

地工小百科

斷層不足懼

*潘國樑

依據活動性，斷層可分為活動斷層與非活動斷層兩大類。前者在本期刊第62期（民國86年8月）已經談過，本期主要針對非活動斷層加以討論。有些人對斷層好像談虎色變；其實，如果能夠了解斷層的本性，斷層就變得不可怕了。

岩層或岩體在地殼運動的影響下發生破裂，若破裂面兩側岩體沿斷裂面發生明顯的相對位移（絕對位移的方向非常難以判斷），此種斷裂構造即稱為斷層。如果在最近及未來該斷層再發生錯動的機會很小，則該斷層就是非活動斷層。本質上，斷層與節理並無很大的差別，二者同屬地殼運動所產生的斷裂，祇是相對位移量不同而已。節理是沿破裂面沒有發生顯著的位移的一種。

斷層的種類繁多、型態各異，規模大小相差十分懸殊。規模巨大的斷層可以綿延數十公里，甚至上千公里以上，而小斷層則可在岩石標本上見到。斷層切割的深度也不一樣，有所謂深大斷裂，甚至可切穿地殼至地函，影響範圍很廣。一般而言，斷層破壞了岩石的連續完整性，不僅對於岩體的穩定性及透水性、地震活動及區域穩定造成影響，而且是地下水活動的通道及匯聚的場所。

大多數斷層，特別是大斷層的斷層面並非是單一的面，而是由一系列密集的破裂面及由搓碎的岩層組成的破碎帶，稱為斷層帶。它包括斷層破碎帶及斷層影響帶。斷層破碎帶是指兩側為斷層面所限制的岩石強烈破碎的部份；斷層影響帶則是受斷層影響，靠近破碎帶兩側的密集節理或岩層發生拖曳撓曲的部份。為了描述的方便，斷層面兩側發生相對位移的岩體，其位於斷層面的

上方者稱為上盤，其位於斷層面的下方者稱為下盤。此外，根據兩盤相對位移的關係，把相對上昇的岩體叫做上昇盤，相對下降的岩體叫做下降盤。

依據斷層兩盤相對運動的關係，一般將斷層分為正斷層、逆斷層及平移斷層三大類，是為大家所熟悉者。斷層上盤岩體沿斷層面作相對向下運動的斷層即為正斷層。正斷層的特徵是斷層面一般較陡，傾角（斷層面與水平面之夾角）大多在45度至90度之間，斷層面與地面的交線（稱為斷層線）也較平直。一般認為正斷層是在重力作用或水平張力作用下形成的，並在垂直於張力的方向運動。若斷層面的上盤岩體沿斷層面作相對向上運動，則稱為逆斷層。逆斷層的特徵是斷層面一般較平緩，傾角很少超過6、70度，斷層線常呈舒緩的波狀曲線。斷層面傾角若介於25度至45度之間的逆斷層則稱為逆衝斷層。一般認為逆斷層是受近於水平的擠壓應力作用，沿剪切破裂面形成的，常與摺皺相互伴生。逆斷層的規模一般較大，大多數為區域性的巨型構造，是台灣常見到的一種斷層。平移斷層是斷層面兩盤岩體沿斷層面的走向作水平相對運動的一種斷層；其特徵是斷層面近乎直立，在地面上斷層線平直，延伸很遠，斷層破碎帶較窄，沿斷層面上常有近水平的擦痕。平移斷層一般是在水平剪切應力的作用下，沿平面X型破裂面發育而成。

岩石發生斷裂，並發生位移而成為斷層，不僅改變了原有岩層的分佈規律，而且在斷層帶中形成各種伴生構造及位移錯動的痕跡，並在地形地貌上產生明顯的差異。

在野外常利用這些徵象來識別及發現斷層。

工程上遇到斷層時最需注意的就是斷層的活動性及斷層帶的分佈與特性。有關斷層活動性的認定可蒐集既有的出版資料；本文僅限於討論斷層帶的問題。

在斷層發育形成的過程中，由於斷層兩盤岩體的相戶擠壓、錯動、摩擦及搓碎，常使斷層面兩側的岩石破碎，形成破碎帶，使原來的岩石破碎成角礫、細粉或泥。破碎帶的寬度可自幾公分至幾十公尺，與岩性、運動距離及斷層的性質有關。破碎帶內常見的破碎物質有斷層角礫岩、糜稜岩或斷層泥。凡是由較堅硬的岩石碎塊及岩屑或岩粉膠結而成的破碎岩叫斷層角礫岩；它產於斷層帶，碎塊呈稜角狀，其大小參差不齊，直徑多在2至6公分之間，大多發現於正斷層。如果碎塊呈圓滑形者稱為斷層磨礫岩，常見於逆斷層或平移斷層。因碎塊來自斷層兩側岩石，故仔細追索某種成分的碎塊分佈，有助於推斷斷層兩盤的動向。如果岩石被搓碎得很細，而且成為帶稜角的小顆粒，祇有在顯微鏡下才能識別其成分的叫糜稜岩。被斷層強烈擠壓而研磨成極細的岩粉或黏土顆粒，且未經膠結的叫斷層泥，常呈鬆散軟土狀，且常含有少量帶稜角的小顆粒；斷層泥常與斷層磨礫岩共存。

由於斷層是地殼岩層發生斷裂的部份，形成岩體結構的軟弱帶。斷層破碎帶的透水性往往增大，使岩石風化速度加快。岩石遭受斷層破壞，強度降低，作為工程結構體的基礎，其承載力及邊坡穩定性都會有顯著的下降，其沈陷量也比兩側的完整岩層要大，對於大型且重要的工程而言，應盡量避開在斷層帶上奠基；假若不可避免，必須建立在斷層破碎帶上，其基礎應作妥善處理（如灌漿或跨越）。不管是正斷層或逆斷層，一般以上盤較為破碎，故建築物基礎宜安置在下盤位置。

在研究公路佈線，特別在安排河谷路線時，要特別注意河谷地形與斷層的關係；當路線與斷層走向平行，路基靠近斷層破碎帶時，由於開挖路基，容易引起邊坡發生大規模坍塌，直接影響施工及道路的正常使用。在進行橋樑的橋位探測時，要特別注意橋墩基礎部份有無斷層存在，及其影響程度如何，以便根據不同情況，在設計基礎型式時採取相應的處理措施。

在斷層發育的地帶開鑿隧道時，是最不利而且最需要注意的一種情況。由於岩層的整體性遭到斷層的破壞，加之地面水及地下水的侵入，岩層的強度與穩定性都是很差的，容易產生落盤及側壁坍塌的情形，影響施工安全及進度至鉅。因此，當隧道軸線與斷層走向平行時，應盡量避免與斷層破碎帶接觸。隧道橫穿斷層時，雖然祇有個別段落受斷層影響，但因工程地質及水文地質條件不良，必須預先考慮預防措施，以保施工安全。特別當斷層破碎帶規模很大，或者穿越斷層帶時，會使施工十分困難，在確定隧道平面位置時要盡量設法避開。

斷層切穿不同岩層，使斷層兩側的導水性質不同；而斷層帶本身的導水性也受斷層兩側的岩性之影響。一般而言，發育於脆性岩層中的斷層常具良好的導水能力，發育於含泥質較多的塑性岩層中的斷層往往導水不良，甚至隔水；即使是壓性的逆斷層，其情況也是如此。當斷層的斷距較大，且斷層帶隔水時，則原有統一的含水層發生了錯位，結果被切割成互相隔離的含水庫，這是地下工程最忌畏在無預警狀況下碰到的問題。

總而言之，斷層雖然是工程師不太願意碰到的地質情況，但台灣地區斷層密佈，實在無法閃避。祇要預先查明清楚，在規劃設計時小心定位或定線，在施工時小心處理，其實斷層祇不過是地質條件上一個小缺陷而已。