

## 地工小百科

# 從發生機制分辨崩塌、滑動、落石與傾翻之區別

潘國樑\*

學術界、工程界及水保界對於崩塌及地滑常常混為一談。筆者最近三年連續為經濟部中央地質調查所，利用 SPOT衛星影像，辨認由颱風及地震所引發的崩場地，以歸納出其分佈規律。結果得到一些很重要，而且很有價值的心得，也就是崩塌、滑動、落石及傾翻在發生機制上與運動形式上是有相當區別的。本文即闡釋它們之間的異同，希望拋磚引玉，並且邀請大家的討論。

我們都知道，邊坡在坡緣處（坡頂與坡面的交界處）的應力場是呈現張力狀態的（潘國樑，民國94年，第193頁），所以在坡頂的邊緣處常會出現一些隱形的張力裂縫；當雨水貫入時，非常容易塌滑。這種塌滑就是所謂的崩塌。因此，崩塌的特性是崩塌體與母體的分離面（不宜稱為滑動面，因為沒有滑動的機制在內）是一種張力面；而張力面最顯著的特徵是面上很粗糙，不但看不到平滑光亮的表面，而且也找不到滑動過程中所造成的擦痕。這種張力面的斜度一般非常陡傾，而且向坡外傾斜；它的橫剖面可能是平面，也可能是貝殼狀的凹面，但與滑動面最大的不同，除了找不到滑動過的遺跡之外，就是這種分離面幾乎是全面露出，毫無保留。崩塌一般都發生在土壤與岩盤的界面，或風化層與新鮮的岩盤之界面上。一般而言，崩塌體的厚度及崩塌的規模都不會很大。分離面較陡峭的崩塌雖然有一點像落石，但是落石是堅硬石塊的掉落，而崩塌卻是鬆土的掉落。

滑動（Slide）的滑動面則是一種剪力面，滑動體係在滑動面之上向下滑動，很像正斷層一樣。滑動的滑動面比起崩塌的分離面要光滑亮麗一些；如果仔細觀察，應該還可以看到滑動面上的擦痕。這種滑動面的斜度比起崩塌的分離面還要緩和得多，但是它並沒有完全出露，它只有極

小的部份露出而已，亦即冠部與頭部之間的主崩崖就是它的滑動面露出的部份，其他極大的部份都被滑動體所覆蓋。主崩崖的斜度雖然比較陡，但是在滑動體之下的滑動面馬上就緩和下來，只是我們從外面觀察不到罷了。滑動面也有平面與弧面之分；平面型一般都是屬於不連續面，如層面、節理面、葉理面、斷層面或土壤與岩盤的界面等；弧面型一般都發生在比較均質的岩土體之內，如厚層的土壤或非常破碎的岩體內。發生滑動的肇因主要是坡趾的支撐或重量被減輕或移除，如受河彎的掏空或工程的開挖；或者是坡緣的附近被加重或擾亂，如蓋房子、棄土、填方等。崩塌則主要是雨水入滲或地震的關係。

落石是崩塌的極致；它沒有滑動面，但有分離面。落石的運動方式是自由落體式的墜落、或者在陡坡上滾動或跳動（Turner and Schuster, 1996）。能夠發生落石的岩土體一般是被節理密切切割的堅硬岩層、大小石塊與細粒砂泥混雜的礫石層或崩積土、砂岩與頁岩互層等，因為地震、降雨或應力釋放所造成的。岩體內的垂直裂面不但孕育了形成落石的有利條件，而且能使原有的整體性及連續性遭受破壞，使岩土體的強度降低，為雨水提供了順暢的通道，使岩土體進一步鬆弛，裂面逐漸擴張，而與其他不連續面結合而形成貫通性的破裂面，使落石繼續不斷的發生。落石是一種塊體的運動，其掉落的塊體非常的堅硬；一般而言，其母體也是非常堅硬的，而且是碎裂的。這些都很容易跟崩塌加以區別。

傾翻是由非常陡傾（需向坡體內傾斜）或者直立的板狀或塊狀的塊體所組成的邊坡，在自重的長期作用下，由邊緣開始，先向臨空的方向傾斜、彎曲、折裂、然後以滾翻的方式向下掉落。由其運動的方式及過程，作者乃將英文稱為

\* 成功大學土木系兼任教授

Toppling的原文翻譯成傾翻，在字意上頗為傳神。傾翻會逐漸向坡緣的內側發展，也就是坡面會不斷的向內側退縮；不過，一俟坡趾部被傾翻下來的破碎物質從側面加以鎮壓之後，最後就會形成一個穩定的邊坡，傾翻自然就停止了。傾翻的後半程有一點像落石，但在前半程，它們的發生機制是完全不一樣的。

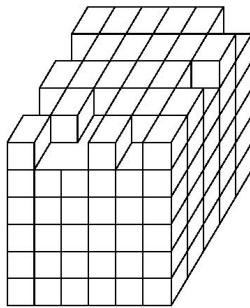
一言以蔽之，落石、傾翻、崩塌及滑動雖然都是山崩（Landslide）的一種，但是它們的發生機制、運動方式、及發生後的型態展現都是完全不同的。我們如果能夠預先加以精確的辨識及

分類，之後才有可能提出正確的防治對策。

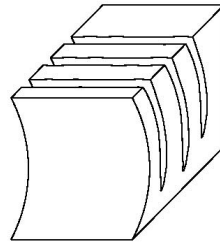
## 參考資料

潘國樑(民國94年), 環境地質與防災科技, 地景企業公司, 台北市, 共406頁。

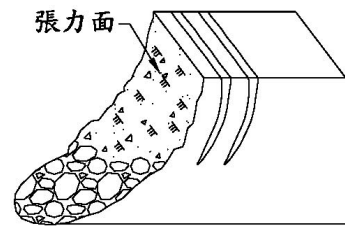
TURRNER, A. K., AND SCHUSTER, R. (eds.), 1996. Landslides-investigation and mitigation: TRB Special Report 247, National Research Council, Washington, D. C., 673pp.



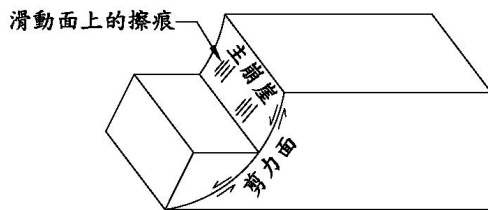
落石



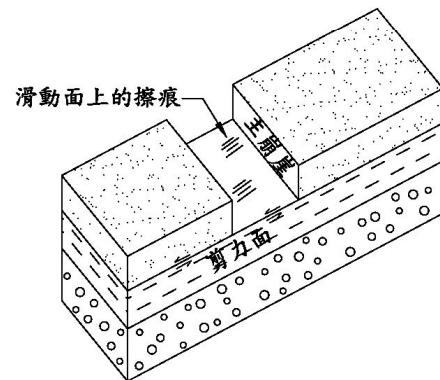
傾翻



崩塌



弧型滑動



平面型(順向坡)滑動