

五、台灣的土石流災害

5.1 原因

1. 何謂土石流

土石流係指泥、砂、礫及巨石等物質與水之混合物，受重力作用所產生之流動體，沿坡面或溝渠由高處往低處流動之自然現象。這種現象在陸地和海底都會出現。有些類似流動的預拌混凝土，所以可以說是老天做的預拌混凝土。

2. 土石流發生條件

1. 充足的水

一般情形累積雨量 150mm 以上，降雨強度 40mm/hr 以上，或是容易匯集水的凹狀山坡地形，流域擁有超過某種規模的集水面積時，亦容易發生。

2. 足夠的堆積物

溪谷內堆積有大量活動性的土石，多是來自集水區內的崩塌、邊坡裸露地、加上破碎的地質條件，加速堆積物的形成。

3. 有效的溪床坡度

一般情形發生區常為陡坡，坡度超過 30°。河溝通常坡度 10°~20°，可將土石搬運或帶動至更下游區。

3. 土石流的運動方式

土石流前端成波浪狀並有巨石集中現象，而其後續現象部分礫石粒徑及濃度均較小。土石流之橫斷面形狀，在前端部分其中央呈隆起之形狀，而其後續部份中央成凹陷之形狀。

土石流的運動方式可以分成發生區、流動區與堆積區。發生區的橫剖面形狀多呈 V 字形，谷壁崩坍的碎屑會大量堆積在這裡，所以四周的植生常顯得相當稀疏。而流動區為 U 字形，通常位於山溝河谷流域的中下游，河床上會有河谷兩岸崩坍下來的碎屑物。至於堆積區則多在溪流下游出口處，常形成沖積扇

狀的平坦地形，表面與前緣多巨大的岩塊堆積，整體看來像是一個伸長的舌頭。

土石流運動有明顯的直進性，遇到障礙物或通過彎道不易繞流或變向，而產生猛烈的衝擊作用或爬高現象。

4. 土石流的特徵

- (1) 流速快、泥砂濃度高、沖蝕力強、衝擊力大。
- (2) 土石流表面之流速明顯的高於其平均流速，顯示土石流具有表面快而底面慢之流速分佈特性。
- (3) 土石流之流動速度受其所含有之土石之粒徑、濃度及溪谷坡度所影響。礫石型之土石流其流速約在 3~10m/s，而泥流型之土石流則約為 2~20m/s。
- (4) 土石流之流動速度受其所含有之土石之粒徑、濃度及溪谷坡度影響。
- (5) 前端隆起且巨礫集中、流量大，後續水流多為泥流或土石流。
- (6) 大石在上、小石在下
- (7) 土石流常於溪谷出口等坡度緩、寬度大之地點形成扇狀堆積地。

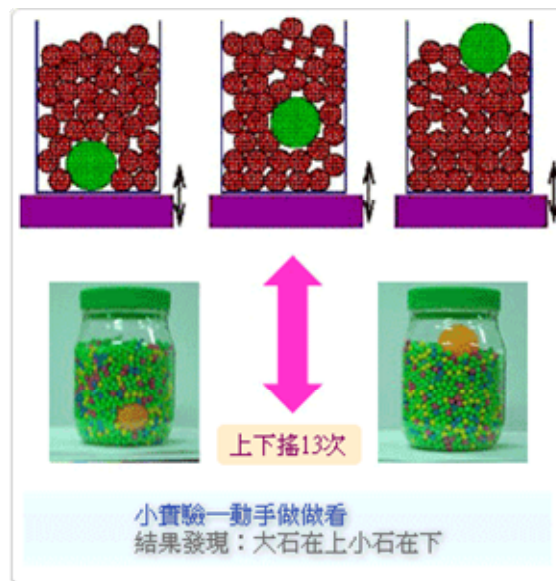


圖 5.1 土石流大石在上、小石在下的特徵

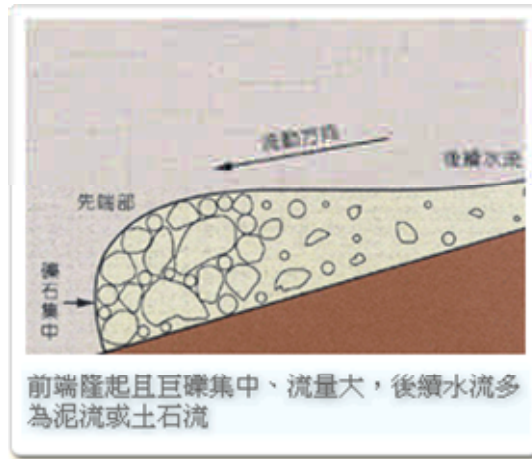


圖 5.2 土石流縱斷面特徵

5.2 影響

1. 土石流的危險地點

上游崩塌地滑區、危險溪流兩岸易崩塌區、危險溪流谷口扇狀地。

2. 危害方式

淤埋、沖刷、堵塞、撞擊、漫流改道、磨蝕、彎道超高、擠壓主河道。

3. 土石流分佈地區的特性

土石流是一種地質作用，再地質始終一直有土石流的發生，許多沖積扇的材料就包括土石流的堆積物。近十幾年來，土石流常造成重大的災害，引起人們的重視。但這並不代表十幾年前很少發生土石流。這是因為以前資訊不發達，消息傳播的不快也不廣，且山區人口較少，發生了土石流較不會造成災害。隨著社會的發展，平原的利用趨於飽和，加上山區重要公路農路的開發，吸引人們往山區居住與墾植，不當的土地利用也加速了山坡地的不穩定。而河階地、沖積扇等地形較平緩處，通常為居住所在，所以一發生土石流常造成災害。

5.3 對策

土石流發生除受自然因素(地形、地質、水文、氣象)影響外，還與人類不合理的土地利用有關。

1. 土石流跡地的判別？

有土石流發生過的溪谷，將來有再發生土石流的可能。

- A. 河流出口或山溝中有扇狀地形，坡度超過 4~6 度。
- B. 縱剖面有大小不一岩塊，基質支撐。局部有枯樹幹、樹枝。
- C. 大岩塊分佈多，被搬運很遠距離。
- D. 上游崩塌、蝕溝頻繁。
- E. 中游地區之橫斷面常成 U 型谷，有明顯沖刷及淤積痕跡；縱剖面常呈鋸齒狀，有天然跌水。

2. 土石流發生徵候？

- A. 溪流的顏色變濁
- B. 溪谷中有異常的聲響
- C. 溪谷附近坡面有崩塌發生
- D. 溪流之水量突然激增
- E. 持續降雨中，溪流之水量突然減少

3. 施行適當對策防災

A. 遠離土石流潛勢溪流區

要保護山坡地的公共安全，最簡單而有效的辦法，就是不要進入政府劃定的 1420 條「土石流潛勢溪流」，進行相關開發與活動。

土石流潛勢溪流係指過去曾經發生土石流災害且未來仍有再次發生之可能，或雖無災害歷史，卻有可能發生災害之溪流，並經過易發生土石流之自然環境潛在因子及保全對象之危害程度等調查認定，且發生後可能造成民眾生命財產損失或道路橋梁等公共設施損毀之溪流。

- B. 政府落實且民眾配合山坡地管理
- C. 災害監測
- D. 擬定避難計畫
- E. 教育宣導
- F. 防災演練

5.4 治理

1. 源頭治理

A. 排除滲透水

大量的水是導致土石流發生的原因，因此要盡量排除，我們可以在溪床上有厚層堆積物的場所埋設排水管，將滲流水集中排除。

B. 防止堆積物表層發生地表逕流

當厚層堆積物發生全面性地表逕流時，很容易引發土石流，因此可以在堆積物表層以鋪床工將地表逕流與堆積層隔絕，好減低土石流發生之可能。

C. 危石移除、危木截短

將溪床上的厚層堆積土砂挖除，並將邊坡傾斜危險之樹木枝幹部分截短，以防止土石流的發生。

D. 裂縫填補

為阻截地下水竄流，應將地表裂縫處填補起來，回填材料運用原地土方，以具阻水作用的黏土為佳，裂縫填補後還必須同步完成高密度的植生處理。

E. 打樁編柵

為固定不安定的土石、改善坡度、防止沖刷，形成有利植物的生長環境，可使用萌芽或雜木樁，依適當距離打入土中，並以竹片、PE網、鐵絲網等材料編織成柵，以穩

定一般土壤的挖填方坡面以及崩積土或淺層崩塌坡面。

2. 輸送段治理

A. 減低土石流流速

土石流的流速受到溪床坡度的支配，為了讓流速降低，可以採用攔砂壩或連續性潛壩，除可增加溪床之粗糙度，另外填體上游攔阻淤積土砂，可使溪床坡度減緩，而達到減緩流速的功效。

B. 使土石流脫水

土石因為大量水流的作用而快速流動，一旦脫水後就會慢慢停下來，因此在溪床上可設置梳子壩或鋼管樁壩等具透水性之攔砂壩，或以水平之格柵工鋪陳於溪床上，一來可以讓土石流減速，再來當土石流流經水平柵工時，水分可以向下滲透，而使水土分離，達到脫水之效果，促使土石流停止

C. 攔阻土石流

為避免土石流流出溪谷，必須將土石流留在溪谷內，此時防砂壩的效果較佳。

D. 設置土石流緩衝帶

在溪谷間營造樹林帶，使土石流在大片林木的阻礙下堆積下來，以樹林為緩衝區，避免土石流直接侵襲。

3. 沉積段治理

A. 在流路上設置土砂堆積場

土石流在狹窄的溪谷中流動，一旦溪谷變寬、溪床坡度變緩，土石流就很容易在這兒因為分流、脫水而減緩流速，因此在溪谷中若有寬闊且平緩之地形，可在這個位置

的下游設置防砂埧，形成堆積場所，以容納向下流動的土砂。

B. 在谷口設置土砂堆積場

土石流一旦流出谷口，就會因分流、脫水等作用而在谷口寬闊的地面上堆積，但因為土石流的流勢很強，往往要流出谷口一段距離後才會逐漸停止下來。因此可在離谷口 100 公尺以上的距離，及寬度約 30~40 公尺之扇狀地形內圍堤，形成堆積場，好讓土石流在堆積場內安全地堆積下來。圍堤可用土石堆砌而成，或以混凝土牆圍之。

C. 在谷口設置緩衝帶

在溪谷出口處亦可營造大面積森林，使土石流在林木的阻擋下，因為分流而堆積下來。

D. 土石流導流

如果土石流流出谷口處，缺乏寬廣的地面可供土石流堆積，那麼可以利用導流堤將土石流引導到安全的地帶，或以流路工使土石流在人工渠道中安全排出。