

植被與邊坡穩定

潘國樑*

植物形成群落被覆於地球表面即稱為植被。地表的植物都是在一定的環境中生長及發育的；而環境因素包括大氣、土壤、岩石、地形、水及其他生物等。植物具有適應系統環境的能力，如果環境條件相同(屬於不同地區)，同一個植物組合就可以重複出現，這種具有一定的種類成分，一定的外貌及結構特徵的植物群之同住組合即稱為植物群落；而群落的外貌主要包括植物種類、植株高度及分佈密度等因素。

植被對水土產生一種保持作用，間接則可保護邊坡的穩定性；其功能至少包含六種：(1)對降水產生截留作用；(2)降低逕流速度及沖刷能力；(3)產生蒸散作用，並降低地下水位；(4)因根系的抓緊作用而增加土壤強度，但也增加土壤的粒度及孔隙度；(5)對土壤產生隔熱作用，以避免發生凍脹效應；(6)對土層產生壓實作用。茲說明如下。

大氣降水到達地面之前，有植被覆蓋的地區由於植生的阻截及蒸發而耗損大部份雨量，其中一部份為植物所吸收，一部份為植物表面所蒸發，其餘因重力作用或受風的影響向地面跌落，或沿樹幹流下。植物的這種截留作用不但可以降低雨滴對土壤的沖蝕作用，而且可以減少逕流量。降水降落地面之後，一部份蒸發，一部份下滲成為地下水，一部份則被植物根系所吸收，然後傳送到植物葉面，又通過蒸散作用而散發到大氣中。降在陸地上的雨量約有二分之一至七分之六是經由地

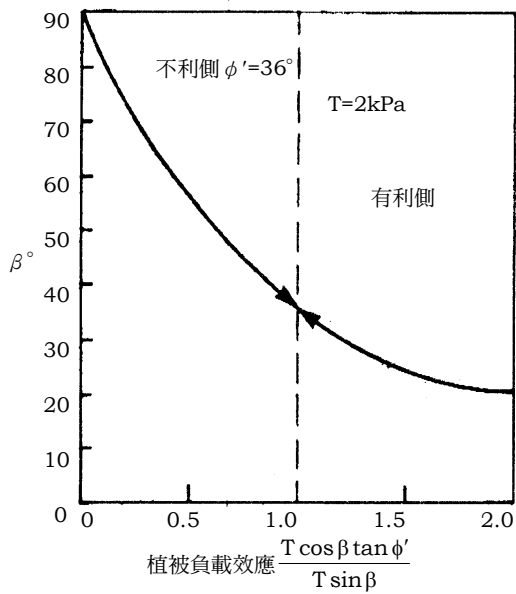
面及葉面蒸發而返回大氣中的，其中通過植物的蒸散作用所失去的水分要比由地面蒸發的多三倍以上。

按逕流存在的空間位置，可分為地表逕流及地下逕流。地表逕流是指降水經損耗後的水量沿地表流動的水流。植被的截留作用將延長降水的下滲時間，同時延緩滿流(即降水滿足了截留、下滲及蒸發之後所形成的逕流量)及推遲逕流的形成時間。因此植被對降水起一種涵養作用，可延遲洪峰的到來，並能明顯的削弱洪峰；同時在枯水期有較豐富的地下水補給給河流。

但從另一方面看，植被的根系在非降水時期卻有降低地下水位的功用，它可以延遲或阻止土壤的飽和。根系因抽汲地下水而對土壤產生一種吸引力，其效應至少在7kPa以上。不過，植被卻對土壤產生負載作用，亦即增加下滑力，同時也增加法向壓力，其效應可用 $T \cos \beta \tan \phi' / T \sin \beta$ 表示之，其中T為植被之載重， β 為坡度。如果 ϕ' 為 36° ，T為2kPa，則該植被對 34° 以下的邊坡有提高穩定性的作用，但對 34° 以上的邊坡之穩定性則有害(見圖一)，除非根系的抓緊作用能克服植被所增加的下滑力。

根系的抓緊力一般從1.0至12.0kPa不等，需視不同的植生種類而定。其效應可用下式表示之：

$$F = \frac{C's + t + [(\gamma Z + T) - (mZ\gamma_w)] \cos^2 \beta \cdot \tan \phi'}{(\gamma Z + T) \sin \beta \cdot \cos \beta}$$



圖一 植被負載對邊坡穩定性之影響

式中

$C's + t$ = 土壤的凝聚力與根系的視凝聚力之和(kPa)

T = 植被載重(kPa)

γ = 在天然含水量下的土壤單位重

Z = 滑動面之垂向深度

m = 滑動面的飽和含水厚度與 Z 之比值

β = 坡度

有些深根植生可以把根部延伸到潛在滑動面之下，顯然對邊坡的穩定性有極大的增強作用。而對淺根植生而言，根系對土壤顆粒仍然具有一種凝聚的功能。

不過，當樹木被砍伐之後，其根部逐漸腐化，因此，邊坡祇能短暫地維持穩定的狀態；根系對邊坡的穩定作用遂漸漸地消失。一般而言，根系的抓緊力在植生被砍除後的2至5年內即損失一半以上。根系腐化後在土壤中遺留很多空管道，雖然有利於雨水的下滲，使地下水面在降雨時上升得很快，但是卻極不利於邊坡的穩定。尤其在伐木之後，在地面上常留下許多窪地未予整平，成為積水處所，更容易引起邊坡的不穩。

強風雖然對根部有搖晃，並使土壤鬆動的負面作用，但其效應並不十分顯著；即使在90km/hr的風速下，其所增加的剪應力效應尚在1kPa之下。不過在高陡的岩坡上，強風對樹木的搖晃作用產生了落石或張力裂縫張開的現象，卻不容忽視。

總而言之，植被對邊坡穩定性的效應大約可以使土壤的剪力強度增加60%以上。