

地工小百科

談活動斷層兩側的禁限建問題

潘國樑*

今(民國88)年9月21日發生震央在集集附近、芮氏規模為7.3的劇烈地震，咸信是由車籠埔斷層的復活而造成。大體上，該斷層的延伸已在地面上留下非常清楚的蹤跡，斷層上盤的斷層帶上，結構物幾乎無一倖免，全被破壞，而這種斷裂作用的破壞是無法以提昇抗震能力的方式加以避免的。於此乃衍生出斷層兩側如何禁限建的問題，並產生留美派與留日派的不同觀點之分。本文將澄清一些重要的觀念，因此不同派別之門戶之見自可迎刃而解。

根據地震學的研究，世界上絕大多數的活動斷層都是多次反覆活動的，也就是說活動斷層的活動在時間上及空間上具有重複性及繼承性的特性。更清楚地說，活動斷層大多數是沿著已有的，而且是在過去不久(數十年至數千年之譜)才活動過的斷層線上出現。地震能量易於沿著已有的軟弱不連續面或斷層帶釋放，而不太可能會在該弱面的周圍之堅硬完整的岩體內又產生新的斷裂。

活動斷層與死斷層一樣，根據斷層兩側斷塊的移動方式而區分為逆斷層、正斷層與平移斷層。當逆斷層活動而產生地面斷層時，其走向一般與原有斷層一致，但其出現位置往往不一定與原斷層重合，而有一定的偏移，但不致於會偏移太遠。相反地，對平移斷層而言，其再次活動而產生的地面斷層之位置與方向基本上是沿著既有斷層發生的，也就是說，新舊斷層基本上是吻合的，即使地表有覆蓋層(即岩盤上方之覆蓋層)，

其位置與岩盤內的斷層位置是不會偏移很大的。至於正斷層活動時所產生的地面斷層之位置，其偏移量則介於平移斷層與逆斷層之間。

活動斷層的震源都是發生於基盤內，因為只有基盤才有足夠的堅硬度可以存在著鎖固點(即地殼應力的集中點)，然後發生斷裂，並發出地震波。當基盤的錯動行為影響到上覆的覆蓋層時，基盤內的單一斷層才在覆蓋層內呈扇狀向上分開成小斷層群；這些分開的斷層向上延伸到地表面後可分為三種：主斷層、次斷層及分斷層。主斷層與基盤內的斷層相對應；分斷層在地下與主斷層相連，而從主斷層向外分散，同時在地面上與主斷層相交且呈分叉狀；次斷層在地下也是與主斷層相連，但在地面上則無聯繫關係，可能還與主斷層互相平行。基盤內的單一斷層，其斷層帶的寬度較窄；覆蓋層內的扇狀複斷層，其斷層帶的寬度則相對較寬，因此才有必要在主斷層的兩側各退後相當的距離，俾便採取禁限建的措施，其目的是在預防地面錯動及裂開的災害，而不是振動災害。由於覆蓋層對斷層錯動有吸收作用，故當覆蓋層增厚時，地表可能即不產生斷裂。地表是否產生地面斷層，與地震規模、震源深度及覆蓋層的膠結與厚度等因素有關。

逆斷層由於最大主應力近於水平，最小主應力近於垂直，所以走向垂直於最大主應力的斷層面與水平面的夾角一般小於45度，往往為20度至40度(台灣的逆斷層

活動，因其斷層面向東傾斜，故從平面上看，震央絕大多數位於發震斷層線的東側)，且由於位移是水平擠壓形成的，所以斷層面兩側的質點間之距離總是由於位移而縮短，其上盤除了被抬昇外還產生破裂及地面變形，往往伴以多條次斷層或分斷層的錯動。這次車籠埔斷層的復活即發現類似的現象。逆斷層的斷層線往往是波狀彎曲的，斷層帶也較平移斷層寬得多，由於上盤隆起及倒懸的斷層崖易產生崩塌，所以逆斷層的確切位置最難以確定與預測。正斷層由於最大主應力近於垂直，最小主應力近於水平，所以走向垂直於最小主應力，且與最大主應力呈銳角的斷層面與水平面的夾角大於45度，一般為60度至80度(所以正斷層活動，其震央與逆斷層一樣也是位於上盤)，在錯動過程中，垂直於斷面走向的水平方向有所伸長。伴隨這類斷層活動的變形與破裂主要也是集中於上盤。一般而言，正斷層的可辨別程度介於平移斷層與逆斷層之間，其斷層帶寬度和對工程建設的危害程度也介於兩者之間。平移斷層的最大與最小主應力均近乎水平，所以兩者之間的最大剪應力面即為此類斷層的斷層面，近乎直立(故平移斷層活動，在平面上看，震央大都位於斷層線上)，因之其地表出露的斷層線也就是最為平直，常表現為極窄的直線形斷裂；主要是斷層面兩側相對的水平運動而已，其相對的垂直昇降很小。河流極易沿這種斷層發育，水工建築物最易受到這種斷層的威脅。由於這類斷層的分斷層或支斷層比正斷層及逆斷層者為少，地表斷層線簡單、平直、狹窄，所以根據地面自然地形證據往往就能確定其確切位置，其誤差一般不超過數公尺。

由以上所述，由於平移斷層活動所產生的地面斷層與原斷層基本上重合一致的，其兩側的地面變形呈對稱狀(即寬度相同)，且極狹窄；而正斷層與逆斷層活動所產生的地面斷層，其出現的位置在某一個範圍之內擺動，其主斷層兩側之地面變形呈不對稱狀，地表斷裂與地面變形基本上都產生於斷層面的上盤。由於不同類型的斷層有上述的特性，所以為了防災而採取的禁限建措施，在斷層兩側的退縮距離一定要依據斷層的類型而採用不同的寬度，而且不一定要對稱。一般而言，地表斷裂必有一條主要的破裂帶，這個破裂帶可能是一條狹窄的破裂面，也可能是由一些次一級的雁行、平行、或共軛的小破裂所組成，或者是地形上的隆起或凹陷，但主要的位移必然分佈於主要破裂線上；這個主要破裂線的寬度可以從數公尺到數十公尺以上，主要取決於斷層作用的類型，即平移斷層最窄，逆斷層最寬，而正斷層居中。對逆斷層及正斷層而言，這條主要破裂線有極大的可能是位於斷層的上盤。根據活動斷層的研究結果顯示，未來地表斷裂作用的位置最可能出現在最近活動的主要破裂線上，或就在其附近而已。

此次車籠埔斷層的復活，顯示出極為明顯的主要破裂線，因為它是一條逆斷層，故禁限建的退縮帶應採用不對稱的方式劃設，即上盤寬，而下盤窄，以二比一至三比一為原則。

