

地工小百科 地工技術

弧形滑動體的倒本字裂縫系統

潘國樑*

邊坡滑動體的型態學常常可以指示滑動的機制、分類、分區、分塊及分期。

所謂滑動體的型態學指的是滑動體的邊界與外形、體內的微地形、滑動體內外的水系型態、植被與裂縫系統，甚至滑動面的形狀與深度。本文即侷限在裂縫系統的闡釋。

一般而言，滑動體的冠部如果呈現地塹的地形，即有一條狹長形的凹槽，其長軸垂直於滑動方向；就好像地塊向下陷落一樣（有如地質學上兩條正斷層所造成的地塹），則八九不離十，這是屬於平面型滑動。弧型滑動的地形則更具有特徵性。本文將集中於這種弧型滑動的裂縫系統之探討。

弧形滑動體的冠部邊緣（滑動體最上邊沒有滑動的部位）呈現弧形，這是最具有特徵性的部份（請見圖一及圖二）。因為從冠部至頭部（滑動體上原來與冠部相連的滑落部份）的部位就是主崩崖（也就是滑動面露在地表的部份），寸草不生，土石裸露，所以不管在現場，或者在遙測影像上（包括航空照片及衛星影像），都是非常的耀眼。冠部的位置因為處於張力的狀態之下，所以在其上邊坡的部位常常會出現一些與冠部的圓弧同心，但連續性不佳的張力裂縫，如果滑動體久置不予處理，則久而久之，滑動體會一直往上邊坡擴大，這就是所謂後退式滑動。因之，滑動體的治理絕不能忽略這些看起來不太顯眼的張力裂縫之處理，因為它們是雨水滲入滑動體，到達滑動面的最佳管道之一（頭部就是最佳的入滲管道），進而觸動滑動的復活。

從力學的觀點來看，滑動體可以分成張力、壓力及剪力等三種區塊。滑動體的上半部是屬於張應力的區塊，常常會出線數個階梯狀的狹長型陷落地塊（請見圖一），其長軸會垂直於滑動的

方向，而台階面會向上邊坡的方向傾斜；下半部則屬於壓應力的區塊，地形上會出現亂丘地形（Hummocky Topography），凹凸不平，其凹陷處容易形成池塘。張應力與壓應力交界的地方大約就是滑動面的反曲點之位置（即滑動面由向下轉而向上翹起的部位）。滑動體的次崩崖，及其兩側及滑動面的地方則是屬於剪應力的部位。剪裂面的地方通常會出現雁行排列的裂縫，它們都是屬於一種張裂縫。滑動面上的雁行張裂因為隱藏在滑動體內而沒有露出地表，所以看不見。但是滑動體兩側的雁行張裂縫則可以從地面上觀察得到。依據力學原理，雁行的方向具有一定的規律；如果我們站在冠部的位置往下邊坡看，它們是呈現倒八字的排列方式，即單獨裂縫的走向是向下邊坡方向張開的，或者說，右側的裂縫向右前方張開，左側的裂縫向左前方張開（請見圖二）。

滑動面最後會剪出地表面，這條剪出地表的線稱之為剪出線。但是剪出線卻被滑動物質所掩蓋，所以從地表上無法看到，不過它會以裂縫的形式顯示出來。因為剪出線的地方是滑動面與原地面的交界處，在剖面上是非常尖銳的地形，所以在地面上會出現一條與滑動方向垂直的橫張裂。經過長期的侵蝕之後，會發育成一條橫向的線型或水系。

如果把上面所說的裂縫全部標示在地形圖上，自然就組成一群非常有規律的裂縫系統。如果我們從滑動體的趾部往上看，裂縫系統的分佈就像國字的本字，上面的一橫代表冠部的張力裂縫，下面的一橫代表剪出線，兩側的左右撇代表滑動體兩側的雁形裂縫，中間的一豎就是滑動方向。因為地質體的位態都是由上往下看，所以看滑動體時也要從冠部向下邊坡看，因此裂縫系統

* 成功大學土木工程系兼任教授

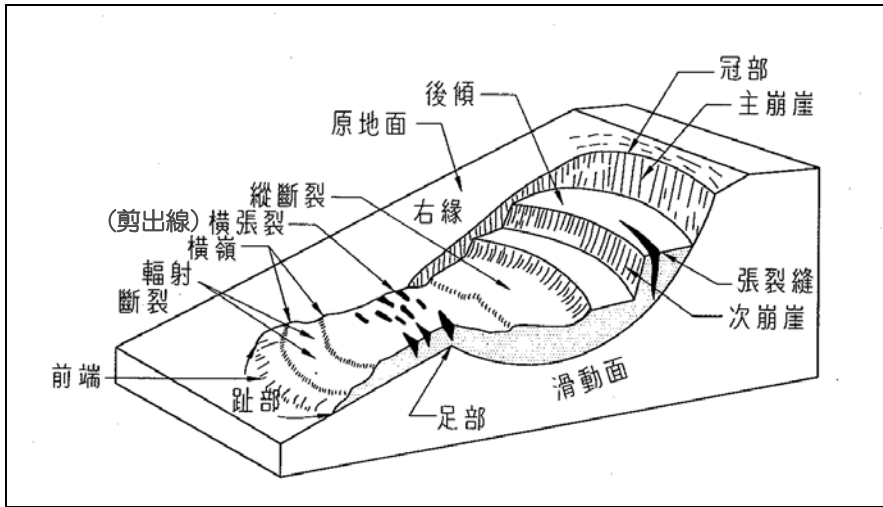
地工技術

就呈現倒本字的型態。

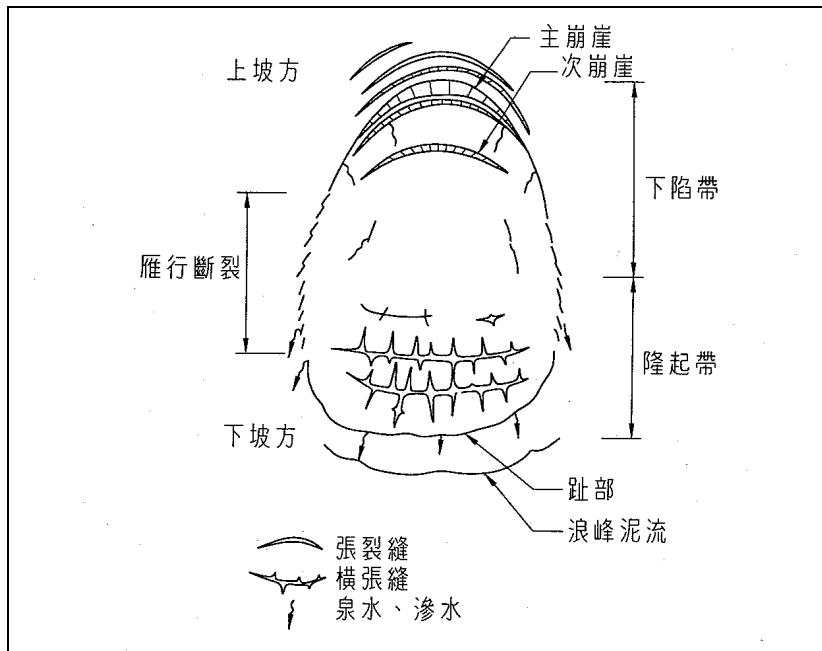
大地工程師非常依賴商用的邊坡穩定分析模式；這些電腦程式在應用上卻有很多假設及陷阱。如果我們能夠運用簡易的現場調查及量測，就可以很快的驗證模式分析的正確性。方法就是抓住三個重點，第一是主崩崖的傾度，第二是張應力與壓應力的交界線（滑動面的反曲點），第三是滑動面的剪出線（橫張裂或橫向線型）。由

這三點就可以把滑動面的形狀劃出來。

滑動體裂縫系統的分佈規律可以利用衛星影像及航空照片判釋，並配合地面調查，再將其結果繪製在地形圖或地質圖上而得到梗概。如果裂縫系統發育良好，則這種做法要比傳統的地球物理探測及鑽探的方法經濟且快速得多，甚至還可能更精確。



圖一 弧型滑動體的 3D 模型



圖二 弧型滑動體倒本字裂縫系統的平面分佈規律