

坡地滑動的先兆

潘國樑*

民國 85 年 7 月 31 日深夜賀伯颱風來襲，在台灣造成三、四十年來最慘重的災情；不旋踵，一年後於民國 86 年 8 月 18 日溫妮颱風又襲，致林肯大郡之後山發生順向坡滑動，結果造成 28 條人命慘遭活埋，民眾因此恐慌不已。其實山坡地的災害，如果能具備一定程度的知識，加上適宜的科技及政府良善的管理，應可減至最少。本文僅針對邊坡滑動一項略加說明。

邊坡滑動需沿一定的滑動面或滑動帶。在一般情況下，滑動帶的土石被擠壓破碎、擾動嚴重、富水軟弱、顏色異常，常含有夾雜物質。滑動帶在滑動的剪切作用下，其土石岩塊常產生光滑的鏡面，有時還可見到與滑動方向一致的擦痕等證據。在鑽探時常可根據這些特徵確定滑動面的位置。確定滑動面的位置、數量、形狀及滑動帶土石的物理與力學性質，對滑動體的推力計算及工程處理具有重要的意義。

滑動面的形狀因地質條件而異。一般而言，發生在均質的土壤中或極度破碎的岩層中的滑動面多呈圓弧形；沿層面、土壤與岩盤的界面、不整合面、斷層面或節理面、葉理面發育的滑動面在垂直剖面上多呈直線形或折線形（即平面型）。

按滑動的力學性質，可分為後退式滑動及推擠式滑動兩種。後退式滑動主要是由於坡腳被切斷（如人為開挖或河岸沖刷等）使斜坡下部先變形滑動，因而使斜坡的上部失去支撐，引起斜坡上部相繼向下滑動。一般而言，後退式滑動的速度比較緩慢，但會逐漸向上坡方向延伸，規模越

來越大。而推擠式滑動主要是由於斜坡上部不恰當的加重（如建築、棄渣、填土等）或在各種自然因素作用下，斜坡的上部先變形滑動並擠壓推動下部斜坡向下滑動。推擠式滑動的速度一般較快，但其規模在通常情況下不再有較大的發展。

邊坡在滑動之前，常有一些先兆現象，提供充裕的時間採取救治措施。這些先兆可分為地形、水、植生及結構物等四方面來說明。

(一)地形微變

邊坡在滑動之前常在其上邊坡的位置發現不斷下陷的現象，並在其外圍出現弧形裂縫，表示雛形滑動已開始發育。此時應以止水為第一要務，意即在弧形裂縫的外圍構築截水溝，不應讓上邊坡的逕流湧入雛形滑動體內；同時裂縫應加以封填，不能讓雨水順著裂縫滲入滑動體內。

在上邊坡不斷下陷的同時，下邊坡則出現土石被擠緊，並發現大量鼓張裂縫；主要分佈於滑動體的前半部後段，此乃由於滑動體前、後部份的運動速度不同，或滑動面的先降後昇，或滑動體的前半部下滑受阻，致使滑動體前半部鼓脹隆起，並形成張開裂縫，其延伸方向大體上與滑動方向直交。

(二)水

邊坡滑動正在發育時，地下水位會發生顯著的變化，如乾涸的泉水會重新出現，並且混濁，或出現噴泉等現象，這種情況反映滑動的主滑時間已經逼近。滑動發育的過程中，滑動體前端附近的濕地會增多，而且範圍會不斷擴大。有時山坡上

的梯田發生變形、水田發生漏水；或者斜坡上的陡坎不斷破壞或逐年下移，在在指示邊坡已在緩慢滑動中。

雛形滑動體前端若有河溝時，河寬度會逐漸變窄，滑動側的河岸也會逐漸變陡，而且河道會在滑動體前緣形成弧形的包抄現象。河彎處的河水攻擊著邊坡的坡腳，也要提防上邊坡可能發生滑動。

(三)植物長相

發育中的滑動體，其土石結構遭受破壞龜裂位移，植生受到影響而發生長相上的變化，如樹幹逐漸出現不定向的傾斜，東倒西歪，呈現醉林狀。長期而緩慢的滑動形成馬刀樹的長相（見圖一），在滑動體的後半部形成下傾的樹幹，在前半部則形成上傾的樹幹。

在滑動體的後緣，因為弧形張力裂縫的形成，樹根常被破壞而致枯死（見圖二）；在後緣外圍的正常樹木則因滑動體下陷的關係，致使其樹根外露如弦（見圖三）。

(四)結構變形

人造結構的變形是最容易識別的徵兆，平時即應隨時注意。這些先兆包括下列現象：

(1)擋土牆或駁坎鼓脹或破裂。

(2)漿砌卵石內縮（其實是水泥漿受地下水壓的推力而外鼓）。

(3)錨頭鬆脫或格樑破裂或鋼筋外露。

(4)斜坡上道路逐年下移或路面逐漸下陷。

(5)道路側邊溝推擠而緊縮或閉合或破裂段錯。

(6)門窗變形，不能全部關閉及開啓。

(7)門窗四角的牆壁發生八字型或倒八字龜裂。

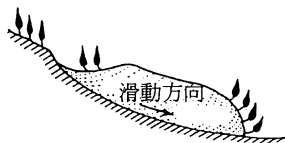
(8)牆壁龜裂或牆角脫離。

(9)圍牆變形或錯移。

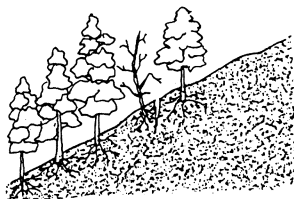
(10)地下室潮濕或冒水。

至於較為科學的斜坡滑動預報方式則是根據儀器觀測資料加以綜合評估。例如利用斜坡的歷時變形、音波、或位移的觀測值，作出斜坡的潛移曲線，然後根據曲線的加速蠕變階段的某些特徵值，採用一些數學公式或經驗公式進行計算，進而得到斜坡破壞可能發生的時間。不過，在斜坡滑動科學預測的實際工作中，往往是徵兆觀察與儀器觀測雙法互相結合，祇有十分注意調查先兆，認真分析觀測數據，進行綜合研判，方能作出科學的預報。

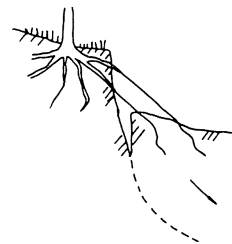
坡地滑動一旦出現先兆後，其預警期很長，一般都會超過一年，因此有足夠的時間可以採取救治措施。大致可分為排水、力學平衡法、坡趾反壓、抗滑樁或擋土工程等方法。因為坡地抗滑是一種非常專業的技術，所以最好延請專家進行調查研判，再針對滑動形成的主要因素，採取相應措施。



圖一



圖二



圖三