份顯現沉積岩特有之單面山地形。調查區約中央位置有一東西向之稜線，可概略將區域一分為二，北側為逆向坡面，地形較陡，河道短，南側則為順向坡面，地形較緩，河道較長，研究地區地形圖如圖 1 所示。



圖 1、研究地區地形圖

## 2.2 區域地質

調查區域內主要為木山層 (Ms) 分佈，本層以白色中粒至細粒正石英砂岩或原石英砂岩為主，多呈厚層或塊狀，有時具有明顯之交錯層構造及含有暗紅色氧化鐵結核。灰黑色頁岩為另一較發達之岩層，常與砂岩構成互層。其另一特點為白色粉砂岩或細粒砂岩與黑色頁岩所成之薄葉互層甚為顯著。本層共含三可採煤層，均位於上部，岩層中並含豐富之炭質物及雲母碎片。地質構造方面，調查區內無大型之斷層或地質構造通過。本層厚度約 450 至 600 公尺，上、下分別與大寮層、五指山層接觸，皆為整合關係(黃鑑水, 2005)。

## 三、地質調查

### 3.1 歷年航照判釋

航照判釋分析目的主要為判釋崩塌地之地貌特徵，確認個別滑動岩體單元，以進一步瞭解崩塌滑動之機制與滑動規模。

#### 3.1.1 歷年崩坍

85 年的航照上可以觀察到兩處疑似崩坍事件，該兩處崩坍地崩落的方向大致為由北向南，產生的裸露地範圍於 86 年及 90 年航照逐漸縮小。

位於調查區域南側中間較大的崩坍地，經現場調查，應為順向坡局部的上覆砂岩層被侵蝕剝離後，導致下層軟弱的頁岩受大雨沖蝕崩坍的結果。由於該兩處崩坍沖蝕位於調查區域內的南邊的順向坡，不在本次調查重點的落石發生危險區域，對於本計畫落石研究沒有影響。

調查區域除上述兩處崩坍之外，於 85 年~90 年間並無發現其他航照可判讀之崩坍。而鄰近地區於 85~90 年的航照內亦無發現崩坍。

### 3.1.2 線性構造

從地形特徵來看，本區為一典型的順向坡，地層由北向南傾斜。在區域內可以發現許多明顯的線性構造，此等線性構造大致可以區分為三組，各組線性構造之意義說明如下。

航照上顯現的較主要的構造線主要具兩個方向性，分別約為：第一組之  $N35^{\circ}\sim 45^{\circ}E$  之走向，以及第二組之  $N35^{\circ}\sim 45^{\circ}W$  之走向。本地區地質調查時發現雖然節理位態分布較層理混亂，但大致可區分為 2 組，位態分別約為  $N45^{\circ}E/15^{\circ}N$  及  $N15^{\circ}\sim 25^{\circ}E/75^{\circ}N$ 。由於本地區之地形走向和坡向的關係，上述線性構造的走向與實際節理在地形面上的視走向大致吻合。而在野外地質調查時，並發現部分沖蝕溝的確沿著節理發展，也與航照觀察吻合。

另外一類重要的線型為由木山層厚砂岩所構成的順向坡的崖脊。在調查區域可以發現上、下兩層較為明顯的厚砂岩崖脊的線性構造，位於調查區域的中央位置。靠近西側無線電塔附近監測儀器設置的厚砂岩塊位於層位較高的砂岩層，而台北市政府另一處靠近東側設置監測儀器的丹鳳石從航照推測則可能屬於層位較低的厚砂岩層。

## 3.2 野外地質調查

野外地質調查工作以台北市政府 1/1000 地形圖為調查底圖，沿調查區內之登山步道進行，尋找地質露頭並加以記錄。圖 2 為調查區地質平面圖，由於調查區域內大部分之地表植生良好，僅厚層砂岩有較明顯之出露可供追蹤，其餘露頭均為小範圍出露，不易進行細部之分層，因此圖中調查區之地層分佈，除厚層砂岩 (Mss) 外，其他部分岩性均暫定為砂頁岩互層 (SS/SH)。調查範圍中共可區分出 3 層厚層砂岩，其中最下層之 Mss1 未直接觀察到露頭，係由地形及航照判釋推估所得，Mss2 為本區最主要之落石來源區，最上層之 Mss3 則小範圍分布在調查區西南角。另 3 層砂頁岩互層則夾於厚層砂岩間。

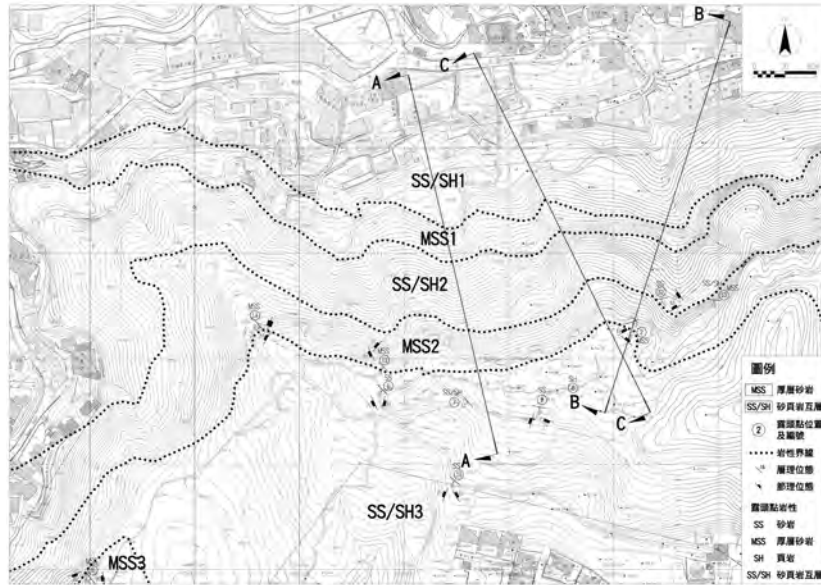


圖 2、丹鳳山研究區之地質平面圖

#### 四、丹鳳山研究區現地監測

##### 4.1 丹鳳山研究區監測規劃

丹鳳山研究區為本計畫年度新增及主要研究區，監測儀器之佈設，係選擇可能發生落石風險最高之北側落石區。經考慮落石發生時可能伴隨發生之傾斜及位移等現象，本計畫安裝之儀器型式皆為接觸式監測儀器，包括岩盤變位計、地表伸張計、岩盤傾斜計等，另為掌握丹鳳山區域之降雨資料，亦裝設一組雨量計。

##### 4.2 丹鳳山研究區現地監測成果

丹鳳山研究區監測方式採全自動之監測系統架構，現場之降雨、位移、傾斜等監測資料經由設置於現場之資料擷取器及無線資料傳輸系統，回傳監測資料至後端之監測資料伺服器，並經由本計畫建置之監測成果展示系統，取得即時之現場監測資料，監測成果展示系統之網頁畫面如圖 3 所示。

本計畫執行期間內，丹鳳山研究區之降雨並不顯著，僅於 8 月上旬莫拉克颱風期間及 9 月下旬連續豪雨期間之降雨較豐沛，當日最大累積雨量約為 105mm。

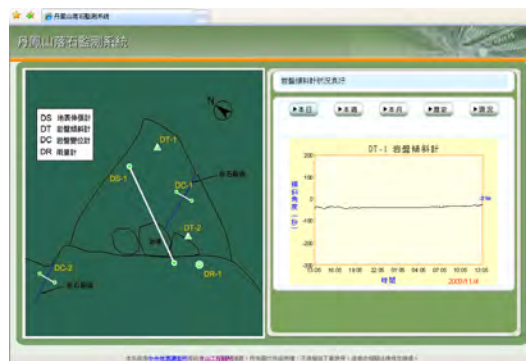


圖 3、丹鳳山研究區之監測成果展示頁面



## 五、落石境況模擬

本年度針對丹鳳山研究區進行落石境況模擬，為了瞭解落石掉落路徑與最終停留位置，在研究範圍內根據落石可能掉落之方向來選定地形剖面線，因此在研究區內選取多條剖面，再佐以地形高程數據，即可獲得各條剖面線之高程資料。當中由於使用之落石模擬程式 *RocFall* 為二維分析軟體，因此切取之剖面皆為直線。

### 5.1 *RocFall* 程式介紹

本研究在落石境況模擬部分，採用 Rocscience 公司開發的 *RocFall* 軟體進行分析。該軟體是一種對邊坡造成落石風險性評估的統計分析程式，可得知落石最終掉落位置及剖面中不同落石位置的動能、速度及跳躍高度等。以下為應用 *RocFall* 程式在邊坡落石風險分析之操作步驟及本研究應用該程式模擬落石模式及獲得風險危害圖之流程，如圖 4 所示。

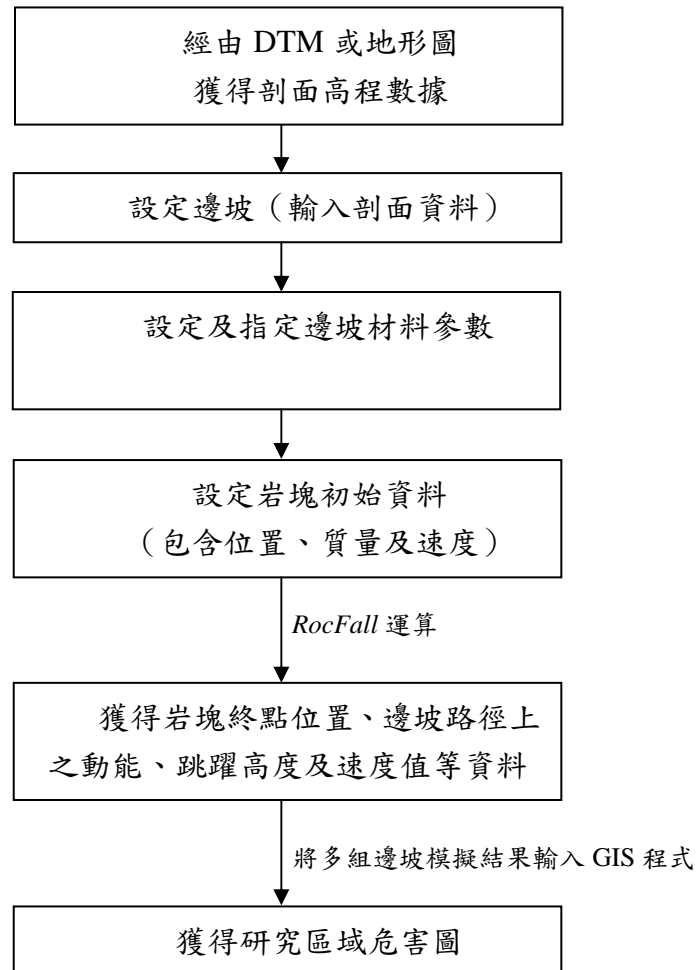


圖 4、落石境況模擬模式之流程

## 5.2 落石境況模擬結果

將研究區剖面之高程資料、落石塊掉落起始點，及假定落石塊大小為 35 噸下，透過 RocFall 軟體運算，則可將模擬之落石最終停留位置套用於 GIS 程式中，其結果如圖 5 所示。圖中可知大部份之落石仍僅掉落在發生區附近，僅剖面 1、2 及 3 有較多落石掉落至坡面的中下段，如剖面 2 之落石塊最遠者為距離發生處 200 公尺遠。

若以落石起始點為圓心，每隔 5 公尺畫出扇狀區，各剖面線之角平分線來劃分該扇狀區，可將研究區內之範圍分成多個區塊，在分別計算每個區塊落石停留顆數總數後，將結果標示於圖 6。該圖即為分析之剖面落石停留位置圖，此結果跟直接判釋地形圖之結果及現地勘查情形相當一致。

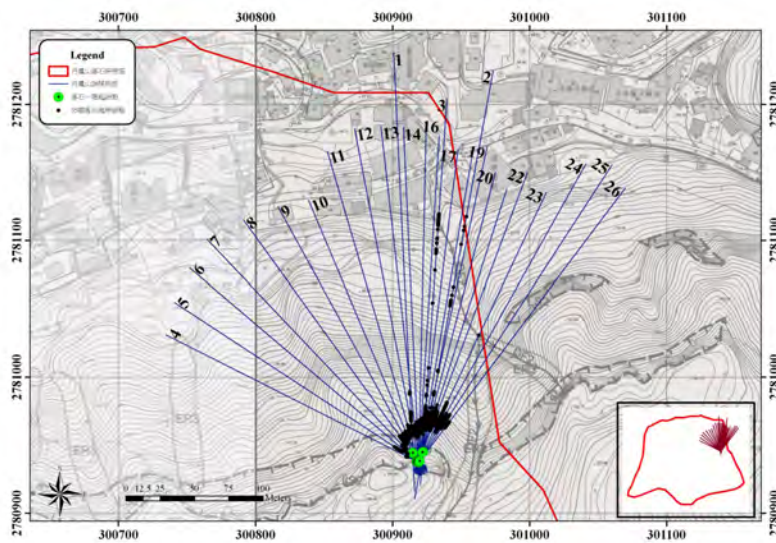


圖 5、落石模擬結果(落石塊為 35 噸)

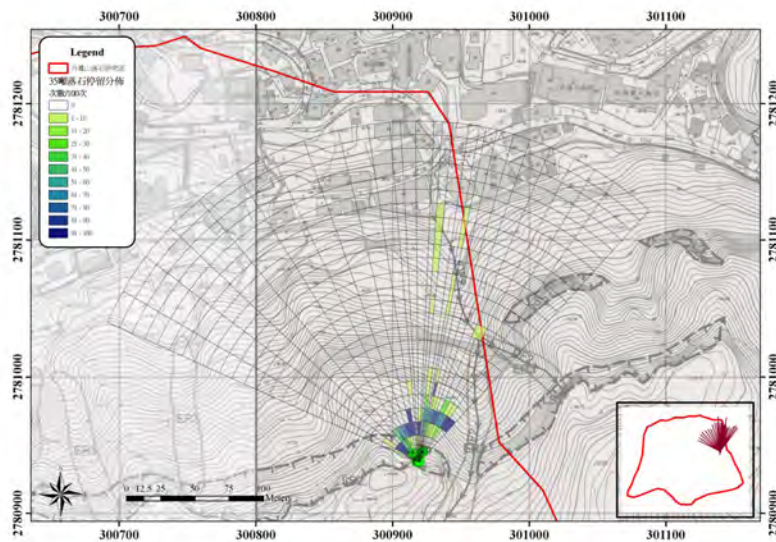


圖 6、落石模擬結果(落石塊為 35 噸)

## 六、落石災害風險評估模式建立

本計畫預建立山崩風險分析與管理對策研擬，第一期進行深層滑動與第二期順向坡山崩類型進行山崩風險評估，山崩風險評估需包括災害之發生機率與災害境況模擬兩部分，其分析成果有助於未來國土規劃及災害監測參考。本期針對落石型之山崩類型建立風險評估模式，以前期訂定山崩風險評估之流程，進行落石潛勢、發生頻率、影響範圍及損失各方面之評估。

### 6.1 落石風險評估流程

本期丹鳳山落石風險評估首先進行基礎資料彙整，包括歷史災害資料、土地利用、建物分布等社會經濟資料彙整；並進一步根據上述國內外文獻彙整，有關落石風險區之劃設，本團隊採用 *RocFall* 程式進行分析。利用該程式可獲得落石可能之速度、運動軌跡及衝擊規模等資訊，將針對丹鳳山落石潛勢區進行分析，決定落石衝擊影響範圍。再利用前述現地調查落石發源區與數值模擬之落石軌跡與影響範圍，套疊可能影響之保全對象，以進行影響範圍內潛在之最大損失評估。

### 6.2 落石災害發生機率

落石災害發生機率評估包括落石災害發生潛勢及發生頻率兩部分，其中落石災害發生潛勢結合現地調查結果與專家評估方式，決定丹鳳山之落石發生潛勢；落石發生頻率則利用丹鳳山周圍之山崩災害事件紀錄，以觸發事件之年平均發生機率評估該地區落石之發生頻率。

#### 6.2.1 落石災害發生潛勢

根據 RHRS 評分方法，丹鳳山經由現地調查結果，地形特徵（陡坡、坡高）、地質狀況（地質條件不佳）、土地利用（裸露地）評分皆屬較高評分，且確實有落石發生之高可能性，因此發生丹鳳山落石發生潛勢應屬風險評估方法之中級以上。然而，該方法僅針對該邊坡或該疑似落石單點發生之可能性，對於空間影響之災害潛勢，須藉由後續落石影響範圍空間發生機率分析方算完整。

#### 6.2.2 落石災害發生頻率

落石發生頻率需視歷史災害資料彙整結果，礙於丹鳳山研究區落石發生紀錄缺乏，因此在落石發生頻率需擴大區去以求取適當之發生頻率樣本數。因此藉由台北市山坡地災害之資料庫及國家災害防救科技中心災害資料庫查詢，根據 1996 年至 2008 年間共 12 年間九次事件引發 22 處災害點，平均年發生機率則為 0.75，就崩塌災害發生應屬頻率高。然而，若針對落石災害而言，調查紀錄 22 筆中落石災害僅有 6 筆紀錄，因此，若單純評估落石災害之平均年發生機率，應為 2001 年至 2008 年共 7 年時間共發生四次事件，平均年發生機率為 0.57；若以整體條件機率來估算，則 12 年內因落石災害造成之崩塌災害平均年發生機率為 0.33（亦即回歸週期為 3 年），在災害重複發生頻率而言，年發生機率 0.33 應屬於中高以上。



### 6.3 落石境況模擬模式

落石境況模擬是針對可能之落石塊，進行影響範圍評估及該範圍內之災損情況。落石影響範圍分析利用數值模擬方法，利用不同條剖面及每一剖面模擬該石塊 100 次墜落的結果，將其墜落位置、速度、彈跳高度及動能作為後續對於保全對象危害程度的評估。

#### 6.3.1 落石影響範圍分析

根據 RocFall 評估本研究結果，利用落石區塊統計停留次數，每一個剖面進行 100 次模擬試驗，最後墜落終點在網格內總次數，並利用地籍圖繪製之建物圖套疊，其結果如圖 7 所示。圖中落石主要墜落終點位置超過 50% 以上在半徑 60m 以內為最多，其中兩剖面最遠可影響到 190m 範圍，最多次數為 6 次。由落石運動模擬結果顯示，丹鳳山落實影響半徑範圍以 60m 為主要影響範圍，僅兩剖面約 10% 可達最遠 190m。另外，根據落石模擬結果之最大動能、速度與彈跳高度，後續可作為保全評估損失程度之評估。

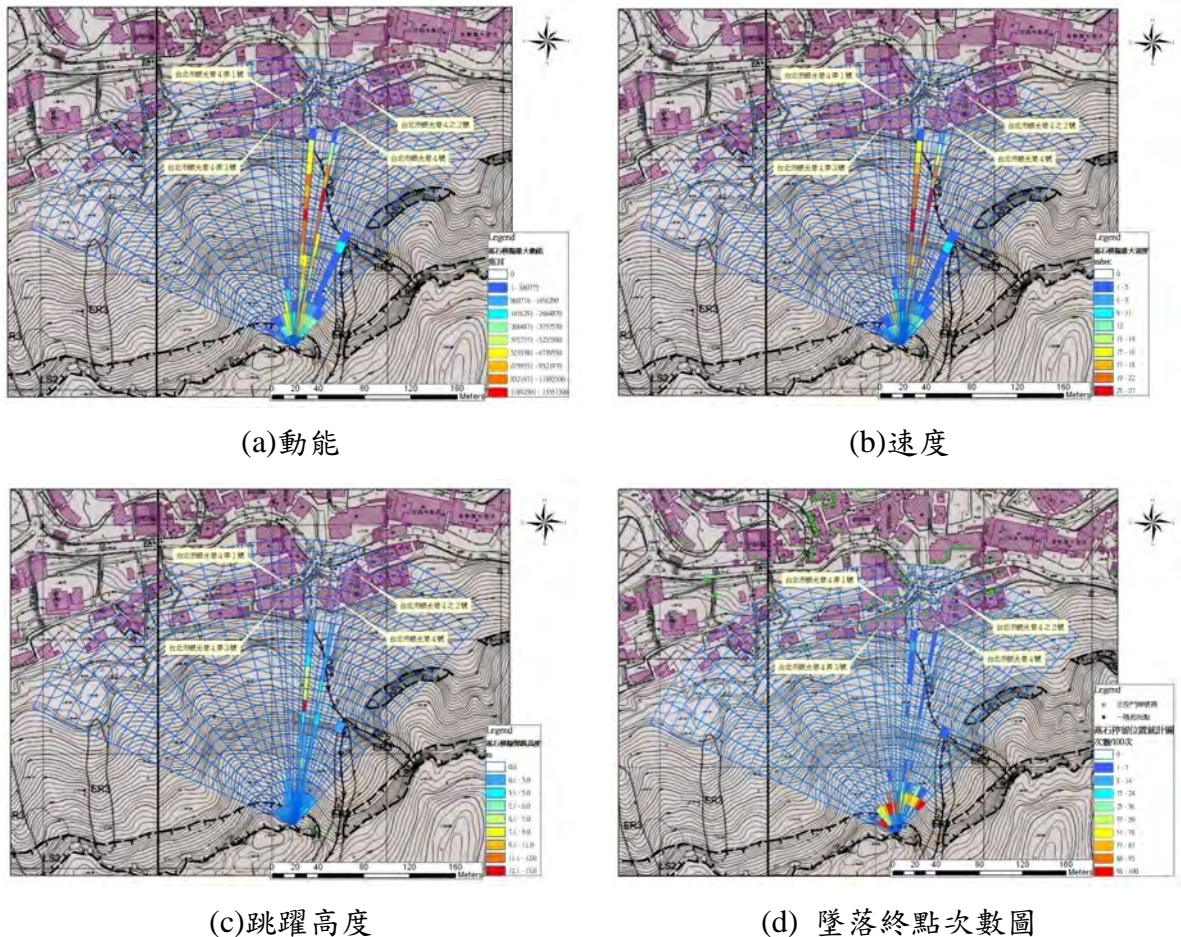


圖 7 丹鳳山落石風險危害圖

由於丹鳳山現地落石堆積區與歷史最遠之落石停留並無法明確得知，因此利用 RocFall 落石模擬結果，以落石高累積次數作為落石集中區，以其半徑劃定落石紅色影響範圍，並將模擬結果之最遠位置，作為最遠之影響範圍，劃定為黃色影響範圍，其

結果如圖所示，同時可能之最小涵蓋角度 (shadow angle) 約為 35 度，如圖 8 與圖 9 所示。

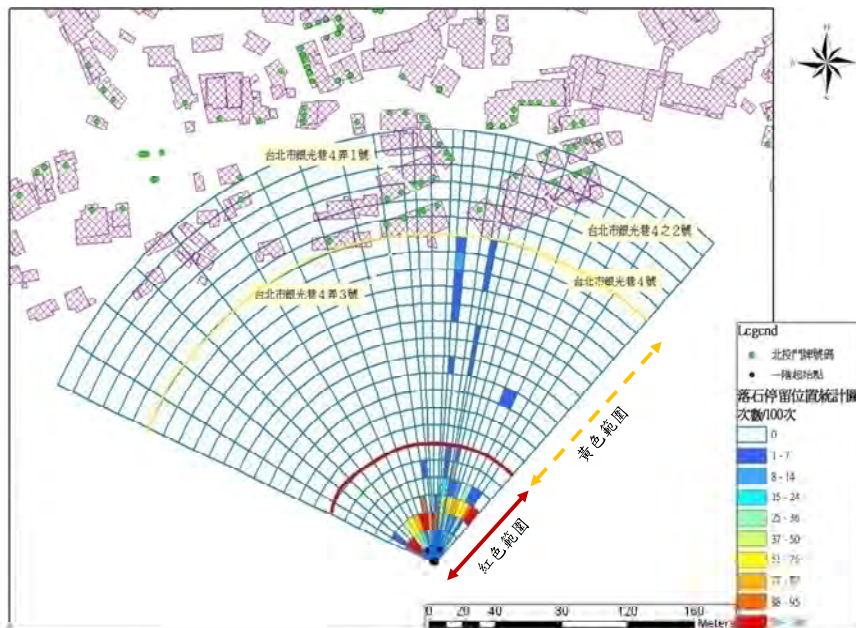


圖 8、丹鳳山利用 shadow angle 方法劃定落石影響區域

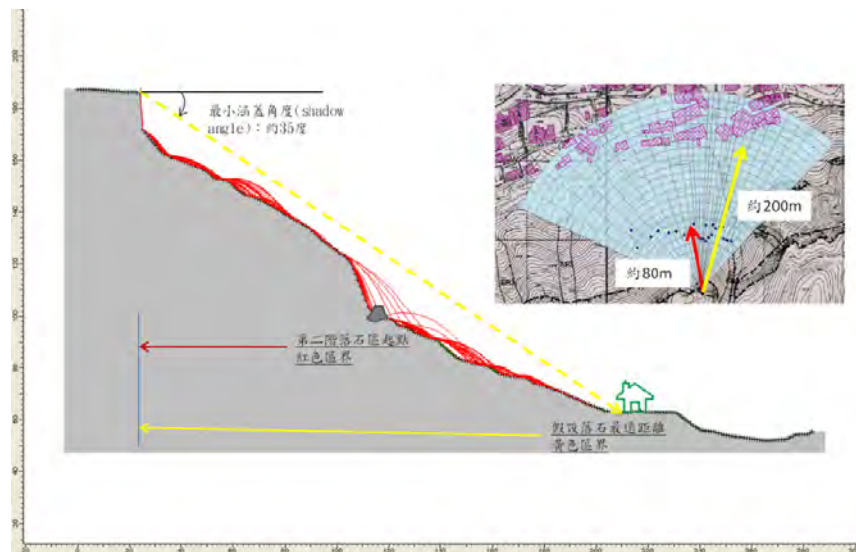


圖 9、丹鳳山利用 shadow angle 方法劃定落石影響區域

採用 USGS 建議方法，可以簡易劃出的落石影響範圍區域，但該方法需借重多次事件的現地調查結果，且須要有明顯之落石堆積區及最遠落石位置，對於高都市化之坡地社區而言，該方法有一定之限制使用，例如丹鳳山社區鄰近歷史資料雖有記錄落石災害，但該區在現地調查並無法明確取得兩區域位置。因此，本研究藉由 Rocfall 落石模擬軟體，整合 USGS 概念，以模擬堆積集中累積次數位置，作為劃定紅色影響範圍（高潛勢），並以模擬最遠到達之位置作為黃色影響範圍（中潛勢），其他地區為



低潛勢地區，分布如圖 10 所示，其結果不僅可以解決疑似落石災害影響範圍劃定之外，並可作為落石災害警戒區或土地利用規劃之參考。

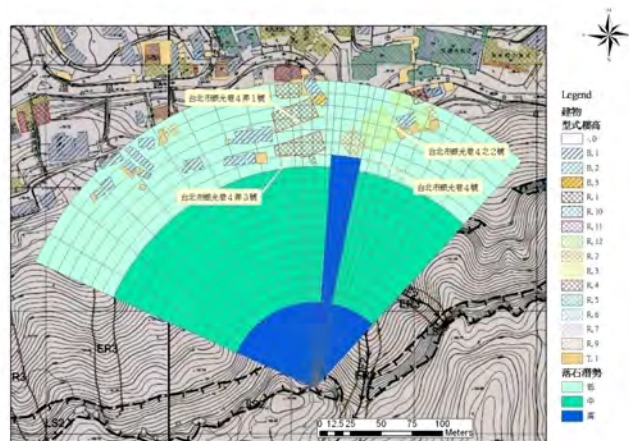


圖 10、落石潛勢區

### 6.3.2 落石保全損害評估

利用丹鳳山地區之地籍資料圖，可繪製建物分布圖之外，可見其建物之型式及樓高。根據建物套疊結果與Rocfall 程式模擬之結果，根據落石之最大動能（與速度相關）與彈跳高度，範圍並未危及建物。若考量落石移動距離較大之兩剖面，可能影響較大建物之門牌號碼為台北市銀光巷4號與銀光巷4弄1號至9號建物，但根據其動能、速度及彈跳高度圖來看，其危害建物程度應屬低。

另外，根據落石損失評估結果，丹鳳山邊坡屬於自然林，山崩受災害型態與廬山及和雅地區截然不同，經濟損失面為點而非面屬性，因此經濟損失方面定量分析並不容易，且丹鳳山影響範圍並未波及建物，若嚴格探討是可將其兩棟建物納入經濟損失考量，但土地評估方面應為喪失土地使用價值，應屬零損失；落石擊中建物機率不高，且高度在3m以內，應屬於半損狀態。根據模擬結果影響較大建物門牌為銀光巷四號鋼筋混凝土2樓構造物及銀光巷四弄1號的鋼筋混凝土4樓構造物。然而，由於風險矩陣圖（參閱第一期與二期成果），可將因有考量人員損失較高，因此一般建物涵蓋位置，其評定應為高損失，而自然林的部分則屬於低損失，其分布圖如圖 11 所示。

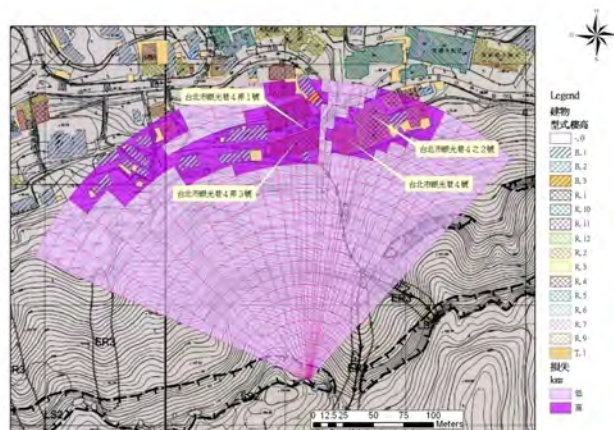


圖 11、丹鳳山損失圖

### 6.3.3 落石保全損害評估

由於落石風險評估方面，因丹鳳山之案例欲進行風險量化不易，因此風險矩陣圖，如圖12所示，仍適合於丹鳳山地區風險評估。根據風險矩陣圖評估結果，丹鳳山評分應屬於B與C級，將其落石發生潛勢與落石發生之損失套疊可得其落石風險圖，如圖18所示。

發生可能性 probability	高, High	C	B	A	A
	中, Medium	C	B	B	A
	低, Low	D	C	B	B
	非常低 Very Low	D	D	C	C
		非常低 Very Low	低 Low	中 Midium	高 High
		可能的損失 Potential Loss			

圖 12、風險矩陣圖

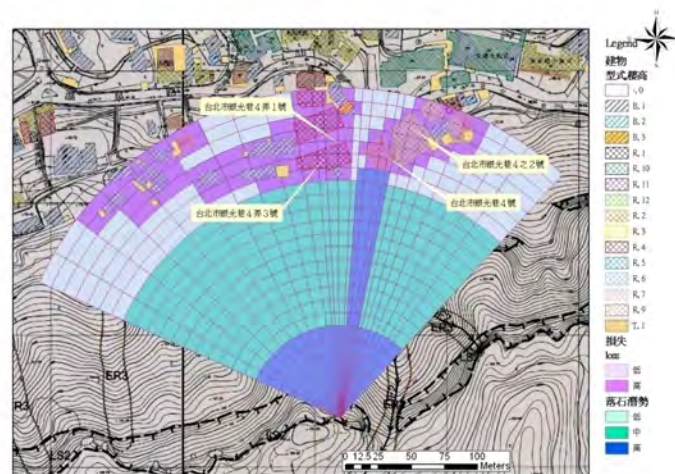


圖 12、丹鳳山風險分布圖

### 6.3.4 落石保全損害評估

本案例中，以落石影響範圍模擬可進行風險評估，大致風險偏於中低，對下方民宅影響不嚴重，而風險評估結果可做為將來土地使用之規劃依據，以減低災害風險，此外，所設置之監測儀器，可提供減災管理及相關減災措施之參考，一般於落石之減災處理，可採用剝除危石，或於危石裂縫處予以填充灌漿，倒懸危岩可於下方以短柱或短牆加以支撐，均可減低災害之發生潛勢，達到良好之減災管理成效，丹鳳山地區落石評估，雖直接危及民宅之可能性不高，但其上方有登山步道供民眾使用，仍可能造成危害，故於減災管理之觀點，可採用適度支撐方式以降低風險。



## 七、本計畫成果

本期計畫為本研究之第三期計畫，由四月底簽約開始執行，雖工作時間有限，本研究團隊仍盡力依照工作進度完成計畫，計畫團隊完成初步地質調查、丹鳳山初步三維雷射掃描、現地監測系統設置及初步風險評估規劃等工作，本計畫完成之工作項目包含：

### (1) 監測系統設置

已完成 2 組岩盤變位計、1 組地表變位計、2 組岩盤變位計、1 座雨量計，並完成自動化監測設備含太陽能光電設備之安裝。

### (2) 地質圖

經由現地調查工作，落石研究區完成地質圖。

### (3) 落石境況模擬規劃

經由 *RocFall* 程式及 GIS 軟體，已完成落石境況模擬作業，並將分析結果置於報告書中。

### (4) 落石風險評估模式建立

由境況模擬結果建立風險評估模式，模式部分涉各項災害損失，需詳細規劃與驗證方能建立，第一期及第二期計畫已建立初步風險評估模式，惟災害資料與落石條件並不相同，本期已完成模式修訂以符合落石條件。

## 參考文獻

1. 財團法人工業技術研究院(2002)，台北市一千分之一地質災害分布圖，「測繪台北市五千分之一環境地質圖及建立環境地質資料庫」計畫第二期，成果圖冊(二)，台北市政府建設局委託。
2. 台北市地理資訊 e 點通：<http://addr.tcg.gov.tw/>
3. 台北市政府產業發展局「山坡地環境地質資訊系統」：<http://gisweb.ed.taipei.gov.tw/gisweb/>
4. 台北市建設局，環境地質資訊系統  
<http://gisweb.ed.taipei.gov.tw/gisweb/t-index3.htm>
5. 黃鑑水(2005) 五萬分之一台灣地質圖幅暨說明書--台北(第三版)，經濟部中央地質調查所。
6. 國家災害防救科技中心：<http://www.ncdr.nat.gov.tw/>
7. 臺灣原住民族資料資源網：<http://www.tipp.org.tw/formosan/index.jsp>
8. 臺灣地理人文全覽圖-北島(濁水溪以北)，上河文化股份有限公司，2006 年
9. 經濟部中央地質調查所，五萬分之一臺灣地質圖幅及說明書
10. C.J. van Westen, T.W.J. van Asch, R. Soeters(2006),Landslide hazard and risk zonation—why is it still so difficult?, *Bull Eng Geol Env* (2006) 65: 167-184.
11. Gerald F. Wiczorek, Meghan M. Morrissey, Giulio Iovine and Jonathan Godt

- (1999) ,Rock-fall Potential in the Yosemite Valley, California,U.S. Geological Survey  
Open-file Report 99-578, <http://pubs.usgs.gov/of/1999/ofr-99-0578/>
12. Glade, T., Anderson, M. G., and Crozier, M. J. (2005), Landslide Hazard and Risk, ISBN:  
978-0-471-48663-3
  13. Isik Yilmaz, Mustafa Yildirim, Inan Keskin (2008), ‘A Method For Mapping The Spatial  
Distribution Of Rockfall Computer Program Analyses Results Using Arcgis Software’,  
Bulletin of Engineering Geology and the Environment, (2008) No.4:67 pp.545-554
  14. RocScience (2002) RocFall user manual, Statistical analysis of Rockfalls. RocScience  
Inc.