

第2章 その他の土石流対策施設

第1節 土石流導流工

1.1 断面

土石流導流工の断面は、土石流の流量、水深（本指針第1編2.4参照）を考慮し、これらに余裕高を加えたものとする。なお、堆積遡上により氾濫しないように注意する。

解説

土石流導流工は、安全な場所まで土石流を導流するよう、土石流・流木捕捉工のえん堤を1基以上設けた後、または土石流堆積工を設けた後それらに接続するよう計画する。

計画流量は、溪流全体の施設計画において施設により整備される土砂量の計画流出土砂量に対する比だけ土石流ピーク流量が減少すると仮定して決定する。ただし、計画規模の年超過確率の降雨量から求められる清水の対象流量に10%の土砂含有を加えた流量を下まわらないものとする。

土石流導流工の幅は、土石流の最大礫径の2倍以上、または原則として3m以上とする。なお、計画規模の年超過確率の降雨量に伴って発生する可能性が高いと判断される土石流が上流域で十分処理される場合は通常の溪流保全工（本指針第2編第7章参照）を計画するものとする。

余裕高は次のとおりとする。

表 2-2-1

流 量	余裕高 (ΔH)
200 m ³ /s 以下	0.6m
200~500 m ³ /s	0.8m
500~2000 m ³ /s	1.0m

ただし、河床勾配による次の値以下にならないようにする。

表 2-2-2

勾配	ΔH/H
1/10 以上	0.5
1/10~1/30	0.4
1/30~1/50	0.3

ここで、H：水深 (m) である。

1.2 法線形

土石流導流工の法線形はできるかぎり直線とする。

解説

土石流は直進性をもっているため、導流工の法線形は直線とするのが望ましい。地形及び土地利用等の理由によりやむ得ず屈曲させる場合は円曲線を挿入するものとし、その湾曲部曲率半径は下記の式で求め、中心角 30° 以下とする。

$$b/r \text{ (in)} \leq 0.1 \quad \cdots (2-2-1)$$

ここで、 b : 流路幅、 r (in) : 湾曲部曲率半径を示す。

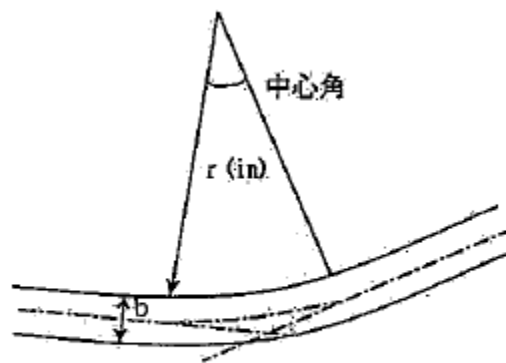


図 2-2-1 土石流道流工湾曲部の法線形

1.3 縦断形

土石流導流工の縦断図は、急な勾配変化をさける。なお、土砂の堆積遡上が予想される場合は、これに対して安全な構造とする。

1.4 構造

(1) 溪床

掘込み方式を原則とする。

(2) 湾曲部

湾曲部では外湾側の水位上昇を考慮して護岸の高さを決定する。

解説

理論値、実測値、実験結果等により水位上昇を推定し、これを安全に流せる構造とする。

土石流では、外湾の最高水位 $h(\text{out})_{\text{max}}$ は $h_0 + 10 \frac{bu^2}{rg}$ にもなることがあるが、一般に土石流導流工や流路工が施工される扇状地では、土石流および清流でそれぞれ下記の式で求める。

$$\text{土石流： } h(\text{out})_{\text{max}} = h_0 + 2 \frac{bu^2}{rg} \dots \dots \dots (2-2-2)$$

清水（射流）で、

$$h(\text{out})_{\text{max}} = h_0 + \frac{bu^2}{rg} \dots \dots \dots (2-2-3)$$

ここに h_0 : 直線部での水深 (m)

b : 流路幅 (m)

u : 平均流速 (m/s)

r : 水路中央の曲率半径 (m)

g : 重力の加速度 (9.8m/s²) である。

第2節 土石流堆積工

2.1 土石流堆積流路

(1) 土石流堆積流路

土石流を扇状地内の流路に積極的に堆積させる。また、護岸工等により溪岸侵食を防止する。

解説

流路に土石流を積極的に堆積させるために、流路勾配の緩和、流路断面の拡幅により、土砂輸送能力を低下させる。ただし、土砂流発生以前の常時の流量において土砂が堆積するようでは、土石流発生時での堆積容量が減少する。したがって、常時の流出土砂量（土砂混入濃度）を想定し、これが堆積しない程度まで流路勾配を緩くするものとする。

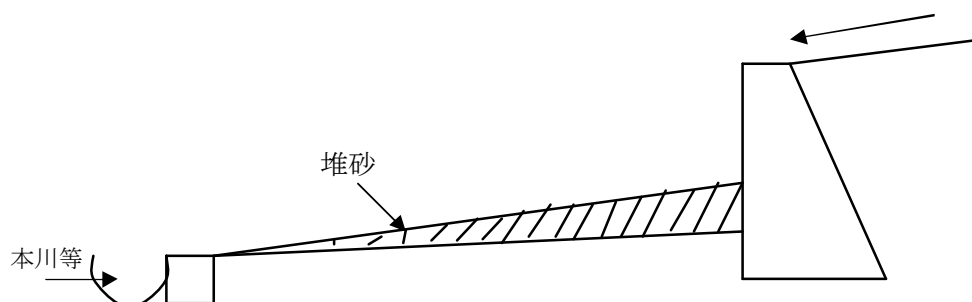


図 2-2-2 土石流堆積流路

(2) 除石

土石流等により土石流堆積流路内に土砂が堆積した場合には、すみやかにこれを除石する。

2.2 土石流分散堆積地

(1) 形状

土石流分散堆積地の形状は土石流の流動性および地形の特性を把握し適切な形状とする。

解説

過去の土石流の規模、流下・氾濫特性、類似溪流の発生事例を基に分散堆積地の形状を定める。

土石流の流動性が低く、溪床勾配が急勾配なほど土石流は拡散しにくいので、分散堆積地の形状は細長い形状とする。土石流及び溪床勾配の特性が逆の場合は、巾広の形状とする。

(2) 計画堆砂勾配

土石流分散堆積地の計画堆砂勾配は現溪床勾配の $1/2 \sim 2/3$ の勾配を基準とする。

(3) 計画堆砂量

土石流分散堆積地の計画堆砂量は計画堆砂勾配で堆砂した状態について求める。

(4) 構造

土石流分散堆積地の上、下流端にはえん堤または床固工を設け、堆砂地内には必要に応じて護岸、床固工を設ける。

解説

土石流分散堆積地は上下流端の砂防えん堤（または床固工）、拡散部、堆積部及び流末導流部からなる。上流端砂防えん堤（床固工）は堆積地勾配を緩和するために掘り込みとするので、上流端の現溪床との落差を確保するために設置する。下流端砂防えん堤（床固工）は拡散した流れを制御し河道にスムーズに戻す機能を持つ。堆積容量を増大するために堆積部に床固工を設置することがある。土石流分散堆積地の幅(W_2)は上流部流路幅 (W_1) の 5 倍程度以内を目安とする。

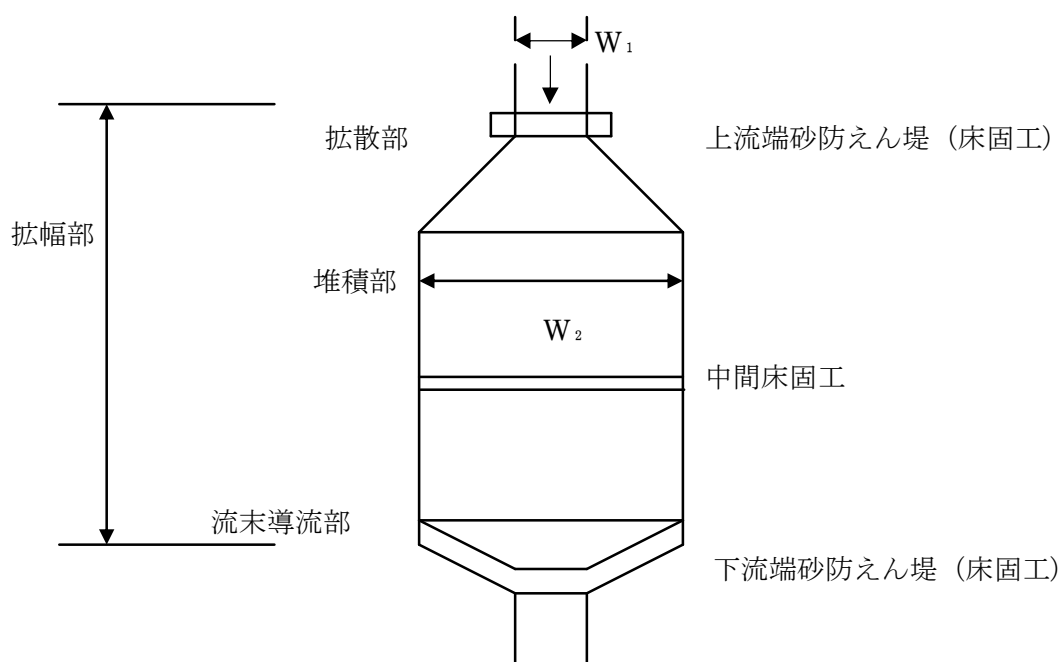


図 2-2-3

(5) 除石

土石流等により土石流堆積流路内に土砂が堆積した場合は、すみやかにこれを除石する。堆砂後の除石のため、除石方法、搬出方法、土捨場をあらかじめ検討しておく。

解説

除石方法及び搬出方法の検討においては、濁水、騒音、粉塵対策を考慮する。

第3節 土石流緩衝樹林帯

土石流緩衝樹林帯は、土石流堆積区域で土石流の流速を低減させる目的で土石流堆積区域末端部付近に設定する。

堆砂空間の構造は、現在の地形を考慮し下流端に床固工等を配置し、小規模な出水を処理する常水路、導流堤、樹林、補助施設等からなる。

解説

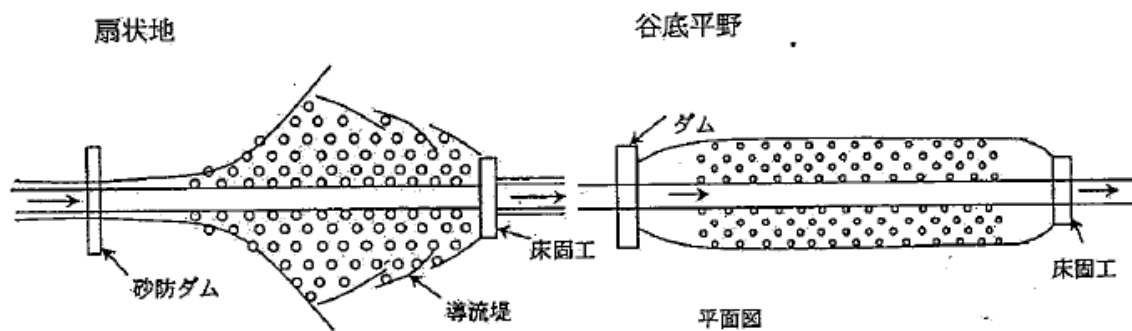


図 2-2-4 土石流緩衝樹林帯

1. 利用導入樹種

導入する樹種は、計画区域内または近傍の類似条件下の場所に存する樹種を参考に選定する。

2. 樹林の密度等

(1) 樹林の密度は樹木の成育上必要な最小限の間隔を確保した上で、樹林帯区域内の流速を減じ十分な土砂の堆積効果が得られる密度を目標とする。

(2) 樹木は流体力により倒れないように検討する。

3. 効果量

効果量は整備後の樹林帯を考慮した粗度係数を求め土砂の堆積量を掃流砂量計算等により算定し、計画区域内の溪床の不安定土砂量と併せたものを効果量とする。

計画平均堆積深は、0.3～0.5m 程度とする。

4. 樹林帯の保育

土石流緩衝樹林帯の機能を維持確保するため樹林帯の保育を行い、必要に応じて下刈、補植等を行う。

第4節 土石流流向制御工

土石流導流堤等により土石流の流向を制御するもので、越流を生じない十分な高さとするとともに、表法先の洗掘に注意する。

解説

(1) 導流堤の法線形状

計画基準点よりも下流で土砂を流しても安全な場所があり、下流に災害等の問題を生じさせずに安全な場所まで土砂を流下させることができる場合は、土石流の流向を土石流導流堤等により流向を制御し、安全な場所まで導流する。流向制御工の法線は土石流直撃による越流を防止するために、流れに対する角度(θ)は $\theta < 45^\circ$ とする。土石流の流向を 45° 以上変更する場合、および保全対象の分布が広く導流堤が長くなる場合は導流堤を複数に分割し、霞堤方式に配慮する。

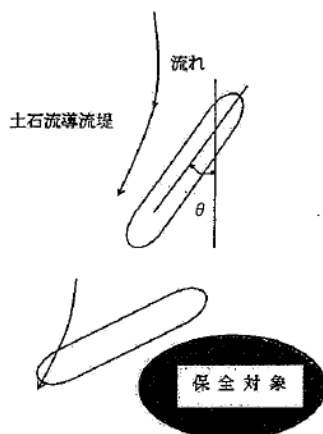


図 2-2-5 土石流道流堤の法線

(2) 土石流導流堤の高さ

流向制御工天端は原則として現溪床勾配と平行する。高さは土石流の水深に余裕高を加えたものとする。(本指針第2編第2章1.1参照)

土石流の速度および水深は本指針第1編第6章2.4に従い求める。

(3) 導流堤の法面保護および法先の洗掘対策

導流堤の表法はコンクリート、石積み、コンクリートブロック積み、鋼矢板等による護岸により土石流の侵食から防護する。法先は護岸工の根入れ、コンクリートブロック等による根固め工、及び根固水制工等により洗掘に対して安全な構造とする。

(4) 除石工

土石流発生後、必要により除石を実施する。

第5節 土石流・流木発生抑制工

5.1 溪床堆積土砂移動防止工

床固工等で溪床堆積物の移動を防止する工法である。

解説

溪床堆積土砂移動防止工には、主として床固工等があり、溪床や溪岸の堆積物の移動を防止する。原則として床固工の上流側を天端まで埋戻し、礫及び流木の衝撃力を直接受けしない構造とする。また袖部の上流側についても土砂を盛る等の処置を行い土石流による破壊をできるだけ避けるものとする。設計外力については本指針第2編第1章 3.1 を参考とし、土石流荷重を考慮せず静水圧のみを対象とする。

溪床堆積土砂移動防止工にはコンクリート製、鋼製枠製等がある。水通し断面は本指針第2編第1章 3.5.2 によるが、水通し幅は地形を考慮してできるだけ広くとる。土石流ピーク流量に対しては、余裕高は原則として考慮しなくてよい。その他の設計は、コンクリート製では本指針第2編第1章第3節不透過型砂防えん堤に準ずる。

5.2 土石流発生抑制山腹工

植生または他の土木構造物によって山腹斜面の安定化をはかる。

解説

土石流となる可能性のある山腹崩壊を防ぐために山腹保全工を施工するものとする。山腹保全工は「山腹保全工の手引き（案）」に基づいて行なう。

第6節 維持管理

土石流対策施設が十分機能を発揮するよう、定期的及び豪雨後、すみやかに堆砂状況等の点検を行い、必要に応じて除石等を行なう。

解説

土石流捕捉工は貯砂容量が大きいほど効果が大きいので、不透過型えん堤では、定期的または出水後に堆砂状況を調査する。

透過型砂防えん堤についても、流木等によって閉塞しないよう管理する。

定期的及び出水の後にえん堤堆砂状況の調査を行い、必要に応じ除石等の処置を講ずる。

土石流発生後は、施設の被害を必要に応じ点検を行い破損等に対し必要な処置を講ずる。