

山棕寮地滑地降雨警戒基準值之訂定

A Study of Provide for Rainfall Warning Threshold Value on Shazongliao Landslide Area

蔡欣穎¹、許中立²

1. 國立屏東科技大學水土保持系碩士班 2. 國立屏東科技大學水土保持系教授

摘要

臺東縣池上鄉山棕寮地區位於海岸山脈之東側，屬利吉層泥岩地區，遇水易軟化崩解，出露地表則易受雨水沖蝕而形成惡地地形。該區於 2000 年象神颱風來襲時，造成大面積的滑動現象。本文係以山棕寮地滑地為試驗區，建置相關之坡地監測設施及定期觀測。利用於 2011 年研究所得出之暴雨迴歸公式進行今年天兔颱風來襲時，預測降雨量之於地下水位之變化。結果發現，暴雨迴歸分析得出之預測結果與實際水位變化之結果相符，因此該區之降雨警戒基準值依舊維持先前設定之累積降雨量達 200mm 時 F.S. 值即達到 1.20 警戒限度；累積降雨量達 400mm 時 F.S. 值即達到 1.10 疏散撤離級別；當累積降雨量達 500mm 時 F.S. 值即達到 1.0 高破壞潛勢級別。

前言

臺灣地質構造破碎、地震頻繁，加上山多平地少、地形陡峭、溪流短促、高溫多雨、降雨集中等特性，致使山區土層極易發生崩落、地滑、土石流等災害尤其東部泥岩地區之地層可分為表土及崩積岩層、風化破碎岩礫、凝灰質砂土固結層及泥岩層等，所以降雨易入滲而積聚於下層之泥岩不透水層上，形成弱面，而造成崩塌。又臺東海岸山脈泥岩地區之崩塌或滑動，和地下水有直接之關聯，為避免地下水之長期浸泡及孔隙水壓力之作用，排除地下水及地表水為穩定崩塌地的首要之務（陳信雄，1990）。加上降雨時空分佈不均，颱風多、豪雨集中，以及人為的開發與不當的土地利用下，發生崩塌與地滑之現象隨處可見，因此極容易因為水文上的問題與地質的特殊現象之催化作用而衍生出各種山坡崩塌問題。若坡地發生崩塌及地滑，對社會與經濟均產生不良之影響。然而由於造成崩塌及地滑之因素相當複雜，因此對即將或已發生崩塌與滑動之地區有必要施以完整的監測與調查，如能針對其降水量、地下水位及地層滑動量等予以建立簡便而實用之坡地災害預警管理值，則不僅提供坡地防災應變管理使用，更可減輕人民生命財產之損失而使災害影響減低至最小程度。以梨山地滑觀測區為例，從資料之量測至記錄、傳輸均採自動化之監測系統，以掌握地層滑動情形及瞭解整治工程成效，作為未來地滑區管理基準值訂定之依據。並舉例說明利用這些資料進行整治地成效評估、區域性地滑管理值之訂定及地滑區管理之未來發展方向（何樹根等人，2001）。由長期觀測山棕寮地滑地層位移量為屬潛在變動等級，惟在雨季期間會提升為準確定變動等級，顯示本試驗區地層之位移量與降雨有明顯的關係（張志豪，2008）。以降雨量來預測邊坡破壞的觀念，並探討其對地滑地產生地表破壞之影響機制。其主要理論根據為「降雨後地表水開始滲入地下，使地下水位發生變動，因而產生邊坡破壞」（吉松弘行，1981）。應用時間序列建立降雨與地下水位變化之關係，研究顯示降雨所造成之地下水位變動，與地表逕流歷現相似，亦有一較陡峭上升段及明顯退水段，利用此一準則並根據轉換函數對原始資料之擬合精度所選取代表土體之轉換函數，均有較佳的地下水變動模擬精度，利用轉換函數檢討現地水文地質之差異性，並應用於地滑地預警基準之訂定（許友豪，1998）；由山棕寮地下水位觀測井變動分析，於累積降雨量達 60mm 後，其後 6~8 小時破壞潛勢增加（吳俊昇，2011）。

研究材料及方法

本研究以臺東縣池上鄉富興村山棕寮地區為試驗地，沿用已設置之觀測儀器設施，其中之地下水位觀測井 3 孔、自記式雨量計 1 座。統合整理歷年所進行之觀測成果與現有觀測孔位，針對區域內雨量及地下水位資料較完整孔位進行探討，各儀器相關位置詳圖 1。利用前人探討出暴雨迴歸公式之驗證與邊坡穩定分析，探討本試驗區之降雨警戒基準值之訂定方法。

結果與討論

◆ 降雨量觀測

自記式雨量計觀測期間自 2013 年 1 月 1 日至 2013 年 10 月 31 止，由測量結果整理後得知觀測區域之每小時累積降雨與降雨分佈情形，圖 2 為降雨量與累積降雨量關係圖，另外本試驗區之降雨集中於 6 至 10 月與歷年之降雨分佈相同，其中 2013 年 9 月 21~23 日天兔颱風帶來 625.5mm 的累積降雨量，為本年度最大降雨。



圖1 各儀器相關位置圖

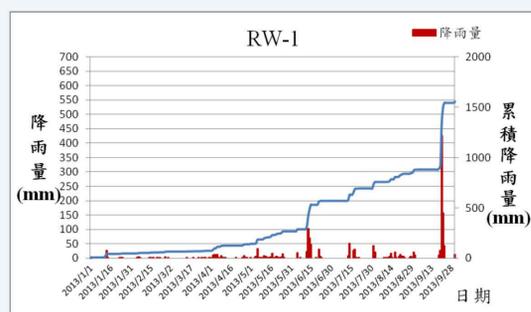


圖2 2013年降雨量及累積降雨量圖

◆ 不同安全係數下之水位及迴歸轉換之累積降雨量統計

由邊坡穩定分析結果發現，當水位觀測井 OW-4、OW-13 之地下水位分別為地表下 7.6m 及 3.7m 時，安全係數為 1.2，進一步探討安全係數 1.1、1.0 之情況下，相對應之地下水位之迴歸公式求得其累積降雨量。

表2 不同安全係數下之水位及迴歸轉換之累積降雨量統計表

	OW-4水位	OW-13水位	累積降雨量	備註
F.S.=1.2	-7.6m	-3.7m	200mm、209mm、217mm、228mm、239mm	採用200mm (由歷史水位資料即可求得對應之累積降雨量)
F.S.=1.1	-6.5m	-2.6m	540mm、740mm、660mm、560mm、425mm、390mm、445mm、595mm、530mm、720mm	採用400mm (藉迴歸公式及歷史水位資料所得之累積降雨量)
F.S.=1.0	-5.5m	-1.6m	595mm、490mm、970mm、840mm、720mm、975mm	採用500mm (藉迴歸公式及歷史水位資料所得之累積降雨量)

◆ 暴雨迴歸公式之驗證

降雨量預測模式與地下水位迴歸後，經統計分析後發現，以第三場暴雨所得之轉換函數 R^2 值最高 (OW-3 為 0.3759、OW-4 為 0.4762、OW-13 為 0.5518)，此一現象說明第三場暴雨之預測模式可有效的模擬地下水位變動外，其預測精度也高於其他場次之預測模式，因此探討二處地下水位觀測井 (OW-4、OW-13) 與降雨之關係，利用第三場暴雨迴歸公式預測天兔颱風發生時實際水位之變化，OW-4 之預測與實際相符，而 OW-13 預測與實際約相差 0.2~1m，推斷此與土壤先前含水量有關。詳見表 3、圖 3 及圖 4。

表3 各孔位第三場暴雨迴歸公式及預測水位與實際水位值

孔號	第三場暴雨迴歸公式	預測水位	實際水位
OW-4	$y = 0.0058x - 5.0552$	-8.4803	-8.6803
OW-13	$y = 0.003x - 8.4803$	-5.0552	-5.5552

y = 預測地下水位

x = 實際累積降雨量

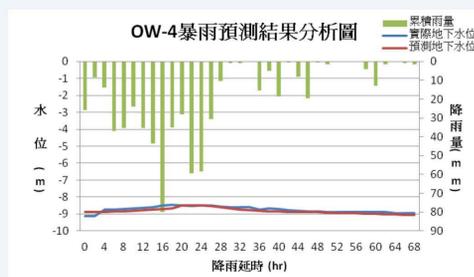


圖3 OW-4暴雨預測結果分析圖

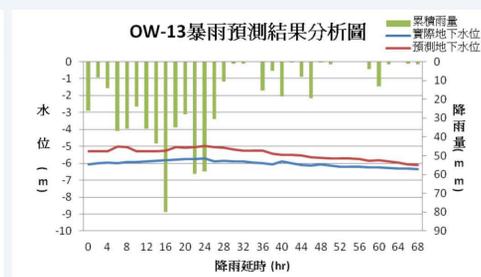


圖4 OW-13暴雨預測結果分析圖

結論

1. 以時間序列法先以降雨及地下水迴歸後，進行降雨與地下水位預測模擬，可發現降雨歷程均勻且期間未出現停止降雨情況者，預測之效果較佳。
2. 影響地下水位變動之因子極為複雜，僅針對降雨及地下水位相互之探討，係直接忽略相關影響之因子，故建議本區域之降雨及地下水位預測模擬，應可利用其他預測方式進行預測比較。
3. 邊坡穩定分析及地下水位預測，受前期降雨及土壤含水量等影響甚鉅，應可再探討之。
4. 利用 2011 年之第三場暴雨迴歸公式預測與結果分析發現，2013 年天兔颱風預測水位值與實際水位時相去不大，因此先前設定之累積降雨量達 200mm 時 F.S. 值即達到 1.20 警戒限度；累積降雨量達 400mm 時 F.S. 值即達到 1.10 疏散撤離級別；當累積降雨量達 500mm 時 F.S. 值即達到 1.0 高破壞潛勢級別等，目前無修正的需要。