

II. 計 画 編

II. 計画編目次

第1章 砂防（土砂災害等対策）計画	II- 1- 1
第1節 総説	II- 1- 1
第2節 砂防基本計画	II- 1- 2
2.1 総説	II- 1- 2
2.2 砂防基本計画及び砂防施設配置計画作成の順序	II- 1- 3
2.3 整備率	II- 1- 4
2.3.1 整備率	II- 1- 4
2.3.2 整備率の算定にあたっての注意点	II- 1- 4
第3節 土石流・流木対策計画	II- 1- 6
3.1 総説	II- 1- 6
3.2 計画策定の基本方針	II- 1- 8
3.3 保全対象	II- 1- 8
3.4 計画規模	II- 1- 9
3.5 計画基準点等	II- 1-10
3.6 計画で扱う土砂・立木量等	II- 1-11
3.6.1 計画流出量	II- 1-12
3.6.2 計画流下許容量	II- 1-21
3.6.3 計画基準点における土石流ピーク流量	II- 1-21
3.7 土石流・流木処理計画	II- 1-22
3.7.1 土石流・流木処理計画の策定の基本	II- 1-23
3.7.2 計画捕捉量	II- 1-24
3.7.3 計画堆積量	II- 1-31
3.7.4 計画発生（流出）抑制量	II- 1-34
3.8 整備率	II- 1-38
第4節 水系砂防計画	II- 1-39
4.1 総説	II- 1-39
4.2 計画規模	II- 1-40
4.3 計画基準点等	II- 1-40
4.4 計画土砂量等	II- 1-42
4.4.1 計画生産土砂量	II- 1-42
4.4.2 計画流出土砂量	II- 1-43
4.4.3 計画許容流出土砂量	II- 1-44
4.4.4 計画超過土砂量	II- 1-44
4.5 土砂処理計画	II- 1-45
4.6 土砂生産抑制計画	II- 1-46
4.6.1 計画生産抑制土砂量	II- 1-46
4.7 土砂流送制御計画	II- 1-49
4.7.1 計画流出抑制土砂量	II- 1-49
4.7.2 計画流出調節土砂量	II- 1-50
4.8 整備率	II- 1-52
第5節 流域・水系における流木対策計画	II- 1-55
5.1 総説	II- 1-55

5.2	計画規模	-----	II-	1-5	5
5.3	計画基準点等	-----	II-	1-5	5
5.4	対策の基本	-----	II-	1-5	6
5.5	計画流出流木量	-----	II-	1-5	7
5.6	流木発生抑止計画	-----	II-	1-5	7
5.6.1	計画発生抑制流木量	-----	II-	1-5	7
5.7	流木捕捉計画	-----	II-	1-5	8
5.7.1	計画捕捉流木量	-----	II-	1-5	8
5.8	整備率	-----	II-	1-5	9
第2章 砂防施設配置計画			-----	II-	2-
第1節 総説			-----	II-	2-
第2節 土石流・流木対策施設配置計画			-----	II-	2-
2.1 総説			-----	II-	2-
2.2 土石流・流木対策施設の配置の基本方針			-----	II-	2-
2.3 土石流・流木対策施設の機能と配置			-----	II-	2-
2.4 土石流・流木捕捉工			-----	II-	2-
2.4.1 砂防堰堤の型式と計画で扱う土砂量等			-----	II-	2-10
2.4.2 砂防堰堤の型式の選定（透過型・不透過型・部分透過型）			-----	II-	2-13
2.4.3 透過型・部分透過型の種類と配置			-----	II-	2-15
2.4.4 堰堤位置の選定			-----	II-	2-17
2.4.5 堰堤の方向			-----	II-	2-18
2.4.6 堰堤の高さ			-----	II-	2-19
2.4.7 堰堤の計画堆砂勾配と貯砂量			-----	II-	2-19
2.4.8 流木捕捉施設			-----	II-	2-20
2.5 土石流・流木発生抑制工			-----	II-	2-21
2.5.1 土石流・流木発生抑制山腹工			-----	II-	2-21
2.5.2 渓床堆積土砂移動防止工			-----	II-	2-22
2.6 土石流導流工			-----	II-	2-23
2.7 土石流堆積工			-----	II-	2-23
2.7.1 土石流分散堆積地			-----	II-	2-24
2.7.2 土石流堆積流路			-----	II-	2-24
2.8 土石流緩衝樹林帯			-----	II-	2-25
2.9 土石流流向制御工			-----	II-	2-26
2.10 計画諸元			-----	II-	2-27
2.10.1 土石流ピーク流量の算出方法			-----	II-	2-27
2.10.2 清水の対象流量の算出方法			-----	II-	2-32
2.10.3 土石流の流速と水深の算出方法			-----	II-	2-36
2.10.4 土石流の単位体積重量の算出方法			-----	II-	2-41
2.10.5 土石流流体力の算出方法			-----	II-	2-41
2.10.6 流木の最大長、最大直径の算出方法			-----	II-	2-41
2.10.7 流木の平均長、平均直径の算出方法			-----	II-	2-42
第3節 流域・水系における土砂生産抑制施設配置計画			-----	II-	2-43
3.1 総説			-----	II-	2-43
3.2 山腹保全工			-----	II-	2-43

3.2.1	山腹工	-----	Ⅱ-	2-44
3.2.2	山腹保育工	-----	Ⅱ-	2-47
3.3	砂防堰堤	-----	Ⅱ-	2-48
3.4	床固工	-----	Ⅱ-	2-49
3.4.1	床固工の位置	-----	Ⅱ-	2-49
3.4.2	床固工の方向	-----	Ⅱ-	2-50
3.4.3	床固工の高さ	-----	Ⅱ-	2-50
3.4.4	溪床勾配	-----	Ⅱ-	2-51
3.4.5	階段状床固工	-----	Ⅱ-	2-52
3.5	帯工	-----	Ⅱ-	2-52
3.6	護岸工	-----	Ⅱ-	2-52
3.6.1	護岸工の位置	-----	Ⅱ-	2-53
3.6.2	護岸工の種類	-----	Ⅱ-	2-54
3.6.3	護岸工の高さ	-----	Ⅱ-	2-54
3.6.4	溪床勾配	-----	Ⅱ-	2-55
3.7	溪流保全工	-----	Ⅱ-	2-56
3.7.1	溪流保全工（流路工）の着手時期	-----	Ⅱ-	2-57
3.7.2	計画条件	-----	Ⅱ-	2-57
3.7.3	実施の順序	-----	Ⅱ-	2-58
3.7.4	法線	-----	Ⅱ-	2-59
3.7.5	溪床勾配	-----	Ⅱ-	2-59
3.7.6	構造	-----	Ⅱ-	2-59
3.8	計画高水流量	-----	Ⅱ-	2-62
3.8.1	流出係数	-----	Ⅱ-	2-62
3.8.2	降雨強度	-----	Ⅱ-	2-64
3.8.3	土砂混入率	-----	Ⅱ-	2-65
3.8.4	堰堤の計画高水流量	-----	Ⅱ-	2-65
3.8.5	溪流保全工（流路工）の計画高水流量	-----	Ⅱ-	2-67
第4節 流域・水系における土砂流送制御施設配置計画			Ⅱ-	2-70
4.1	総説	-----	Ⅱ-	2-70
4.2	砂防堰堤	-----	Ⅱ-	2-70
4.2.1	土砂調節のための透過型堰堤	-----	Ⅱ-	2-71
4.3	床固工	-----	Ⅱ-	2-72
4.4	帯工	-----	Ⅱ-	2-72
4.5	水制工	-----	Ⅱ-	2-72
4.5.1	水制工の位置	-----	Ⅱ-	2-73
4.5.2	方向	-----	Ⅱ-	2-73
4.6	護岸工	-----	Ⅱ-	2-74
4.7	遊砂地工	-----	Ⅱ-	2-74
4.8	溪流保全工	-----	Ⅱ-	2-74
4.9	導流工	-----	Ⅱ-	2-74
4.10	計画諸元	-----	Ⅱ-	2-74
第5節 流域・水系における流木対策施設配置計画			Ⅱ-	2-75
5.1	総説	-----	Ⅱ-	2-75

5.2	流木対策の手法	-----	Ⅱ- 2-7 5
5.3	流木対策施設	-----	Ⅱ- 2-7 6
5.3.1	流木発生抑制施設	-----	Ⅱ- 2-7 8
5.3.2	流木捕捉施設	-----	Ⅱ- 2-7 9
第3章 除石（流木の除去を含む）計画			----- Ⅱ- 3- 1
第1節 総説			----- Ⅱ- 3- 1
第2節 維持管理			----- Ⅱ- 3- 3
2.1	土石流対策施設	-----	Ⅱ- 3- 3
2.2	流木対策施設の維持・管理	-----	Ⅱ- 3- 3
2.2.1	流域の状況変化の点検と調査	-----	Ⅱ- 3- 3
2.2.2	流木対策施設の点検・補修と流木の除去	-----	Ⅱ- 3- 3

第1章 砂防（土砂災害等対策）計画

第1節 総説

砂防（土砂災害等対策）計画には、流域等における土砂の生産及びその流出に起因し発生する土砂災害を防止・軽減するための砂防基本計画、地すべり防止計画、急傾斜地崩壊対策計画、雪崩による災害を防止・軽減するための雪崩対策計画及び土石流、地すべり、急傾斜地の崩壊などが輻輳し発生する土砂災害を防止・軽減するための総合土砂災害対策計画がある。

（河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 第3章第1節）

【解説】

流域等とは、流域、火山地・火山山麓、急傾斜地等をいう。

土砂の生産とは、豪雨、融雪、地震等による山腹や斜面の崩壊・侵食、土石流、地すべり、河床・河岸の侵食等の現象に伴う不安定土砂の発生をいい、土砂の生産及びその流出による土砂災害の防止・軽減とは、山腹や斜面の崩壊・侵食、土石流の直撃等の直接的な災害及び流出した土砂による貯水池の埋没や、河床の上昇による洪水氾濫等による間接的な災害から、国民の生命、財産及び生活環境、自然環境を守ることをいう。

砂防（土砂災害等対策）計画の策定に当たって、検討すべき観点としては、以下の点が考えられる。

- ・流域等の土地利用等の社会環境
- ・既往の災害履歴と事業の変遷
- ・土砂災害に対する所要の安全度の確保
- ・流砂系における総合的な土砂管理
- ・良好な自然環境の保全・復元
- ・良好な景観の維持・形成
- ・流域等の利活用

（河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 第3章第1節<解説>）

【運用】

本基準(案)は、砂防（土砂災害等対策）計画のうち、砂防基本計画の基本的な考え方と必要最小限準拠すべき事項を示すものである。本基準(案)で定められていない地すべり防止計画、急傾斜地崩壊対策計画、雪崩対策計画及び総合土砂災害対策計画については、「河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11)、河川砂防技術基準(案) 設計編(H9.10)、調査編(H26.4)」に基づくものとする。

第2節 砂防基本計画

2.1 総説

砂防基本計画は、流域等における土砂の生産及びその流出による土砂災害を防止・軽減するため、計画区域内において、有害な土砂を合理的かつ効果的に処理するよう策定するものとする。

砂防基本計画には、発生する災害の現象、対策の目的に応じ、水系砂防計画、土石流対策計画、流木対策計画、火山砂防計画及び天然ダム等異常土砂災害対策計画がある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 第3章第2節2.1)

【解説】

有害な土砂とは、土砂災害を起こすような生産土砂及び流出土砂をいう。

砂防基本計画は、発生する災害の現象、対策の目的に応じ、水系を対象として土砂生産域である山地の山腹や斜面、溪流から河川、海岸までの有害な土砂移動を制御し土砂災害を防止・軽減するための水系砂防計画、土石流による災害を防止・軽減するための土石流対策計画、土砂とともに流出する流木によりもたらされる災害を防止・軽減するための流木対策計画、火山砂防地域において降雨及び火山活動等に起因して発生する災害を防止・軽減するための火山砂防計画、天然ダムの決壊等による異常な土砂移動に伴い発生する災害を防止・軽減するための天然ダム等異常土砂災害対策計画に区分される。

なお、上記5つの計画は、発生する災害の現象、対策の目的によっては、地域的に重なり合うことがある。このような場合は、発生する災害の現象等に応じ、計画として分けて策定するが、各々の計画間の整合が図られるよう相互調整を行う必要がある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 第3章第2節2.1<解説>)

【運用】

本基準(案)は、砂防基本計画のうち、土石流対策計画、水系砂防計画、流木対策計画について、基本的な考え方と必要最小限準拠すべき事項、本府における運用事項を示すものである。本基準(案)で定められていない火山砂防計画及び天然ダム等異常土砂災害対策計画については、「河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11)、河川砂防技術基準(案) 設計編(H9.10)、調査編(H26.4)」に基づくものとする。

砂防基本計画は、当該溪流の土石流発生履歴を含め、流域の社会環境、自然環境、文化・歴史等地域特性を総合的に評価したものでなければならない。また、総合河川計画の策定されている河川にあっては、砂防基本計画は総合河川計画に基づき策定するものとする。

2.2 砂防基本計画及び砂防施設配置計画作成の順序

砂防基本計画及び砂防施設配置計画作成の順序を図 2-1 に示す。

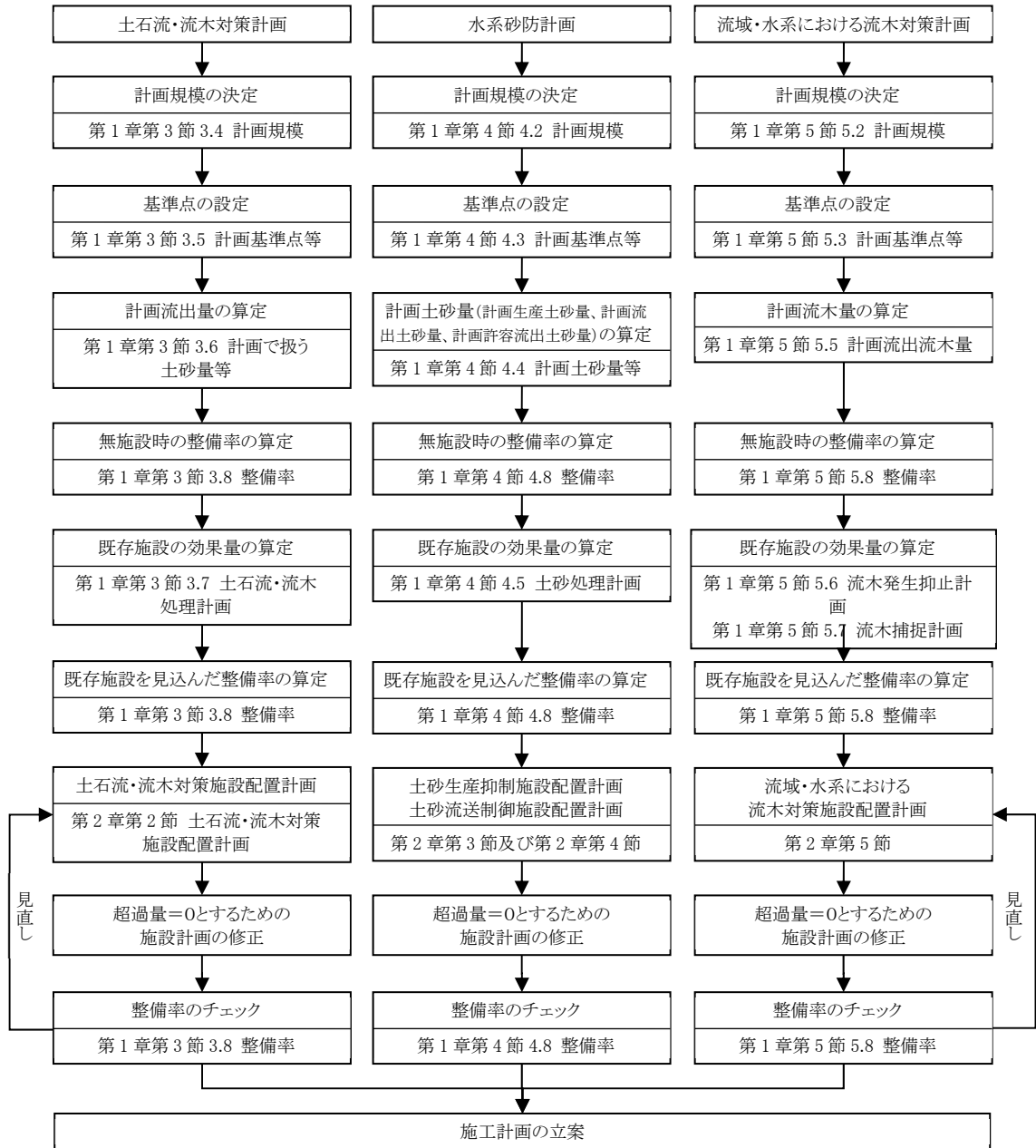


図 2-1 砂防基本計画の順序

同一流域において土石流・流木対策計画、水系砂防計画、流域・水系における流木対策計画を策定する場合は、基準点や土砂量・流木量の整合に留意すること。

2.3 整備率

2.3.1 整備率

整備率は、基本計画の種類に応じて使い分ける。

(京都府)

【運用】

整備率の算定は砂防設備と同様に、土石流危険渓流や土石流区域に施工する場合に策定する土石流・流木対策計画と、掃流区域において策定する土砂生産抑制施設配置計画・土砂流送制御施設配置計画・流木対策計画の3種類に分類できる。

整備率は、現況及び当該設備完成後の状況に応じて、基準点毎に算出する。これは、計画基準点での整備率を算出することにより渓流自体の整備状況を確認するとともに、補助基準点毎での整備率を算出することにより、より効率的な砂防設備の配置計画を策定するために行っている。

補助基準点の設置位置は、支川との合流部や、既設堰堤の地点等必要な位置に設ける。

また、原則として砂防設備を設置済みの渓流に新しく砂防計画を追加する場合は、既に決定した部分の計画流出土砂量・計画流出流木量は修正しないこと。土石流・流木対策計画で砂防堰堤を整備済みの渓流については、下流の渓流保全工も土石流対策計画の整備率で算出する。

2.3.2 整備率の算定にあたっての注意点

- (1) 既設砂防設備及び治山施設の効果については、整備率に考慮する。
- (2) 流域面積が大きな場合等で、土石流区域と掃流区域が存在する場合には砂防課と協議する。
- (3) 流域面積の小さな渓流については、土石流発生時の被害が直接保全人家に及ぶため、計画流出土砂量の算定にあたっては特に細心の注意を払う必要がある。
- (4) 既に砂防計画が策定済みの渓流について、新しく砂防計画を追加する場合は従来の計画を生かすこと。

(京都府)

【運用】

- (1) 治山施設は、溪床の安定と山脚の固定を図るために計画勾配と溪床の不安定土砂量を考慮して堰堤の高さと基数を決定しているが、渓流全体での不安定土砂量を数値として算定しているとは限らない（絶対的な不安定土砂量ではなく、現時点での不安定土砂量を対象とするため）。

治山施設については、計画発生（流出）抑制量を見込むものとするが、計画捕捉量、計画堆積量は見込んではいない。

- (2) 流域面積が大きい場合には、一渓流内に急勾配の土石流区域と、緩勾配の掃流区域が存在する場合があるが、個々の事例に合わせて整備率を算定しているため、砂防課との協議を行うこと。

通常は、掃流区域についても土石流対策による流出土砂量の算定を行うため現地実測を行い、土砂量の把握を行っている。

- (3) 災害の既往事例を確認すると、小溪流は崩壊率が一般に高く、渓流の中で一度崩壊すれば渓流の中で貯留することなく下流に流下することが知られている。

このため、小溪流では保全人家への影響が特に大であり、計画策定の際にはこの点に特に細心の注意を払うこと。

※堰堤は、その下流で土砂流出や崩壊が起きない位置を選定しなければならない。

(4) 既に砂防計画が策定されている溪流で、設備の評価をする場合は原則として、従来の効果量を生かすこと。詳細は砂防課と協議すること。

本基準(案)で砂防基本計画に用いる土砂量及び流木量の呼称を表 2-1 に示す。

表 2-1 砂防基本計画で扱う土砂及び流木量の呼称

土石流・流木対策計画		水系砂防計画及び 流域・水系における流木対策計画	
—※		計画生産土砂量	A
計画流出量	V	計画流出土砂量	Q
計画流出土砂量	V _d	計画流出流木量	Q _w
計画流出流木量	V _w	(計画基準点等に流出する流木量)	
計画流下許容量	W	計画許容流出土砂量	E
計画流下許容土砂量	W _d	計画許容流出流木量	E _w
計画流下許容流木量	W _w		
計画発生（流出）抑制量	Z	計画生産抑制土砂量	B
計画土石流発生（流出）抑制量	Z _d	計画発生抑制流木量	B _w
計画流木発生抑制量	Z _w		
計画堆積量	Y	計画流出抑制土砂量	C
計画堆積土砂量	Y _d		
計画堆積流木量	Y _w		
—		河道調節率	α
計画捕捉量	X	計画流出調節土砂量	D
計画捕捉土砂量	X _d	計画捕捉流木量	D _w
計画捕捉流木量	X _w		

※計画流出土砂量に含まれる。

第3節 土石流・流木対策計画

3.1 総説

砂防基本計画（土石流・流木対策）は、土石流および土砂とともに流出する流木等による土砂災害から国民の生命、財産、生活環境および自然環境を守り、併せて国土の保全に寄与することを目的として策定するものとする。

策定においては、溪流内の現地調査等により溪流の状況、自然環境や保全対象地域の歴史・文化等の特性および経済性等を総合的に把握するものとする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第1節）

【解説】

土石流とは、山腹が崩壊して生じた土石等又は溪流の土石等が水と一体となって流下する自然現象をいう。

土石流によって発生する災害は、土石流の直撃による災害と土石流の後続流等が氾濫することによる災害とに分けられる。

土石流の直撃による災害とは、先端部に集中して流下する巨礫等が直接人家等に衝突し発生する災害をいう。

土石流等の後続流等が氾濫することによる災害とは、土石流等の先頭部が堆積したのち、後続流等が流下する際、周辺域へと氾濫することにより浸水被害等が生じる災害をいう。

例えば、大規模な土石流の流出形態の概念を図 3-1 のとおりとなる。

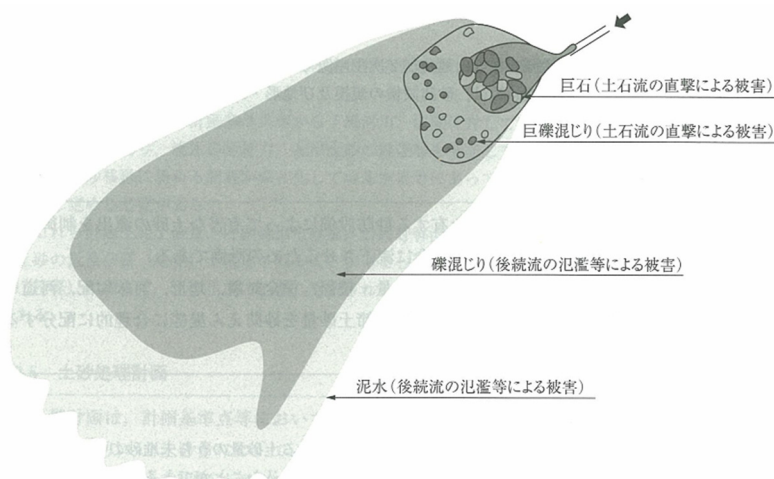


図 3-1 土石流氾濫の概念図

（河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 第3章第2節 2.3.1<解説>）

砂防基本計画（土石流・流木対策）は、土石流危険溪流の土石流や流木の発生履歴を含め、流域の社会環境、自然環境、文化・歴史等の地域特性や経済性等を総合的に評価したものでなければならない。

また、土石流危険溪流以外の土石流が発生および流下する恐れのある流域についても、本指針を準用することができる。ただし、その場合は、現地で想定される現象やその対策の目的が通常の土石流危険溪流の場合と同等と見なせるか否かを見極めた上で、準用することが重要である。

土石流の到達は、そのほとんどが 2° （概ね $1/30$ ）以上の勾配までであるが、到達区間は対象流域の過去の災害実態、渓床堆積土砂の状態、最大粒径等に基づき設定する。

なお、砂防基本計画（土石流・流木対策）は、図 3-2 の流れを参考に策定する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.3) 第1節<解説> 引用）

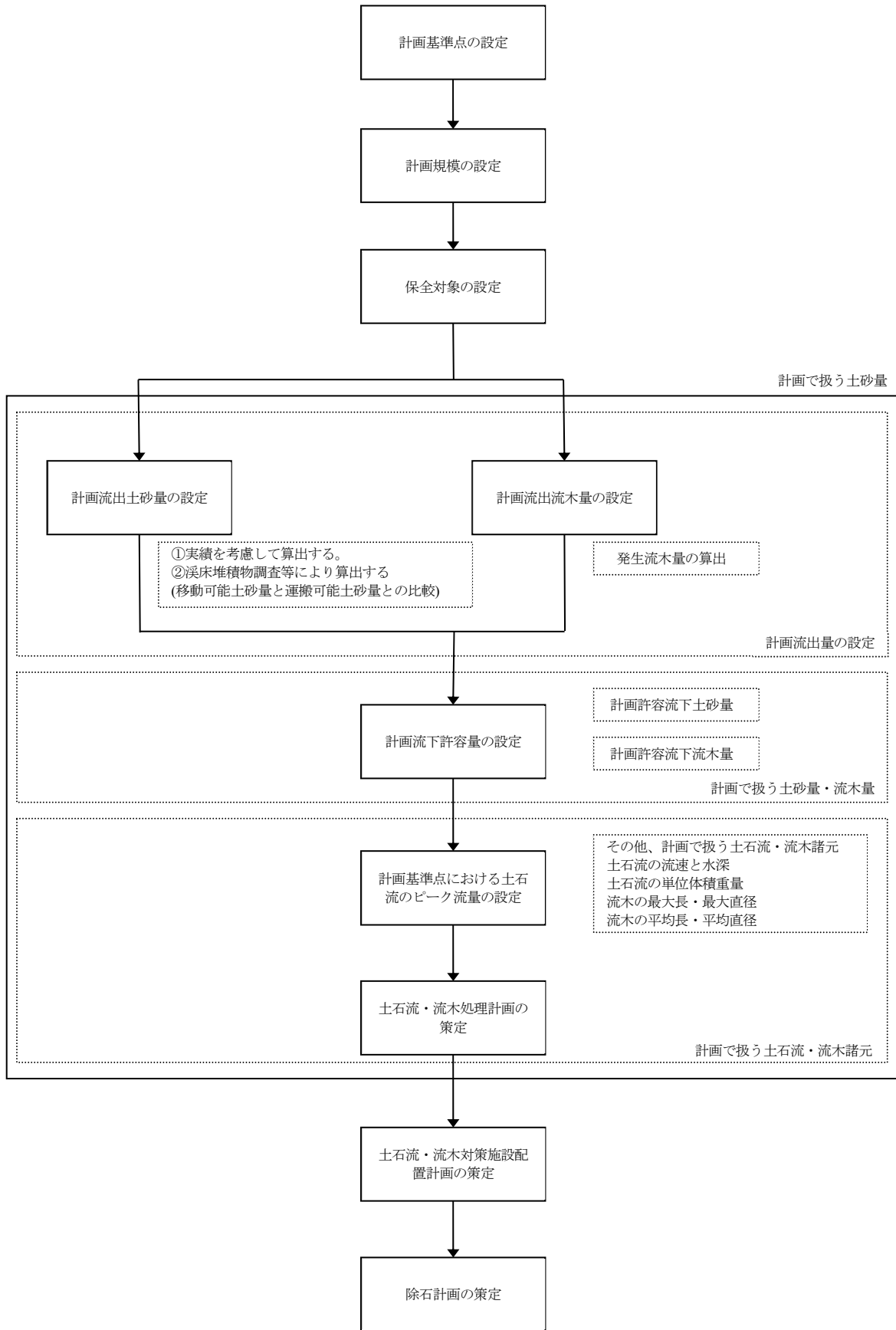


図 3-2 土石流・流木対策計画および土石流・流木施設配置計画、除石計画の策定の流れ
 (砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第1節<解説> 引用)

3.2 計画策定の基本方針

土石流・流木対策計画は、土石流および土砂とともに流出する流木等による土砂災害の防止を目的として、土石流および土砂とともに流出する流木等を合理的かつ効果的に処理するよう策定するものとする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.1）

【解説】

土石流・流木対策は、計画に基づく事業の完了によりその目的は達成される。しかしながら土石流および土砂とともに流出する流木等の破壊力や、流木が河道狭窄部や橋梁等を閉塞することで引き起こす土砂氾濫と与える被害から見て、その発生による人命・人家・公共施設等に対する影響は多大なものである。

したがって、事業の完了までの土石流および土砂とともに流出する流木等から人命・人家・公共施設等を保護するとともに、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の高いと判断される土石流（以下、「計画規模の土石流」という）を上回る土砂移動に対処するため、警戒避難体制の整備等のソフト対策を別途講ずる必要がある。

なお、流域において、大規模な崩壊、土石流の発生、地震、火山噴火による斜面の不安定化等の自然的要因又は開発等の人為的要因により大きな変化があった場合、あるいは、森林等の状況が大きく変化した場合には、必要に応じて、計画で扱う土砂・流木量等の見直しを行い、土石流・流木対策計画を改定する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.1<解説>）

3.3 保全対象

土石流危険渓流における保全対象は、土石流危険区域内にある保全人口、保全人家、保全田畑、公共施設等とし、設定に際しては計画基準点からの方向、距離、溪床との比高を考慮して設定する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.2）

【解説】

保全対象は、「土石流危険渓流および土石流危険区域調査要領(案)」に基づき設定する。なお、土石流危険渓流以外の土石流が発生および流下する恐れのある渓流において砂防設備を計画する場合は、本基準(案)を準用する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.2<解説> 引用）

【運用】

保全対象は、「土砂災害警戒区域に関わる土砂災害防止のための基礎調査」に基づく土砂災害警戒区域を参考とすることができる。

3.4 計画規模

土石流・流木対策計画の計画規模は、流域の特性によって一般に流出土砂量あるいは降雨量の年超過確率で評価するものとする。

なお、本基準(案)は、大規模な山腹崩壊土砂がそのまま土石流となるものや、崩壊または地すべり等により形成された天然ダムの決壊による土石流、および火山噴火に伴って融雪に起因する火山泥流、火口湖の決壊に起因する火山泥流を対象外とする。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.3 引用)

【解説】

原則として経験ならびに理論上、計画規模の年超過確率の降雨量（原則として24時間雨量又は日雨量の100年超過確率とする）に伴って発生する可能性が高いと判断される土石流および土砂とともに流出する流木等の流出量等を推定し、算出する。

土石流・流木対策計画では、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等の流出量等は、当該溪流における過去の土石流量等の資料に基づいて定めることができる。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.3<解説>)

3.5 計画基準点等

計画基準点は、計画で扱う土砂・流木量等を決定する地点である。計画基準点は、保全対象の上流に設けることを基本とする。

また、土石流・流木対策施設の設置地点及び、土砂移動の形態が変わる地点や支溪の合流部等において土石流・流木処理計画上、必要な場合は、補助基準点を設けるものとする。なお、土石流区間では、溪流の状況を踏まえ、発生・流下・堆積区間を適切に設定する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.4）

【解説】

土石流・流木対策計画では、一般には保全対象の上流の谷の出口、土石流の流下区間の下流端を計画基準点とする。なお、土石流の堆積区間に土石流・流木対策施設を設置する場合は、計画基準点を当該土石流・流木対策施設の下流に設けるものとし、土石流・流木対策施設の設置地点に補助基準点を設けることを基本とする。

土砂移動の形態が変わる地点は、図 3-3 を参考とする。

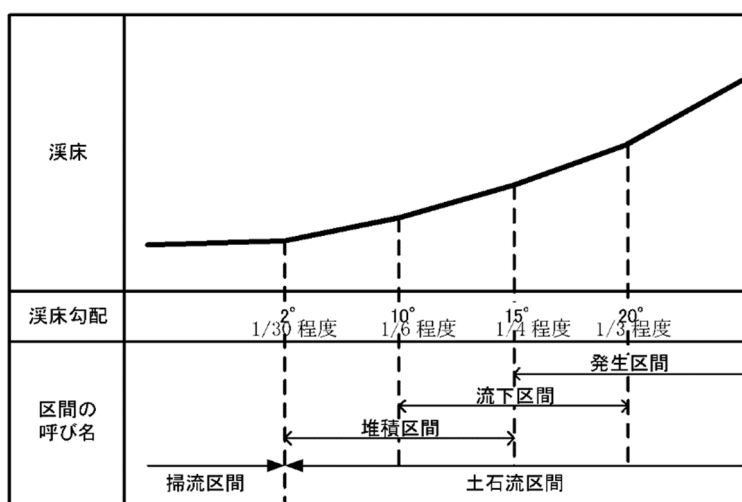


図 3-3 土砂移動の形態の溪床勾配による目安¹⁾

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.4<解説>）

【参考文献】

- 1) 建設省河川局砂防部砂防課(1999)：土石流危険溪流および土石流危険区域調査要領(案)、p.17

3.6 計画で扱う土砂・流木量等

計画で扱う土砂・流木量等は、計画流出量（計画流出土砂量・計画流出流木量）、計画流下許容量（計画流下許容土砂量・計画流下許容流木量）、土石流ピーク流量である。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.5）

【解説】

「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を把握するために、計画基準点において、計画流出量、計画流下許容量、および、土石流ピーク流量を算出する。計画流出量は計画流出土砂量と計画流出流木量の和とする。計画流下許容量は計画流下許容土砂量と計画流下許容流木量の和とする。

計画で扱う土砂・流木量等の算出方法は、本基準(案)に基づくものとする。また、補助基準点、土石流・流木対策施設を配置する地点等における土砂・流木量等の算出方法も「第Ⅰ編調査編 第3章 第2節 生産土砂量調査、同第7章第1節 土石流対策における流木調査」に基づくものとする。

なお、流木を含むことによる土石流ピーク流量、流速、水深、単位体積重量への影響は考慮しない。

また、「河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編」における用語と「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）(H28.4)」における用語の対比を表 3-1 に示す。「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）(H28.4)」における用語は暫定的に、土石流対策技術指針(案)の用語を踏襲している。

表 3-1 河川砂防技術基準計画編基本計画編と砂防基本計画策定指針の用語の対比

砂防基本計画策定指針	河川砂防技術基準 計画編 基本計画編
—※	計画生産土砂量
計画流出土砂量	計画流出土砂量
計画流下許容土砂量	計画許容流出土砂量
計画流下許容流木量	—
計画土石流発生（流出）抑制量	計画生産抑制土砂量
計画流木発生抑制量	—
計画堆積土砂量	計画流出抑制土砂量
計画堆積流木量	—
—	計画流出調節土砂量
計画捕捉土砂量	—
計画捕捉流木量	—
計画流出流木量	計画基準点等に流出する流木量

※計画流出土砂量に含まれる。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.5<解説>）

3.6.1 計画流出量

(1) 計画流出土砂量

計画流出土砂量は、「計画規模の土石流」により、計画基準点まで流出する土砂量である。算出に際しては、土石流・流木対策施設が無い状態を想定する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.5.1.1)

【解説】

計画流出土砂量は「(2) 計画流出土砂量の算出方法」で示した方法に基づき算出する。その際、式1.3-(2)における L_{dy11} は、計画基準点から上流域でのそれぞれ該当する溪流もしくは流路の長さとする。溪流の定義および1次谷の判定方法は、「土石流危険溪流および土石流危険区域調査要領(案)」に従うものとする。

計画基準点において算出した計画流出土砂量が $1,000\text{m}^3$ 以下の場合、計画流出土砂量を $1,000\text{m}^3$ とする¹⁾。ただし、補助基準点において算出した流出土砂量には適用しない。土石流ピーク流量を算出する際に用いる、1波の土石流により流出すると想定される土砂量の取扱いは、本基準(案)「第2章第2節2.10.1 土石流ピーク流量の算出方法」に示すとおりとする。

～～（参考）小規模溪流における計画流出土砂量の取扱い～～～～～～～～～～～～～～～～～～

小規模溪流において、簡易貫入試験を用いて移動可能土砂の厚さを計測する等の詳細な調査を行うことで、崩壊可能土砂量を含めた移動可能土砂量を精度良く把握できる場合もある。その場合に限り、計画流出土砂量が $1,000\text{m}^3$ 以下であっても調査に基づく土砂量を採用することができる。なお、小規模溪流は以下の条件全てを満たすものをいう。

- ・流路が不明瞭で常時流水がなく、平常時の土砂移動が想定されない溪流
- ・基準点上流の溪床勾配が 10° 程度以上で流域全体が土石流発生・流下区間

～～

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.5.1.1<解説> 引用)

【参考文献】

- 1) 桜井亘(2002)：小規模な溪流で発生する土石流の流出土砂量に関する研究、土木技術資料、44-4、p.6-7

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.2

質問：計画流出土砂量が $1,000\text{m}^3$ 以下の場合、計画流出土砂量を $1,000\text{m}^3$ とする背景を教えてください。

回答：流域面積が小さい溪流などにおいて計画流出土砂量が、災害実例に比べて極端に少なく見積もられる傾向があったことから、災害実態の分析に基づき設定されているものです。詳しくは参考文献を参照してください。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.3

質問：計画基準点において計画流出土砂量が $1,000\text{m}^3$ 以下となり、計画流出土砂量を $1,000\text{m}^3$ とした場合、計画流出流木量及び流木容積率の扱いを教えてください。

回答：計画基準点における計画流出土砂量によらず、計画流出流木量は調査結果等に基づき算出して下さい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A／追加(H28.9)

質問：計画基準点において計画流出土砂量が1,000 m³以下となり、計画流出土砂量を1,000 m³とした場合、計画流出土砂量を1,000 m³として、流木容積率を算出して良いでしょうか。

回答：はい。計画流出土砂量を1,000 m³、計画流出流木量は、調査結果等に基づき算出した値を用いて流木容積率を算出してください。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号／No.4

質問：10°未満の溪流は土石流ピーク流量を算定する際の想定土石流流出区間に含まれませんが、計画流出土砂量については10度未満の区間は対象となるのでしょうか？

回答：はい。計画流出土砂量は計画基準点より上流にある土砂を対象に算出します。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号／No.5

質問：計画基準点では計画流出土砂量が1,000m³を超えていますが、その上流の補助基準点の位置に砂防堰堤を計画する場合、流出土砂量が1,000m³以下となりました。この場合、(1)～(3)の土砂量はどのように算出すれば良いでしょうか？

- (1)計画基準点での流出土砂量
- (2)補助基準点での流出土砂量
- (3)補助基準点での土石流ピーク流量を求める際の1波の土石流により流出すると想定される土砂量

回答：(1)計画基準点での流出土砂量は1,000 m³を超えたそのままの値を使用して下さい。
 (2)補助基準点での流出土砂量は砂防基本計画策定指針2.6.1の計画流出土砂量の算出方法に従い算出した流出土砂量（1,000 m³以下）を使用して下さい。
 (3)1,000 m³として下さい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号／No.6

質問：10°未満の堆積区間であっても、計画流出土砂量については土砂流出を想定する対象区間となるのでしょうか。

回答：10°未満の堆積区間であっても、計画流出土砂量については土砂流出を想定する対象区間となります。

補足説明：計画流出土砂量は、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）及び同解説」2.5.1.1に記載のとおり、「計画規模の土石流」により計画基準点まで流出する土砂量です。「1波の土石流」とは異なり、「計画規模の土石流」は河道内にいったん堆積した土砂等であっても、降雨期間中において複数波の土石流等により計画基準点にまで到達する土砂も含んでおります。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A／No.7

質問：「（参考）小規模溪流における計画流出土砂量の取扱い」において、小規模溪流の条件を充たす流域面積や溪流長の参考値はないでしょうか？

回答：流域面積や流路長による制限はありません。ただし、流域面積や流路長が大きくなった場合であっても、崩壊可能土砂量を含めた移動可能土砂量を精度良く把握する必要があります。そのため、精度良く把握できる調査を実施できる規模となります。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A／No.8

質問：「（参考）小規模溪流における計画流出土砂量の取扱い」において、移動可能土砂量を精度良く把握できた場合とはどのような場合を想定しているのでしょうか？

回答：調査方法には制約はありませんが、崩壊土砂量も含めて、移動する可能性のある土砂の幅、深さ

について移動可能土砂量を算出する全区間において、簡易貫入試験などの現地調査等により移動可能土砂量を想定して下さい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.9

質問：「（参考）小規模溪流における計画流出土砂量の取扱い」において、小規模溪流の条件に、「土石流流木対策技術指針」P.23 記載の支溪の合流がない溪流の条件がありませんが、支溪の合流はない溪流に限定するのでしょうか？

回答：計画流出土砂量の算出にあたっては、支溪の合流がない溪流に限定する必要はありません。

(2) 計画流出土砂量の算出方法

計画流出土砂量は、現地調査を行った上で、地形図、過去の土石流の記録等より総合的に決定する。原則として、計画流出土砂量は、流域内の移動可能土砂量と、「計画規模の土石流」によって運搬できる土砂量を比較して小さい方の値とする。より詳細な崩壊地調査、生産土砂量調査および実績による流出土砂量調査が水系全体（土石流危険溪流を含む）で実施されている場合は、これらに基づき計画流出土砂量を決定してよい。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.6.1)

【解説】

計画流出土砂量は水源崩壊地調査、溪流調査等の結果に基づき算出する。ただし、流出土砂量の実績値がある場合においては、実績値を考慮して算出する。

1) 流域内の移動可能土砂量 (V_{dy1})

$$V_{dy1} = V_{dy11} + V_{dy12} \quad \dots 1.3-(1)$$

$$V_{dy11} = A_{dy11} \times L_{dy11} \quad \dots 1.3-(2)$$

$$A_{dy11} = B_d \times D_e \quad \dots 1.3-(3)$$

ここで、 V_{dy1} ：流域内の移動可能土砂量 (m^3)

V_{dy11} ：流出土砂量を算出しようとしている地点、計画基準点あるいは補助基準点から1次谷等の最上流端までの区間の移動可能溪床堆積土砂量 (m^3)

V_{dy12} ：崩壊可能土砂量 (m^3)

A_{dy11} ：移動可能溪床堆積土砂の平均断面積 (m^2)

L_{dy11} ：流出土砂量を算出しようとしている地点、計画基準点あるいは補助基準点から1次谷等の最上流端まで溪流に沿って測った距離 (m)

B_d ：土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅 (m)

D_e ：土石流発生時に侵食が予想される溪床堆積土砂の平均深さ (m)

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.6.1(1)）

2) 移動可能土砂量の算出における崩壊可能土砂量の取扱い

移動可能土砂量は、流出土砂量を算出しようとしている地点から1次谷の最上流端までの区間の移動可能溪床堆積土砂量と崩壊可能土砂量の和とすることを基本とする。なお、崩壊可能土砂量を的確に推定することが困難な場合においては、0次谷における移動可能溪床堆積土砂量の平均断面積に、0次谷の長さ（1次谷の最上流端から流域最遠点までの長さ）を乗じて崩壊可能土砂量を求めることを基本とする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）および土石流・流木対策設計技術指針の一部変更と留意事項について 平成25年3月29日 2-④）

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.10

質問：「 V_{dy1} ：流出土砂量を算出しようとしている地点、計画基準点あるいは補助基準点から1次谷等の最上流端までの区間の移動可能溪床堆積土砂量（ m^3 ）」の1次谷等の「等」は、「1次谷以上の溪流」を総称して「等」としているかと理解してよいでしょうか？

回答：はい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.11

質問：移動可能土砂量を算定する際の B_d （土石流発生時に侵食が予想される平均溪床幅）と B_{da} （土石流の流れの幅）は整合をとるべきでしょうか？

回答：いいえ。 B_d と B_{da} は違うものです。整合をとる必要はありません。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.12

質問：0次谷の崩壊を含めた式で崩壊可能土砂量を推定する際、0次谷は「流出土砂量を算出しようとする地点より上流の1次谷の最上流端から流域の最遠点までの流路谷筋に沿って計った距離（ m ）」と表現されていますが、2次谷、3次谷に直接流入する0次谷はどのように扱えばよろしいでしょうか。

回答：現地踏査を行い、土砂が溪流に入る可能性がある場合など、計上する必要があると判断した場合には計上して下さい。

3) 「計画規模の土石流」によって運搬できる土砂量 (V_{dy2})

「計画規模の土石流」によって運搬できる土砂量は、計画規模の年超過確率の降雨量 (P_p (mm)) に流域面積 A (km^2) を掛けて総水量を求め、これに流動中の土石流濃度 (C_d) を乗じて算定する。その際流出補正率 (K_{r2}) を考慮する。

$$V_{dy2} = \frac{10^3 P_p A}{1-K_v} \frac{C_d}{1-C_d} K_{r2} \quad \dots 1.3-(4)$$

C_d の算出方法は本基準(案)「第2章第2節2. 10. 1 土石流ピーク流量の算出方法」を参照する。なお、式2.2-(3)は、 $10^\circ \sim 20^\circ$ に対する高橋の式であるが、それよりも緩勾配の範囲についても準用する。 P_p は地域の降雨特性、災害特性を検討し決定する。なお、一般には24時間雨量を用いる。 K_v は空ゲキ率で0.4倍程度とする。 K_{r2} は流出補正率で図3-4によって流域面積に対して与える。なお、 K_{r2} は流域面積によって異なるが、上限を0.5、下限を0.1とすることを基本とする。

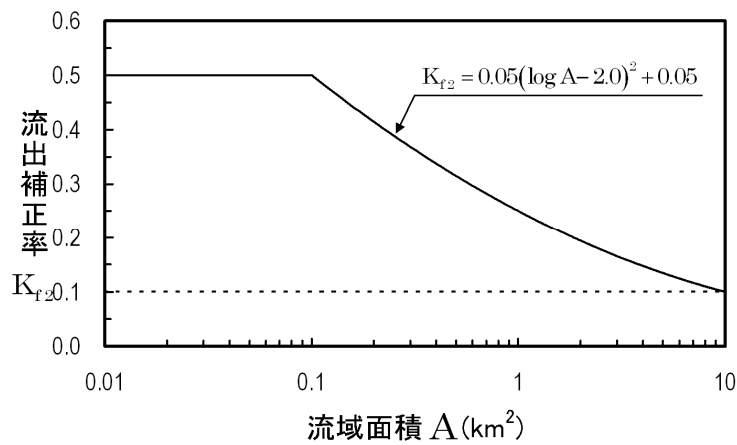


図 3-4 流出補正率

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.6.1(2))

【運用】

4) 移動可能土砂量の算出方法

移動可能溪床堆積土砂量及び崩壊可能土砂量の算出方法については、「第Ⅰ編調査編 第3章 第2節 生産土砂量調査」を参照のこと。

計画流出土砂量は 10m^3 単位（整数1位切り上げ）として算定する。

土石流発生直後など現存する移動可能土砂量が少ない場合でも、山腹や溪岸の土砂生産が激しく、近い将来に移動可能土砂量が増加すると予想される場合には、これを推定して加える。

Bd	谷次数毎に現地にて実測（調査編 第3章第2節参照）	0.1m 単位
De	〃	0.1m 単位
An	谷次数毎に B、De から計算	〃
Ln	縮尺 1/10,000～1/2,500 の地形図から支溪流毎に読取る	〃 10 m 単位

5) 運搬可能土砂量の算出方法

計画規模の土石流によって運搬可能な土砂量（ V_{∞} ）は、下記の計画24時間雨量を用いて算出する。

計画24時間雨量は、当面の間、地域計画毎の既往最大雨量や確率処理データを採用せず、今後のデータの蓄積を図った段階で適宜見直しを行うものとする。

計画24時間雨量	適用エリア
360mm	淀川水系
	由良川水系（夜久野町域を除く）
	二級水系（舞鶴市域のみ）
291mm	由良川水系（夜久野町域のみ）
	二級水系（舞鶴市域を除く）

令和8年4月1日訂正

【参考】崩壊可能土砂量の算定

崩壊可能土砂量は、過去の災害や吉松式による推定等がある。

◆過去の災害による推定

一般に過去に災害が起きた地域は、地質別新規崩壊面積率（表 3-2）と過去の災害の程度から推定することができる。

表 3-2 地質別新規崩壊率の予測

地質		平均値 (崩壊面積/流域面積)	地質		平均値 (崩壊面積/流域面積)
火 成 岩	花崗岩	0.50 %	堆 積 岩	沖積層	0.04 %
	閃緑岩	0.06		堆積層	1.70
	橄欖岩蛇紋岩	0.04		火山砕屑岩	0.22
	石英斑岩	0.10		凝灰岩	0.23
	ひん岩	1.08		凝灰角礫岩	0.19
	輝緑岩	0.46		火山岩屑	0.39
	石英粗面岩	0.26		礫岩	0.10
	石英安山岩	0.53		角礫岩	0.45
	安山岩	0.22		砂岩	0.21
	安山岩質溶岩	0.29		珪岩	2.04
	玄武岩	0.11		粘土岩（泥岩）	0.36
	ひん岩閃緑岩	0.13		頁岩	0.10
変 成 岩	変成岩	0.34 %	粘板岩	0.07	
	ホルンフェルス	0.07	砂岩頁岩	0.14	
堆 積 岩	古生層	0.50	砂岩粘板岩	0.09	
	中生層	0.05	砂岩チャート	0.25	
	第三紀層	0.25	頁岩凝灰岩	1.01	
	洪積層	0.19	石英岩	0.27	
			チャート	0.16	
			チャート凝灰岩	0.73	

(崩壊調査資料の地質別集計にもとづく一考察、新砂防 No.57、横田知昭)

この資料は、崩壊に関する他の要因との関係も不明であるが、崩壊土砂量の参考とすることができる。

◆吉松式による方法

（山腹崩壊の予測について、新砂防 No.102、吉松弘行）

「山腹崩壊は自然界における物理現象の結果であるということから、熱力学論をアナロジーさせてエネルギー論的に解いてみた。その結果、山腹崩壊予測式は、素因としての地形条件を表す起伏量比と誘因である降雨量の絶対量と降雨パターンを表す因子による予測式が得られた。」として式を導いている。

$$V_2 = C_a / a \cdot a \cdot D \cdot \alpha \quad \dots \dots 1.3-(5)$$

ここで、 C_a/a ：崩壊面積率

C_a ：崩壊面積（ m^2 ）

a ：流域面積（ m^2 ）

D ：平均崩壊深（現地を確認して算出）（ m ）

α ：残土率（一般に0.3を使用することが多いが、現地確認が望ましい）

$$C_a/a = f \cdot R_\gamma \cdot d^{-1/(m+1)} (R-\gamma)^{1+1/(m+1)} \quad \dots \dots 1.3-(6)$$

ここで、 m の値を継続雨量位一時間雨量曲線が2次曲線にほぼ近似できることから $m=1$ とすると、簡略式が求められる。

$$C_a/a = g \cdot R_\gamma \cdot (R-\gamma)^{1.5} \quad \dots \dots 1.3-(7)$$

ここで、 f ：降雨パターンを含めた意味での定数

R_γ ：起伏量比

$$R_\gamma = \frac{\text{最高点} - \text{最低点}}{L} \quad \dots \dots 1.3-(8)$$

ここで、 L ：最高点と最低点との延長

$R-\gamma$ ：崩壊有効雨量（この継続時間は一般に3～6時間である。降雨の開始時から土石流発生時までの降雨量を崩壊有効雨量とする）

d, m ：降雨パターンを表す定数

$$g : g = \alpha \cdot d^{-1/2}$$

吉松式は、式が単純で理解されやすいため一般に利用される頻度が高いものである。しかし、降雨と崩壊面積率の関係を散布図で示すとかなりのばらつきがあること、雨量階ごとに崩壊面積率をプロットした場合、降雨の最大の所では往々にして面積率の値が小さくなるなど、統計学的手法を用いた場合の限界が見られる。

(3) 計画流出流木量

計画流出流木量は、「計画規模の土石流」に含まれて、計画基準点まで流出する流木量である。算出に際しては、土石流・流木対策施設が無い状態を想定する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.5.1.2）

【解説】

計画流出流木量は「第Ⅰ編調査編 第7章第1節 土石流対策における流木調査」で示した方法に基づき算出する。その際、同項7.1-(1)式の L_{dyl3} 、 B_d は、「第Ⅰ編調査編 第3章第2節 生産土砂量調査」で求めた値と同じとする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.5.1.2<解説>）

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/追加(H28.9)

質問：計画基準点において計画流出土砂量が1,000 m³以下となり、計画流出土砂量を1,000 m³とした場合、計画流出土砂量を1,000 m³として、流木容積率を算出して良いのでしょうか。

回答：はい。計画流出土砂量を1,000 m³、計画流出流木量は、調査結果等に基づき算出した値を用いて流木容積率を算出してください。

(4) 計画流出流木量の算出方法

計画流出流木量は、推定された発生流木量に流木流出率を掛け合わせて算出する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.6.2）

【解説】

計画流出流木率（発生した流木の谷の出口への流出率）は、土石流・流木対策施設が無い場合0.8～0.9程度であったとの報告がある¹⁾。流出流木量は実立積で表現するものとし、流域に土石流・流木対策施設が無い状態を想定して算出する。

【参考文献】

- 1) 石川芳治、水山高久、福澤誠(1989)：土石流に伴う流木の発生及び流下機構、砂防学会誌、Vol.42、No.3、p.4-9

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.13

質問：計画流出土砂量が運搬可能土砂量で決定された場合においても、計画流出流木量は現地調査結果での算出となるのでしょうか？

回答：はい。計画流出流木量は本指針2.6.2で示した方法に基づき算出して下さい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.15

質問：流木が発生する範囲は平成12年度版の流木対策指針(案)では算出式に「0次谷または崩壊地」とありますが、本指針では、算出式(7)及び式(8)に示すように「発生流木量を算出する地点から流域の最遠点である分水嶺まで」となっています。流域内のどの位置から発生する場合でも計画流出流木率を0.8～0.9程度として良いのでしょうか？

回答：はい。計画流出流木量は0.8～0.9程度として下さい。

【運用】

発生流木量の算出方法については、「第Ⅰ編調査編 第7章第1節 土石流対策における流木調査」を参照のこと。

流出率は本府においては、各区分毎に針葉樹、広葉樹に区分し区分毎に針葉樹0.9、広葉樹0.8と

して算出する。なお、混合林の場合は針葉樹0.9を採用する。ただし、タケ等については面積から除外すること。

3.6.2 計画流下許容量

(1) 計画流下許容土砂量

計画流下許容土砂量は、計画基準点より下流において災害を発生することなく流れる土砂量である。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.5.2.1)

【解説】

計画流下許容土砂量は、原則として0とする。

ただし、下流において災害を発生させない土砂量で、土石流導流工により流下させることができる場合は、この土砂量を計画流下許容土砂量とすることができる。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.5.2.1<解説>)

(2) 計画流下許容流木量

計画流下許容流木量は計画基準点より下流で災害を引き起こさない流木量である。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.5.2.2)

【解説】

計画流下許容流木量は、原則として0とする。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.5.2.2<解説>)

3.6.3 計画基準点における土石流ピーク流量

土石流ピーク流量は、「計画規模の土石流」が計画基準点を通過する際の流量の最大値とする。算出に際しては、土石流・流木対策施設が無い状態を想定する。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.5.3)

【解説】

土石流ピーク流量は本基準(案)「第2章第2節2. 10. 1 土石流ピーク流量の算出方法」に示した方法に基づき算出する。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.5.3<解説> 引用)

3.7 土石流・流木処理計画

土石流・流木処理計画は、計画基準点等において、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を合理的かつ効果的に処理するよう土石流危険渓流ごとに策定するものである。
 （砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節）

【解説】

土石流・流木処理計画は、計画で扱う土砂量を、砂防設備等（以後、土石流・流木対策施設と呼ぶ）による計画捕捉量（計画捕捉土砂量、計画捕捉流木量）、計画堆積量（計画堆積土砂量、計画堆積流木量）、計画発生（流出）抑制量（計画土石流発生（流出）抑制量、計画流木発生抑制量）によって処理する計画である。

なお、河川砂防技術基準計画編施設配置等計画編における用語と砂防基本計画策定指針における用語の対比を表 3-3 に示す。

表 3-3 河川砂防技術基準計画編施設配置等計画編と砂防基本計画策定指針の用語の対比

砂防基本計画策定指針	河川砂防技術基準 計画編 施設配置等計画編
—※	土砂生産抑制計画
土石流・流木処理計画	土砂流送制御計画
—※	流木対策計画**

※：土石流・流木処理計画に含まれる。

※※：土砂生産抑制計画、土砂流送制御計画に含まれる。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節<解説> 引用）

3.7.1 土石流・流木処理計画の策定の基本

土石流・流木処理計画の策定にあたっては計画で扱う土砂量等、土砂移動の形態、地形、保全対象等を考慮して、土石流および土砂とともに流出する流木等を合理的かつ効果的に処理するよう土石流・流木対策施設を配置する。

なお、本基準(案)「3.6.2(1) 計画流下許容土砂量」において、下流に災害等の問題を生じさせない土砂量で、土石流導流工により流下させることができる土砂量を計画流下許容土砂量とした場合は流出土砂の粒径等を十分考慮し、土石流導流工内の堆積によって氾濫等が生じないようにしなければならない。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.1)

【解説】

土石流・流木処理計画は、本基準(案)「第2章第2節2.4.1 砂防堰堤の型式と計画で扱う土砂・流木量等」を参考に「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等の計画流出量（V）、計画流下許容量（W）、土石流・流木対策施設の計画捕捉量（X）、計画堆積量（Y）、計画発生（流出）抑制量（Z）との間に、1.3-(9)式を満足するように策定する。なお、1.3-(9)式は、河川砂防技術基準計画編に示されている考え方に準じて、土石流・流木対策として新しく作成したものである。

$$V - W - (X + Y + Z) = 0 \quad \dots 1.3-(9)$$

なお、V、W、X、Y、Zは次式によりそれぞれ算出する。

$$V = V_d + V_w \quad \dots 1.3-(10)$$

$$W = W_d + W_w \quad \dots 1.3-(11)$$

$$X = X_d + X_w \quad \dots 1.3-(12)$$

$$Y = Y_d + Y_w \quad \dots 1.3-(13)$$

$$Z = Z_d + Z_w \quad \dots 1.3-(14)$$

ここで、 V_d ：計画流出土砂量（ m^3 ）

V_w ：計画流出流木量（ m^3 ）

W_d ：計画流下許容土砂量（ m^3 ）

W_w ：計画流下許容流木量（ m^3 ）

X_d ：計画捕捉土砂量（ m^3 ）

X_w ：計画捕捉流木量（ m^3 ）

Y_d ：計画堆積土砂量（ m^3 ）

Y_w ：計画堆積流木量（ m^3 ）

Z_d ：計画土石流発生（流出）抑制量（ m^3 ）

Z_w ：計画流木発生抑制量（ m^3 ）

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.1<解説>)

【運用】

土石流・流木処理計画は、計画流出量を、土石流・流木捕捉工、土石流堆積工、土石流発生抑制工等の土石流・流木対策施設による計画捕捉量、計画堆積量、計画発生（流出）抑制土砂量でもって処理する計画である。

計画の策定にあたっては土石流の発生頻度、量、流動特性、地形、保全対象地域等を考慮して、対策工を合理的に組み合わせて配置する。また、土石流導流工でもって流下させることができ、下流に災害等の問題を生じさせない土砂・流木量を計画流下許容量とし、計画流出量から、この計画流下許容量を差し引いた量を、土石流導流工より上流の土砂処理計画の対象土砂量とすることができる。ただし、その場合は流出土砂の粒径等を十分検討し、導流工内で堆積が生じて流下を著しく阻害しないようにする。

3.7.2 計画捕捉量

計画捕捉量は、土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を捕捉させる量である。計画捕捉量は計画捕捉土砂量と計画捕捉流木量の和とする。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.2)

【解説】

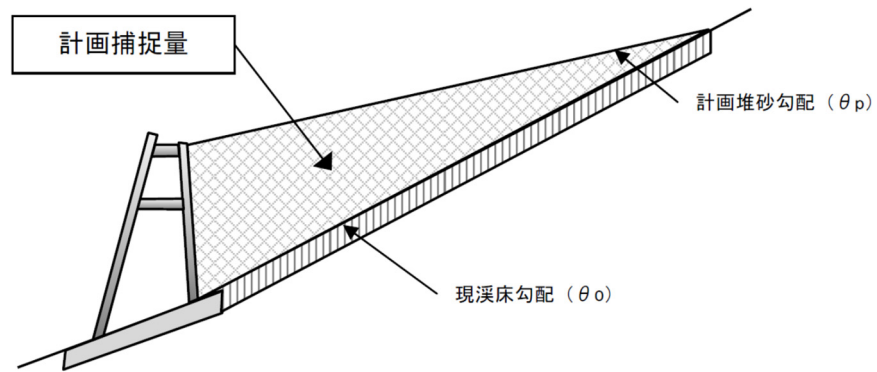
透過型砂防堰堤においては、現溪床勾配と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間（図 3-5 に示す網掛けの空間）とする。不透過型、部分透過型砂防堰堤においては、平常時堆砂勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間（図 3-5 に示す網掛けの空間）とする。

計画堆砂勾配は、一般に既往実績等により、土石流・流木対策施設を配置する地点の現溪床勾配の1/2 から2/3 倍とする。ただし、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木が、流下区間の勾配の下限値である1/6 の勾配より急な勾配では堆積しないと考えられるため、計画堆砂勾配は1/6 の勾配（ $\tan \theta$ ）を上限とする。平常時堆砂勾配は、既往実績を基に現溪床勾配の1/2 を上限とする。

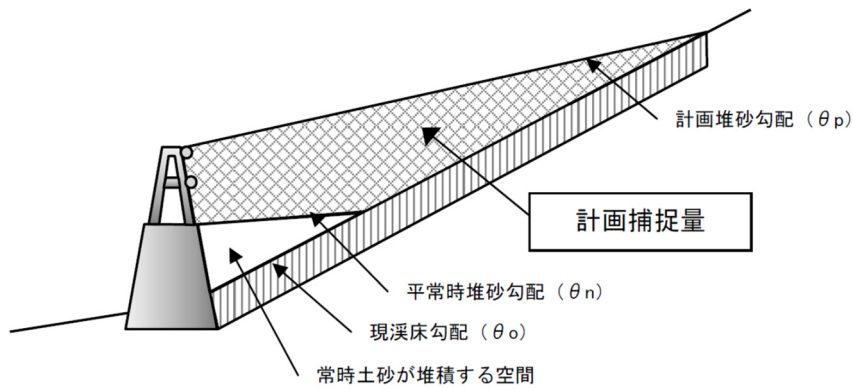
また、地質条件（例えば、マサ土やシラス等）により計画堆砂勾配及び平常時堆砂勾配が緩勾配になることが知られている場合は既往実績によって地域別に決定する。土石流により一時的に急勾配で堆積した土砂は、その後の流水の状況によっては、長期間でも必ずしも再侵食されないことを踏まえ、計画捕捉量は、図 3-5 に示す容量を除石（流木の除去を含む）により確保しなければならない。なお、除石の考え方については本基準(案)「第3章 除石（流木の除去を含む）計画」を参照されたい。

計画捕捉量の考え方は、図 3-5 に示す通りである。

・透過型の場合



・部分透過型の場合



・不透過型の場合

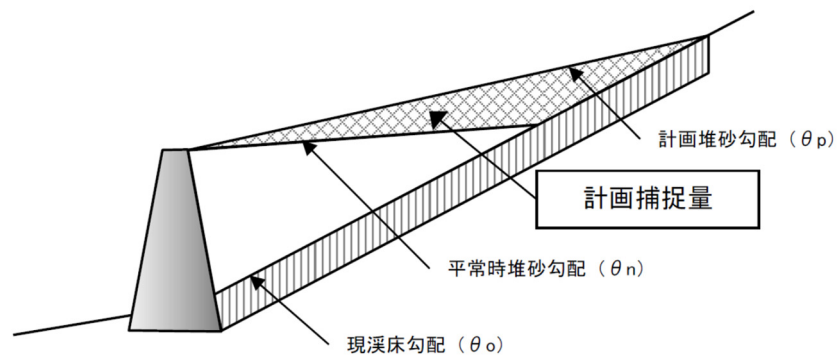


図 3-5 計画捕捉量の考え方

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.2<解説>)

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.30

質問：土石流・流木対策施設は水系砂防の砂防基本計画における計画流出調節土砂量を計上してよいでしょうか？

回答：いいえ。土石流・流木対策計画で見込める効果量は、計画捕捉量、計画堆積量、計画発生（流出）抑制量の3つのみです。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.31

質問：不透過型砂防堰堤においても、除石により計画捕捉量を必ず確保しなければならないのでしょうか？

回答：堰堤の型式にかかわらず、除石により計画捕捉量を確保してください。

【運用】

本府においては平常時堆砂勾配を現況河床勾配の1/2、計画堆砂勾配は現況河床勾配の2/3とし、上限を1/6とする。

堆砂敷の用地買収範囲は、計画堆砂勾配+計画高水位+余裕高までとする。

また、砂防指定範囲については計画堆砂勾配以上とする。

☞第IV編 管理編 第1章 指定土地、第V編 用地補償編 第2章 用地買収基準

(1) 計画捕捉土砂量

計画捕捉土砂量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により捕捉させる土砂量である。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.2.1)

【解説】

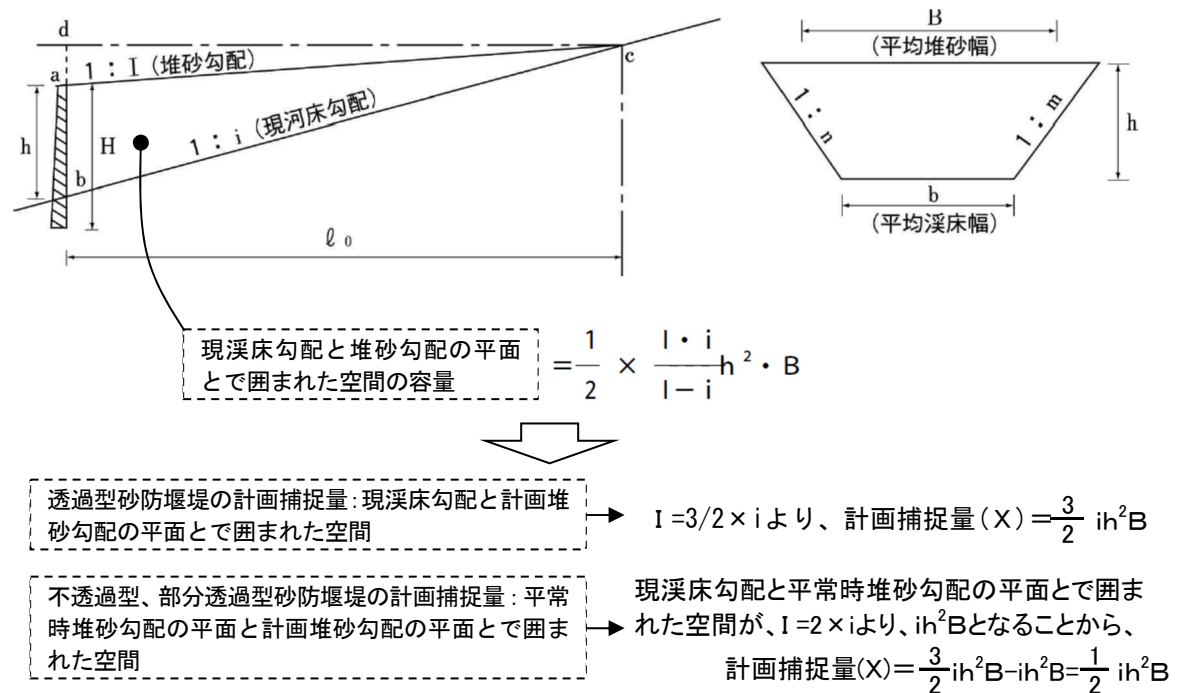
計画捕捉土砂量は、透過型砂防堰堤では現況河床勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間、不透過型及び部分透過型砂防堰堤では平常時堆砂勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間のうち、除石によって確保される空間（図 3-5 に示す網掛けの空間）で捕捉させる土砂量である。（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.2.1<解説>）

計画捕捉流木量は本基準(案)「(2) 計画捕捉流木量」を参照のこと。

【運用】

計画捕捉量 (X) は20m 毎の横断面図により算出する。

既設工作物で横断面図等の資料が無い場合は、以下の簡便式によること。



(2) 計画捕捉流木量

計画捕捉流木量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により捕捉させる流木量である。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.2.2)

【解説】

1) 透過型及び部分透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

透過型及び部分透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量は、式 1.3-(15)により算出する。

透過型及び部分透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

$$X_{w1} = K_{w1} \times X \quad \dots 1.3-(15)$$

ここで、X：土石流・流木対策施設の計画捕捉量（m³）

X_{w1}：本堰堤の計画捕捉流木量（m³）

K_{w1}：計画捕捉量に対する流木容積率（計画捕捉量に占める計画流木捕捉量の割合）

透過型及び部分透過型砂防堰堤の K_{w1} は、本堰堤に流入が想定される計画流出量に対する流木容積率（K_{w0}）とする（K_{w0}については本項2)を参照）。これは、透過型及び部分透過型砂防堰堤の場合、土石流中の土石または流木を選択的に捕捉することなく、同時に捕捉すると考えられるためである。

部分透過型砂防堰堤の透過部の高さが低い場合、不透過部では生じた湛水により流木を捕捉できない可能性がある。このため、透過部の計画捕捉流木量と不透過部の計画堆積流木量の合計が計画捕捉量を上回る場合、部分透過型砂防堰堤が流木を捕捉・堆積させる量は透過部の捕捉量に相当する値を上限とする。

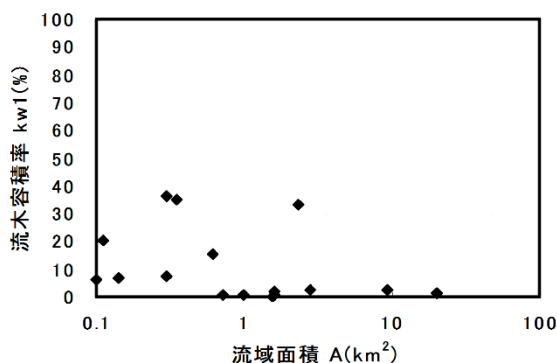


図 3-6 透過型砂防堰堤の流木捕捉率

2) 不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量は、式 1.3-(16)と式 1.3-(17)から求められる値のうち、小さい方の値とする。式 1.3-(16)は本堰堤の計画地点に流入が想定される計画流出量に占める計画流出流木量の割合から、式 1.3-(17)は本堰堤の計画捕捉量に占める計画捕捉流木量の割合から計画捕捉流木量を求める方法である。

不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

$$X_{w1} = K_{w0} \times X \times (1 - \alpha) \quad \dots 1.3-(16)$$

$$X_{w1} = K_{w1} \times X \quad \dots 1.3-(17)$$

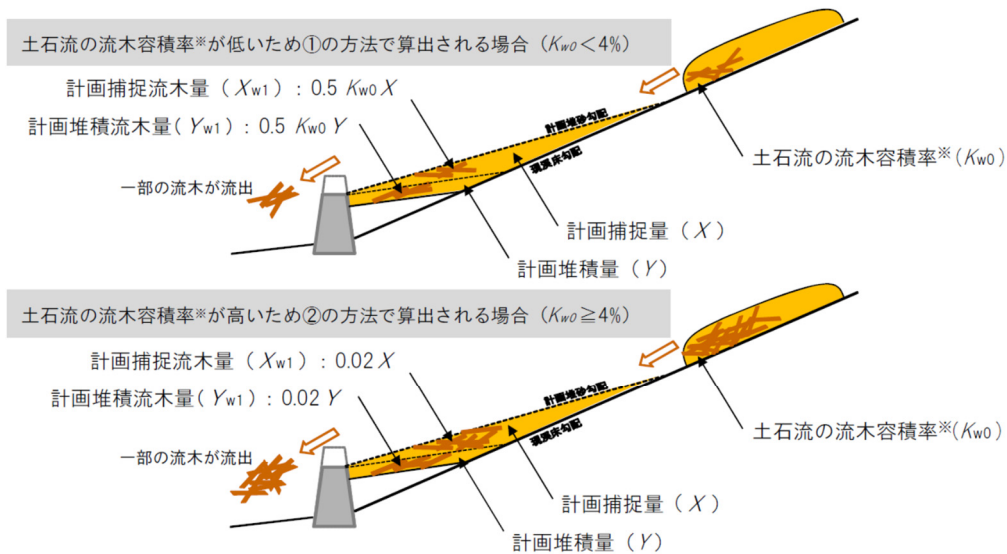
ここで、X：土石流・流木対策施設の計画捕捉量（m³）、X_{w1}：本堰堤の計画捕捉流木量（m³）、K_{w0}：本堰堤に流入が想定される計画流出量に対する流木容積率、α：本堰堤からの流木の流出率

(0.5程度)、 K_{w1} ：計画捕捉量に対する流木容積率である（対象溪流において捕捉事例がない場合は、 $K_{w1}=2\%$ としてよい）。なお、 K_{w0} は、本堰堤の計画地点より上流の砂防堰堤等によって土砂・流木の発生抑制や捕捉等が見込まれる場合は、その量を差し引いて求めるものとする。

不透過型砂防堰堤からの流木の流出について、一定の条件のもとでの実験¹⁾では、土石流の先頭部に集中して流下してきた流木が全体の半分程度、不透過型砂防堰堤から流出する傾向があると報告されており参考となる。なお、流木の流出は、土石流の流下形態、砂防堰堤周辺の溪床勾配、堆砂地の形状など多くの要因に関係する複雑な現象であることから、メカニズムの解明には、さらなる流木の流出実態に関するデータの蓄積が必要である。

- 両者のうち小さい方を
計画捕捉流木量 (X_{w1})
とする
- ① 計画捕捉量 (X) に土石流の流木容積率 \ast (K_{w0})をかけた量の半分
 $K_{w0} \times X \times (1 - \alpha)$ (流木流出率 $\alpha = 0.5$)
 - ② 計画捕捉量 (X) の2%分
 $K_{w1} \times X$ ($K_{w1} = 2\%$)

○計画堆積流木量 (Y_{w1}) についても同様に算出する



○流木を全て捕捉し、下流への流出を防ぐには透過構造を有する施設が必要となる

※ 土石流の流木容積率 (K_{w0})：本堰堤に流入が想定される計画流出量に対する流木容積率
 $K_{w0} = V_w / V$

図 3-7 不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量のイメージ（砂防堰堤 1 基の計画の例）

なお、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以下となった場合、当該土石流・流木対策施設の計画捕捉流木量は「0」とする。

また、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以上の場合、当該土石流・流木対策施設は計画流木発生抑制量、計画堆積流木量、計画捕捉流木量の順で計上する。

流木処理計画は、本堰堤で捕捉することを原則とするが、地形条件等の制限から、副堰堤等に流木止めを設置する場合は、式 1.3-(18)により計画捕捉流木量を算出する。

副堰堤の計画捕捉流木量（副堰堤等に流木止めを設置する場合に限る）

$$X_{w2} = A_w \times R_{wa} \quad \dots 1.3-(18) \text{ (参考を参照)}$$

$$X_w = X_{w1} + X_{w2} \quad \dots 1.3-(19)$$

ここで、 X_{w2} ：副堰堤の計画捕捉流木量 (m^3)

～～（参考）掃流区間の計画捕捉流木量～～

掃流区間に設ける流木捕捉工の場合、流木については堆積状況が多様であるため、流木止めにより捕捉される流木の量は、計画上は流木が（一層で）全てを覆いつくすものとして算出する。一方、捕捉される流木の投影面積は、流木の平均長さ（ L_{wa} ）×流木の平均直径（ R_{wa} ）の合計により算出される。

これらより、計画捕捉流木量を捕捉するために必要な流木止め上流の堆砂地または湛水池の面積（ A_w ）は、次式により推定する。

$$A_w \geq \sum(L_{wa} \times R_{wa}) \quad \dots 1.3-(20)$$

このとき、堆砂地または湛水池に堆積する流木実立積（ V_{wc} ）は下記の式である。ただし、 L_{wc} は流木実立積のことで、「実」は空隙を含まない流木のみをの体積を意味する。

$$V_{wc} \doteq A_w \times R_{wa} \quad \dots 1.3-(21)$$

掃流区域においては流木は土砂と分離して流水の表面を流下すると考えられるので、不透過型砂防堰堤の流木捕捉効果は無いものとする。

～～

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.2.2<解説>）

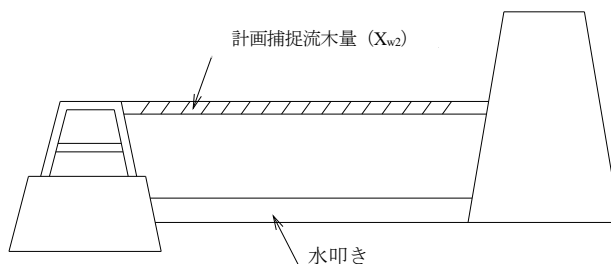


図 3-8 副堰堤に流木止めを設置する場合の計画捕捉流木量

【参考文献】

1) 藤村直樹、黒岩智恵、泉山寛明、赤澤史顕、水野秀明（2016）：不透過型砂防堰堤による流木の捕捉と流出に関する実験報告書、土木研究所資料第 4331 号

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第 904 号 Q&A/No.32

質問：従前の流木容積率 30%は廃止し、溪流ごとに調査等の結果により流木容積率を設定するということでしょうか？

回答：はい。指針の解説にあるように透過型については土石流中の土石または流木を選択的に捕捉することなく、同時に捕捉すると考えられます。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第 904 号 Q&A/No.33

質問：H25 変更時の“計画規模の土石流の土砂量と流木量の合計に占める流木量の割合”では計画土石流発生（流出）抑制量と計画流木発生抑制量を差し引いて求めるとしていましたが、今回改定の“計画流出量に対する流木容積率”も、考え方は同じでしょうか？

回答：はい。 K_{w0} の算出においては、本堰堤の計画地点より上流の砂防堰堤等、本堰堤で見込まれる計画発生（流出）抑制量を差し引くとともに、本堰堤の計画地点より上流の砂防堰堤等の効果量も差し引いてください。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.34

質問：透過部の高さとは不透過部の高さを比べた場合で、著しく低い値とは、何を以て判断すれば良いのでしょうか？

回答：部分透過型の砂防堰堤では、不透過部に堆積量があり、流木が堰堤部で土砂と分離した場合であっても、透過部の容量が十分ある場合、透過部からは流水だけが流出し流木が全量捕捉できると考えられますが、容量が不十分な場合、流木が流出するおそれがあります。この点に留意して下さい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.35

質問：部分透過型砂防堰堤の計画堆積流木量の算出に用いる流木容積率は計画捕捉流木量の算出で用いる流木容積率 K_{w1} を適用して良いのでしょうか？

回答：はい。透過構造を有する砂防堰堤では、土石流中の土石または流木を選択的に捕捉することなく、同時に捕捉すると考えられます。部分透過型の砂防堰堤では、不透過部に堆積量があり、流木が堰堤部で土砂と分離した場合であっても、透過部の容量が十分ある場合、透過部からは流水だけが流出し流木が捕捉できると考えられます。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.36

質問：土石流の流木割合が高い、低いとは判断の基準があるのでしょうか？

回答：流木流出率 α を 0.5 とした場合、 K_{w0} が流木容積率 K_{w1} の 2 ($=1/\alpha$) 倍以上の場合、「流木割合が高い」こととなります。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.37

質問：式(3.1-1)（本基準(案)式 1.3-(16)）と式(3.1-2)（本基準(案)式 1.3-(17)）を比較するのはどのような考えなのでしょうか？

回答：流木は流木量の多少によらず少なくとも半分程度流出すると考えられます。一方で既往の捕捉事例の調査から、不透過型堰堤で捕捉可能な流木量の上限值が決まっていることが考えられます。そこで、ここでも、①少なくとも流木は半分程度流出すること、②不透過型堰堤で捕捉できる流木量に上限があることを、2つの式で評価し、比較しています。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.38

質問：計画地点より上流とはどこの範囲を示すのか？内容は複数（上流）の施設がある想定でしょうか？

回答：計画地点より上流は砂防堰堤の計画地点から上流の範囲を示します。ご指摘の通り、本記述は当該計画施設の他に上流に砂防堰堤等の施設がある場合を想定したものです。

3.7.3 計画堆積量

計画堆積量は、土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を堆積させる量である。計画堆積量は計画堆積土砂量と計画堆積流木量の和とする。計画堆積量は、除石計画に基づいた除石により確保される空間である。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.3)

【解説】

計画堆積量は、土石流・流木対策施設によって異なる。不透過型、部分透過型砂防堰堤においては、現溪床勾配の平面と平常時堆砂勾配の平面との間で囲まれる空間のうち、除石により確保される空間（図 3-9 に示す灰色部の空間）とする。土石流堆積工においては、本基準(案)「第2章第2節 2.7 土石流堆積工」を参照のこと。

計画堆積量は、平常時の流水により堆積が進むことがあるため、土石流・流木処理計画において必要とする容量を除石（流木の除去を含む）等により確保しなければならない。なお、除石の考え方については本基準(案)「第3章 除石（流木の除去を含む）計画」を参照されたい。

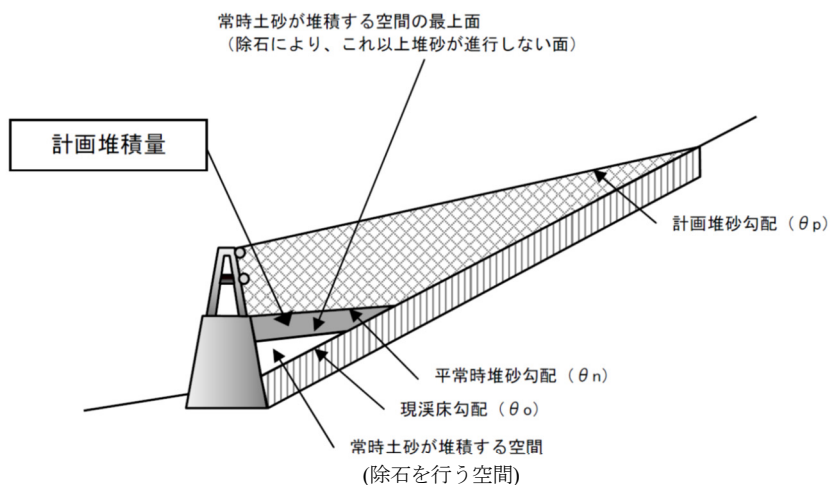
不透過型、部分透過型砂防堰堤における計画堆積量の考え方は、図 3-9 に示す通りである。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第 904 号 Q&A/No.39

質問：計画堆積量を考慮する場合、常時土砂が堆積する空間の最上面（除石により、これ以上堆砂が進行しない面）はどのように決めれば良いのでしょうか？

回答：土石流・流木処理計画に計上した計画捕捉量・計画堆積量を最低限確保できるように決定して下さい。

・部分透過型の場合



・不透過型の場合

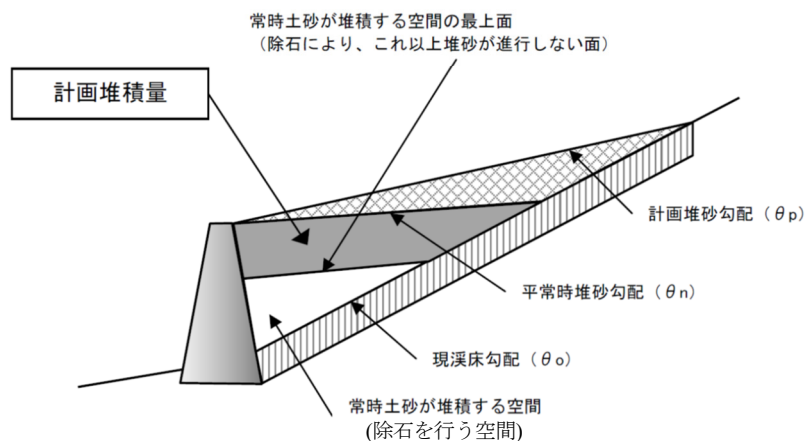


図 3-9 計画堆積量の考え方

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.3<解説>)（一部変更）

【運用】

常時土砂が堆積する空間は、土石流・流木処理計画において必要とする計画堆積量を常に確保するために、平常時の流入土砂により堆積していく空間であり、常時土砂が堆積空間の最上面より上部に土砂がたまった場合は、除石を行うものとする。

(1) 計画堆積土砂量

計画堆積土砂量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により堆積させる土砂量である。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節3.3.1)

【解説】

計画堆積土砂量は、現溪床勾配の平面と平常時堆砂勾配の平面との間で囲まれる空間のうち、除石によって確保される空間（図 3-9 に示す灰色部の空間）で堆積させる土砂量である。計画堆積流木量は本基準(案)「(2) 計画堆積流木量」を参照のこと。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.3.1<解説>)

(2) 計画堆積流木量

計画堆積流木量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により堆積させる流木量である。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.3.2)

【解説】

計画堆積流木量を求める方法は、基本的には3.7.2(2)の計画捕捉流木量を求める方法と同一である。具体的には以下のとおりとする。

1) 部分透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

部分透過型砂防堰堤の計画堆積流木量は式 1.3-(22)により算出する。

部分透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

$$Y_{w1} = K_{w1} \times Y \quad \dots 1.3-(22)$$

ここで、 Y ：土石流・流木対策施設の計画堆積量（ m^3 ）、 Y_{w1} ：本堰堤の計画堆積流木量（ m^3 ）、 K_{w1} ：計画堆積量に対する流木容積率である。 K_{w1} の値については、3.7.2(2)の計画捕捉流木量に準じるものとする。

2) 不透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

不透過型砂防堰堤の計画堆積流木量は、3.7.2(2)の計画捕捉流木量と同様に式 1.3-(23)と式 1.3-(24)から求められる計画堆積流木量のうち、小さい方の値とする。

不透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

$$Y_{w1} = K_{w0} \times Y \times (1 - \alpha) \quad \dots 1.3-(23)$$

$$Y_{w1} = K_{w1} \times Y \quad \dots 1.3-(24)$$

ここで、 Y ：土石流・流木対策施設の計画堆積量（ m^3 ）、 Y_{w1} ：本堰堤の計画堆積流木量（ m^3 ）、 α ：本堰堤からの流木の流出率、 K_{w0} ：本堰堤で流入が想定される計画流出量に対する流木容積率、 K_{w1} ：計画堆積量に対する流木容積率である。 α と K_{w1} の値については、3.7.2(2)の計画捕捉流木量に準じるものとする。

なお、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以下となった場合、当該土石流・流木対策施設の計画堆積流木量は「0」とする。

また、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以上の場合、当該土石流・流木対策施設は計画流木発生抑制量、計画堆積流木量、計画捕捉流木量の順で計上する。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.3.2<解説>)

3.7.4 計画発生（流出）抑制量

計画発生（流出）抑制量は、土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等の流出量を減少させる量である。計画発生（流出）抑制量は計画土石流発生（流出）抑制量と計画流木発生抑制量の和とする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.4）

【解説】

計画発生（流出）抑制量は計画流出量（計画流出土砂量・計画流出流木量）を評価している区間に存在する移動可能渓床堆積土砂量、崩壊可能土砂量、流出流木量を対象とする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.4<解説>）

(1) 計画土石流発生（流出）抑制量

計画土石流発生（流出）抑制量は土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」の流出量を減少させる土砂量である。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.4.1）

【解説】

計画土石流発生（流出）抑制量は計画堆砂勾配の平面と現渓床が交わる地点から堰堤までの区間（図 3-10 に示す斜線部）に移動可能渓床堆積土砂が存在する場合に計上する。

- ・土石流抑制工の場合

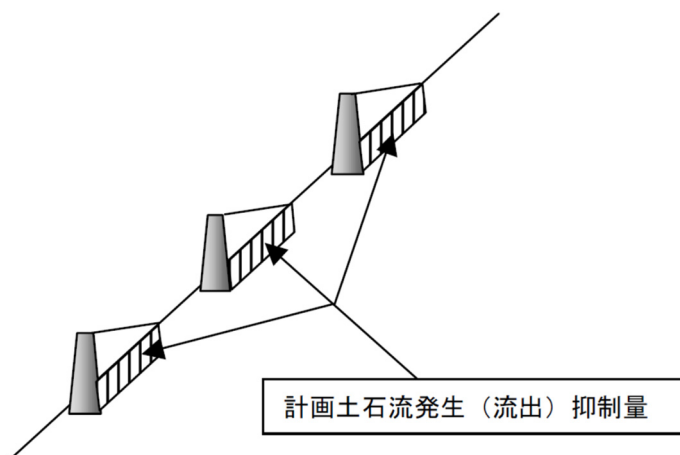
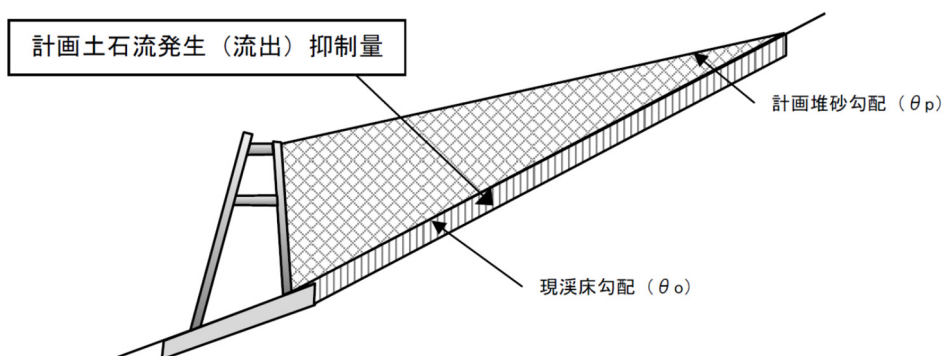


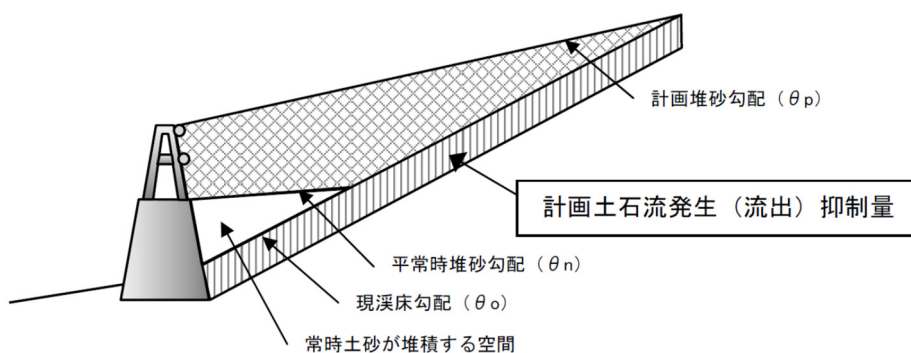
図 3-10 (1) 計画土石流発生（流出）抑制量の考え方

・土石流・流木捕捉工の場合

透過型の場合



部分透過型の場合



不透過型の場合

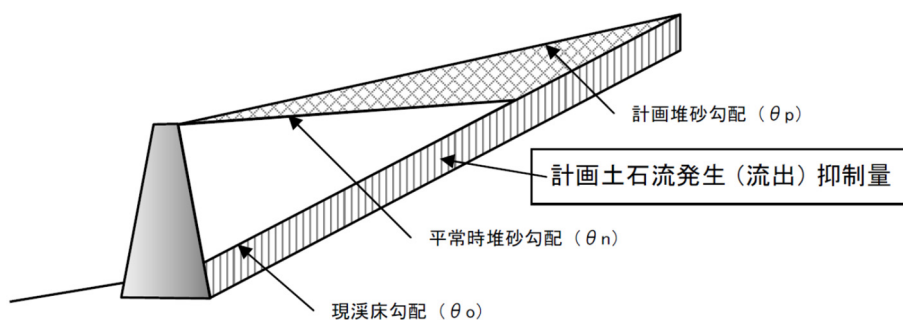


図 3-10 (2) 計画土石流発生 (流出) 抑制量の考え方
 (砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第3節 3.4.1<解説>)

■ 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説 国総研資料第 904 号 Q&A/No.40
 質問：砂防基本計画策定指針 2.5.1.1 解説 (本基準(案)3. 6. 1 (1) 計画流出土砂量<解説>) では「計画基準点において算出した流出土砂量が 1,000m³ 以下の場合、流出土砂量を 1,000m³ とする。」とあるが、計画土石流発生 (流出) 抑制量についてはその増加割合に比例した数値に修正する必要があるのでしょうか？

回答：いいえ。計画土石流発生 (流出) 抑制量の算定根拠となる移動可能溪床堆積土砂、崩壊可能土砂量の諸元 (幅・延長など) の数値を修正する必要はありません。

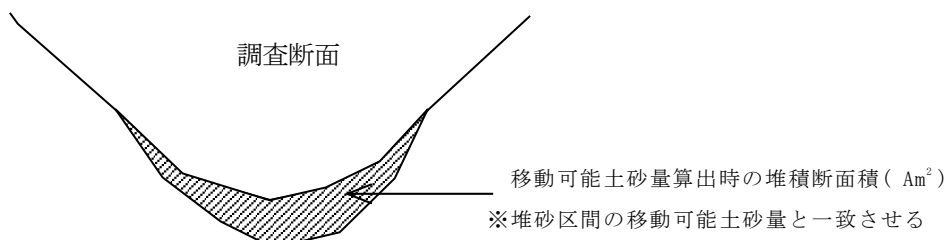
■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.41

質問：計画土石流発生（流出）抑制量を計上できる範囲の上流端が、計画堆砂勾配と現溪床の交点になっていますが、その背景を教えてください。

回答：技術指針解説では、土石流の先頭部は平衡状態（※）で流れ下ると想定しています。そのため、土石流の先頭部が移動可能溪床堆積土砂の上を通過しても、土石流の先頭部の堆積量と移動可能溪床堆積土砂の侵食量が相殺され、結果的に現溪床は変化しません。土石流によって運搬されてくる土砂等は計画堆砂勾配まで堆積するので、結果的に、計画堆砂勾配と現溪床の交点までに存在する移動可能溪床堆積土砂は下流へ運搬されることはありません。※侵食量と堆積量が等しい状態

【運用】

- ・岩盤部は、土石流発生（流出）抑制量の対象とはしない。
- ・治山堰堤では、堆積土砂を調査し、現況の堆砂勾配を用いて抑制土砂量を評価する。
特に比重の小さい礫で構成されている溪流では水平または水平に近い勾配で堆積するため注意すること。



(2) 計画流木発生抑制量

計画流木発生抑制量は土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木の減少量である。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節3.4.2)

【解説】

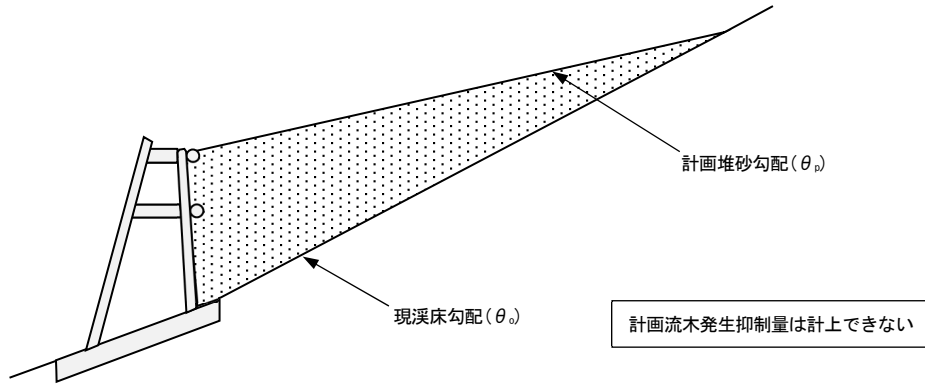
計画流木発生抑制量は、計画流出流木量を評価している区間に存在する流出流木量を対象とする。計画流木発生抑制量は、平常時堆砂勾配の平面と現溪床が交わる地点から堰堤までの区間に存在する倒木、流木等の量について、計上することができる。

土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以下となった場合、当該土石流・流木対策施設の計画流木発生抑制量は「0」とする。

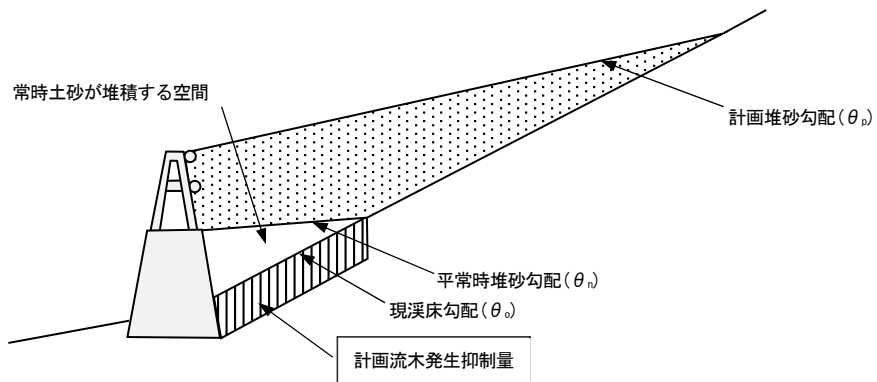
また、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以上の場合、当該土石流・流木対策施設は計画流木発生抑制量を計上した上で、計画堆積流木量、計画捕捉流木量の順で計上する。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.4.2<解説>)

1) 透過型の場合



2) 部分透過型の場合



3) 不透過型の場合

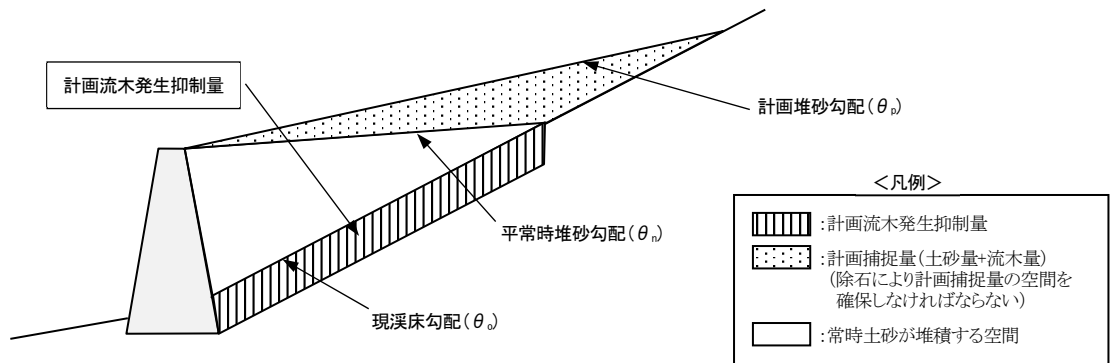


図 3-1 1 計画流木発生（流出）抑制量の考え方
 (砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第3節 3.4.1<解説> 引用)

3.8 整備率

本府では、土石流・流木対策計画を行う場合、以下の方法により整備率を算出する。

(京都府)

【運用】

整備率は、整備量（土砂：計画捕捉土砂量＋計画土石流発生（流出）抑制量＋計画堆積土砂量、流木：計画捕捉流木量＋計画流木発生抑制流木量＋計画堆積流木量）を計画流出土砂量及び計画流出流木量で除して求める。

(土砂整備率)

$$\text{整備率}(G) = \frac{X_d + Z_d + Y_d}{V_d - W_d} \cdot 100\% \quad \dots 1.3-(25)$$

ここで、 X_d ：計画捕捉土砂量

Y_d ：計画堆積土砂量

Z_d ：計画土石流発生（流出）抑制土砂量

V_d ：計画流出土砂量

$-W_d$ ：計画流下許容土砂量（0）

(流木整備率)

$$\text{整備率}(G_w) = \frac{X_w + Z_w + Y_w}{V_w - W_w} \cdot 100\% \quad \dots 1.3-(26)$$

ここで、 X_w ：計画捕捉流木量

Y_w ：計画堆積流木量

Z_w ：計画流木発生抑制流木量

V_w ：計画流出流木量

W_w ：計画流下許容流木量（0）

第4節 水系砂防計画

4.1 総説

水系砂防計画は、水系を対象に土砂生産域である山地の山腹、溪流から河川までの有害な土砂移動を制御し、土砂災害を防止・軽減することによって、河川の治水上、利水上の機能の確保と、環境の保全を図ることを目的として策定するものとする。

水系砂防計画では、計画土砂量等に基づき、有害な土砂を合理的かつ効果的に処理するための土砂処理計画を策定するものとする。

また、土砂移動に関する問題が顕在化している水系等においては、総合的な土砂管理の推進に配慮し計画を策定するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.1)

【解説】

水系砂防計画の策定に当たっては、土砂量のみならず、土砂の質（粒径）及び土砂移動で対象とする時間の3要素を考慮して設定することが望ましい。

参考までに、土砂の量及び質（粒径）、土砂移動で対象とする時間の3要素により構成された水系砂防計画における土砂移動の概念を図に示す（図4-1）。この概念に基づき、水系砂防計画を策定するには、土砂、流量等のデータの蓄積等が必要であるため、土砂のモニタリングに関する調査等を実施する必要がある。

なお、土砂移動で対象とする時間スケールは短期、中期、長期の3期間に区分し、各々の区分に応じて、土砂移動現象を設定するよう努める。

短期は、計画規模の現象が発生する一連の降雨継続期間を目安に設定する。

中期は、短期の降雨により生産された土砂が移動する影響期間とし数年から数十年程度を目安に設定する。

長期は、計画の対象とする必要のある、短期・中期を含む数十年間程度又はそれ以上の期間を設定する。

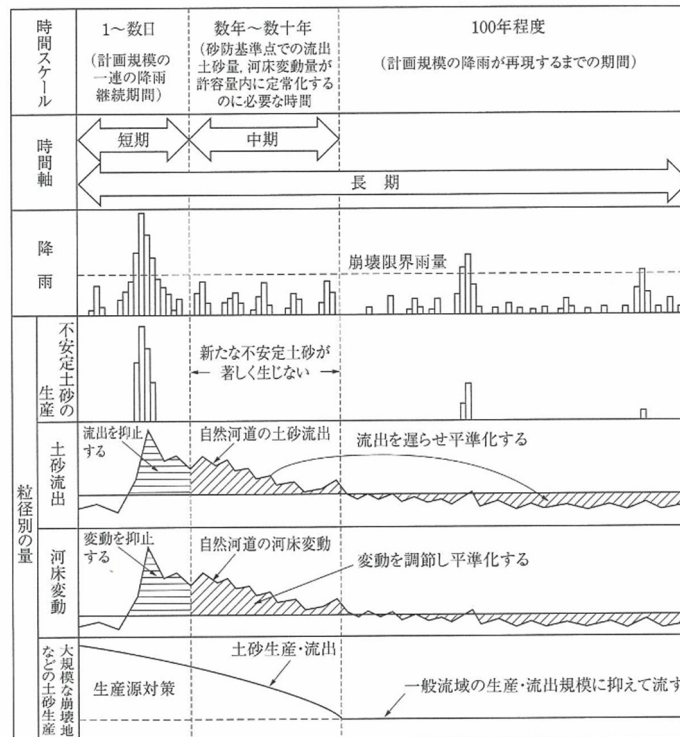


図 4-1 水系砂防計画の概念図

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.2.1<解説>)

【運用】

水系砂防基本計画の策定順序は以下のとおりである。

- (1) 流域面積あたりの地質別の流出土砂量から計画流出土砂量を算定する。
- (2) 谷の出口付近に堰堤を整備する。必要に応じて流路工や山腹工等を組み合わせる。
- (3) 土砂の流出状況に応じて堰堤の除石を実施し、貯砂容量を確保する。
- (4) 計画流出土砂量に対して、適切な施設配置計画を行い、整備率を算出する。

また、多量の流木が土砂とともに流出することが予想される溪流においては、掃流調節施設の種類や選択時に、流木対策を検討する。

4.2 計画規模

水系砂防計画における計画規模は、水系ごとに既往の災害、計画区域等の重要度、事業効果等を総合的に考慮して定めるものとし、一般的には対象降雨の降雨量の年超過確率で評価して定めるものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.2)

【解説】

対象降雨は降雨の量、時間分布及び地域分布の3要素によって決定される。対象降雨の決定方法については「河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第2章河川計画 第2節2.6 対象降雨の選定」を参考にされたい。

対象降雨による計画規模の決定に当たっては、既往の災害等における土砂移動現象の発生状況等を勘案し適切に設定する。なお、掃流形態の土砂流出においては、「河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第2章河川計画 第2節2.5 計画規模の決定」に準じて定める。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.2<解説>)

4.3 計画基準点等

計画基準点は、砂防基本計画で扱う土砂量等を決定する地点である。

計画基準点は、水系砂防計画で対象としている計画区域の最下流地点又は河川計画との関連地点、保全対象の上流地点、土砂の生産が見込まれる地域の最下流地点などに設けるものとする。

なお、土砂の移動形態が変わる地点、支川内の保全対象の上流地点、本川と支川との合流点等の土砂移動の状況を把握する必要がある場合には、補助基準点を設けるものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.3)

【解説】

水系砂防計画の対象を明確にするため、また、水系砂防計画の計画区域全体における土砂処理計画との整合を図るため、計画基準点は地域の特性が十分表現できるような地点に設ける。

補助基準点は必要に応じ複数の地点に設定する。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.3<解説>)

【運用】

砂防基本計画の対象を明確にするため、また、計画区域全体の土砂処理計画の整合を図るため、計画基準点は地域の特性が十分表現できるような地点に設ける必要がある。

土石流区域とは、土砂が流水による集合運搬の状態でも移動する区域をいい、掃流区域とは土砂が流水による各個運搬の状態でも移動する区域をいう。本府では土石流区域は溪床勾配が1/30以上の区域、掃流区域は土石流区域より緩勾配の区域を対象とする。

計画基準点は、下流河川に流出する土砂及び流木量を把握するため河川との合流部に設ける。

補助基準点は、土石流に対する保全人家の安全性を把握するために、土石流危険渓流の保全対象直上流・谷出口や、その渓流の地域の特性を判断するため、既設の堰堤や支川の合流部や土石流区域と掃流区域の境界地点や勾配の遷急点など必要な地点に設ける。

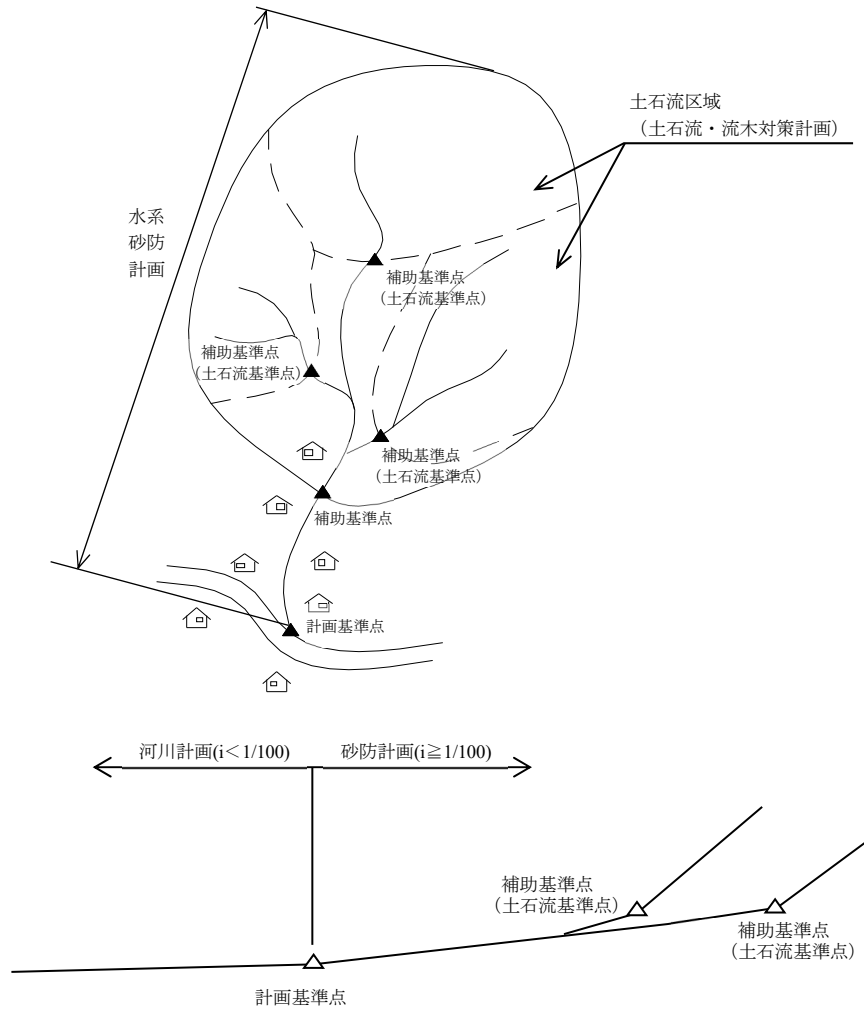


図 4-2 計画基準点の位置

土石移動の形態が変わる地点は、図 4-3 を参考とする。

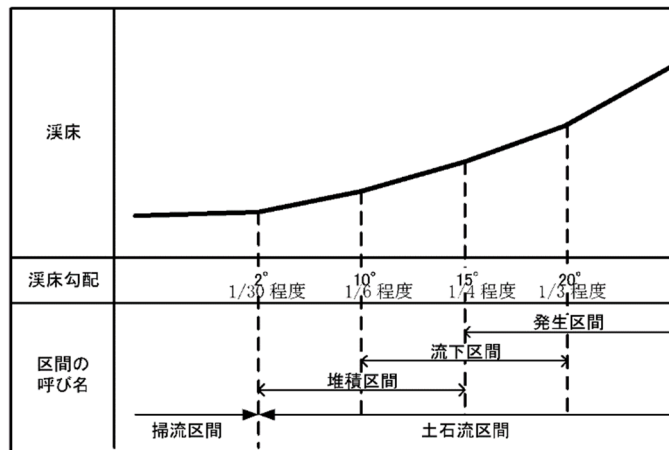


図 4-3 土石移動の形態の渓床勾配による目安¹⁾

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H19.3) 第2節 2.4<解説>)

表 4-1 溪床勾配区分の目安（ θ ：溪床勾配）

区 分		参 考
$0^\circ \leq \theta < 2^\circ$	$0 \leq \theta < 1/30$	掃流区間
$3^\circ \leq \theta < 10^\circ$	$1/20 \leq \theta < 1/6$	土石流堆積区間
$10^\circ \leq \theta < 15^\circ$	$1/6 \leq \theta < 1/4$	土石流流下・堆積区間
$15^\circ \leq \theta < 20^\circ$	$1/4 \leq \theta < 1/3$	土石流発生・流下区間
$20^\circ \leq \theta$	$1/3 \leq \theta$	土石流発生区間

【参考文献】

- 1) 建設省河川局砂防部砂防課(1999)：土石流危険溪流および土石流危険区域調査要領(案)、p.17

4.4 計画土砂量等

水系砂防計画における土砂処理計画を策定するために必要な計画土砂量として、計画生産土砂量、計画流出土砂量、計画許容流出土砂量を定めるものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.4)

【解説】

計画生産土砂量、計画流出土砂量、計画許容流出土砂量は、土砂移動の対象とする時間的变化に応じ、土砂の量及び質（粒径）で表現されることが望ましい。その場合、計画生産土砂量については、土砂の量及び質（粒径）に加えて、土砂生産の形態、生産される場所、発生タイミングを想定して設定するよう努める必要がある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.2.4<解説>)

4.4.1 計画生産土砂量

計画生産土砂量とは、山腹及び溪岸における新規崩壊土砂量、既崩壊拡大見込み土砂量、既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するもの及び溪床等に堆積している土砂量のうち2次侵食を受けるものをいい、計画対象区域の現況調査資料、既往の災害資料、類似地域の資料等をもとに定める。

なお、掃流力の算出に際しては、山地河川の流出特性を考慮した流出計算により算出した流水の流量を用いることが望ましい。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.4<解説>)

【運用】

計画生産土砂量は基準点ごとに、その上流流域を対象として、土砂の生産形態別に、流域内に生産抑制のための施設がない状態で算定するものとし、流域の状況に著しい変化が生じた場合には、必要に応じ改訂する。

計画生産土砂量の算定は、原則として土砂の生産形態別に対象区域内のその母体となる土地の面積等を調査して行う。例えば、以下のような方法がある。

- ① 豪雨型小規模崩壊では山腹面積に豪雨時等における既往の新既崩壊面積比、平均崩壊深、河道流出率、土量の変化率を乗じて算定する。
- ② はげ山や崩壊地ではその面積と土砂流出の実測資料により算定する。
- ③ 河床堆積土砂の2次侵食では現堆積状況と既往の災害等での河床変動資料により算定する。
- ④ 地すべり型大規模崩壊では地すべりの前兆的微地形、亀裂の分布等から推定される範囲、及び類地の崩壊深、河道流出率、土量の変化率によりそれぞれ算出する。

地すべり型大規模崩壊は、その位置、規模について地質、地形等からある程度その予測が可能であるが、いつ崩壊が発生するかを予想することは極めて難しい問題である。しかし、発生した場合、その生産土砂量が著しく多量であることから、天然ダムを出現させたり、それが決壊するとき大土石流を発生させるなど、その影響が大きいため、危険箇所の調査は慎重に行う必要がある。

4.4.2 計画流出土砂量

計画流出土砂量とは、計画生産土砂量のうち、土石流又は計画規模の降雨による流水の掃流力等により、運搬されて計画基準点等に流出する土砂量であって、既往の土砂流出、流域の地形、植生の状況、河道の調節能力等を考慮して定める。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.4<解説>)

【運用】

水系砂防計画で取り扱う計画流出土砂量は、当該計画基準点の直上流の補助基準点における洪水時の流出土砂量に、両基準点間の流域の生産土砂量からその間の河道調節量を差し引いた量を加算して定める。ただし、土石流区間については河道調節量を見込まないものとする。

(1) 計画生産土砂量

$$A = Q \cdot \frac{1}{1 - \alpha} \quad \dots \cdot 1.4(1)$$

ここで、 α ：掃流区間における生産土砂量に占める河道調節量の割合
(一般に10～30%であるが、本府では30%とする)

(2) 計画流出土砂量

$$Q = Q' \times \text{補正係数} \times \text{流域面積} \quad \dots \cdot 1.4(2)$$

ここで、 Q' ：標準流域面積1km²当たりの地質別流出土砂量（一般に表4-2のとおり）

なお、補正係数は、堰堤等の計画地点でなく、流域全体で考えるため、谷出口までの流域面積に対する補正係数を計上する。このため、谷出口までの支溪流において堰堤を計画する場合についても、谷出口までの全体の流域面積に対する補正係数を計上する（表4-3）。

表 4-2 地質別流出土砂量 (単位:m²/km²/1洪水)

地 質	流出土砂量
花崗岩地帯	45,000
火山噴出物地帯	60,000
第3紀層地帯	40,000
破碎帯地帯	100,000
その他地帯	20,000

表 4-3 補正係数

流域面積 補正係数	~10.0 1.00	11.0 0.97	12.0 0.95	13.0 0.92	14.0 0.90	15.0 0.89	16.0 0.87	17.0 0.85	18.0 0.84	19.0 0.82
流域面積 補正係数	20.0 0.81	21.0 0.80	22.0 0.79	23.0 0.78	24.0 0.77	25.0 0.76	26.0 0.75	27.0 0.74	28.0 0.73	29.0 0.73
流域面積 補正係数	30.0 0.72	31.0 0.71	32.0 0.70	33.0 0.70	34.0 0.69	35.0 0.69	36.0 0.68	37.0 0.67	38.0 0.67	39.0 0.66
流域面積 補正係数	40.0 0.66	41.0 0.65	42.0 0.65	43.0 0.64	44.0 0.64	45.0 0.63	46.0 0.63	47.0 0.63	48.0 0.62	49.0 0.62
流域面積 補正係数	50.0 0.62	51.0 0.61	52.0 0.61	53.0 0.61	54.0 0.60	55.0 0.60	56.0 0.60	57.0 0.59	58.0 0.59	59.0 0.59
流域面積 補正係数	60.0 0.58	61.0 0.58	62.0 0.58	63.0 0.57	64.0 0.57	65.0 0.57	66.0 0.57	67.0 0.56	68.0 0.56	69.0 0.56
流域面積 補正係数	70.0 0.56	71.0 0.55	72.0 0.55	73.0 0.55	74.0 0.55	75.0 0.55	76.0 0.54	77.0 0.54	78.0 0.54	79.0 0.54
流域面積 補正係数	80.0 0.53	81.0 0.53	82.0 0.53	83.0 0.53	84.0 0.53	85.0 0.53	86.0 0.52	87.0 0.52	88.0 0.52	89.0 0.52
流域面積 補正係数	90.0 0.52	91.0 0.51	92.0 0.51	93.0 0.51	94.0 0.51	95.0 0.51	96.0 0.51	97.0 0.50	98.0 0.50	99.0 0.50
流域面積 補正係数	100.0~ 0.50	$A \leq 10.0$ 補正係数=1.0 $10.0 \leq A \leq 100.0$ 補正係数= $2A^{-0.3010}$								

4.4.3 計画許容流出土砂量

計画許容流出土砂量とは、計画基準点等から下流河川、海岸に対して無害であり、かつ必要な土砂として流送されるべき土砂量であり、流水の掃流力、流出土砂の粒径等を考慮して、河道の現況及び河道計画等を踏まえ定める。なお、土砂移動に係わる問題が顕在化している水系等にあつては、計画許容流出土砂量は総合的な土砂管理等に配慮し定める必要がある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.4<解説>)

【運用】

掃流区域で基準点が複数ある場合には、計画許容流出土砂量は、上下流間において整合させる。

計画許容流出土砂量は、洪水流量と同様に毎秒単位で必要とされる場合があるが、土石流を含め洪水単位として定める場合が多い。

掃流区域内において計画許容流出土砂量を決定する場合には、河道計画等で考慮している流砂量と整合させなければならない。

下流河川の状況により、おおむね計画流出土砂量（Q）の5～10%と考えられるが、一般的には10%としている。

4.4.4 計画超過土砂量

計画超過土砂量は、砂防基本計画における土砂処理の計画の対象となる土砂量であり、基準点ごとに計画流出土砂量から、計画許容流出土砂量を差し引いた量で定める。

(京都府)

【運用】

計画超過土砂量は、貯水池上流においては浮遊土砂を含めた量で設定され、計画年平均許容流出土砂量（堰堤の計画堆砂量）を差し引いた計画年平均超過土砂量を採用する。

4.5 土砂処理計画

土砂処理計画は、計画基準点等において、土砂処理の対象となる、計画流出土砂量から計画許容流出土砂量を差し引いた土砂量について、合理的かつ効果的に処理するために策定するものである。土砂処理計画は、土砂生産抑制計画及び土砂流送制御計画からなり、これらの計画はいずれも相互に関連するものである。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.5)

【解説】

土砂処理計画の策定に当たり、当該計画基準点（あるいは補助基準点）において、次式を満たす土砂生産抑制計画に必要な計画生産抑制土砂量と、土砂流送制御計画に必要な計画流出抑制土砂量及び計画流出調節土砂量を定める。

$$E = (Q + A - B)(1 - \alpha) - C - D \quad \dots 1.4(3)$$

ここで、E：計画許容流出土砂量

Q：当該計画基準点（あるいは補助基準点）の直上流の補助基準点における計画流出土砂量

A：計画生産土砂量

B：計画生産抑制土砂量

α ：計画基準地点（あるいは補助基準地点）から下流に流出しない河道調節される

土砂量の（Q+A-B）に対する割合

C：計画流出抑制土砂量

D：計画流出調節土砂量

なお、 α については、流域の状況等を踏まえ定める。また、自然環境・景観等への配慮については、「河川砂防技術基準 計画編 基本計画編 第3章第7節 自然環境等への配慮」を参照されたい。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.2.5<解説> 引用)

【運用】

計画の策定にあたっては土砂の流下量、流動特性、地形、保全対象地域等を考慮して、堰堤、床固工、溪流保全工（流路工）、山腹工等の対策工を合理的に組み合わせて配置する。

土砂処理計画は、流砂量だけでなく、流砂の粒径の調整をも含んだものであって、河道における堆積土砂の粒度分布等の現況調査資料、流水の掃流力、流出土砂の粒径等を考慮して河道の現況及びその計画と整合するよう定める。

また、多量の流木が土砂とともに流下することが予想される流域については、流木対策も検討する。

☞第Ⅱ編 計画編 第1章第5節 流域・水系における流木対策計画

4.6 土砂生産抑制計画

土砂生産抑制計画は、降雨等による山腹の崩壊、地すべり、溪床・溪岸の侵食等を砂防設備で抑制することによって、土砂生産域の荒廃を復旧するとともに、新規荒廃の発生を防止し、有害な土砂の生産を抑制するための計画である。

計画の策定に当たっては、土砂生産域の状況、土砂の生産形態、土砂の流出形態、保全対象等を考慮し、計画生産抑制土砂量を山腹工、砂防堰堤等に合理的に配分するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.6)

【解説】

土砂生産抑制計画は土砂の1次生産源である山地及び2次生産源である河道を対象に策定する。

なお、砂防設備による計画生産抑制土砂量は、砂防設備の規模及び地形・地質、植生の状況並びに地盤の安定状況等により定める。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.2.6<解説>)

4.6.1 計画生産抑制土砂量

山崩れ、地すべり、河床・河岸の侵食等を直接抑制することによって生産源地域の荒廃を復旧し、さらに新規荒廃の発生を防止して、有害な土砂の生産を抑制する量をいう。

(京都府)

【運用】

生産源の状況、土砂の生産形態、土砂の流出形態、保全対象区域を考慮し、堰堤・流路工・護岸工・山腹工等で土砂を抑制する。

(1) 不透過型砂防堰堤による計画生産抑制土砂量

- 原則として、各横断面より算出する。
- 岩盤部は、抑制土砂量の対象とはしない。
- 計画堆砂勾配までの堆砂区域内において、抑制される渓床堆積土砂を計画生産抑制土砂量として評価する。
- 計画堆砂勾配は、既往実績等により堰堤地点の現河床勾配の1/2を標準とする。
- 治山堰堤では、堆積土砂を調査し、現況の堆砂勾配を用いて抑制土砂量を評価する。特に比重の小さい礫で構成されている溪流では水平または水平に近い勾配で堆積するため注意すること。

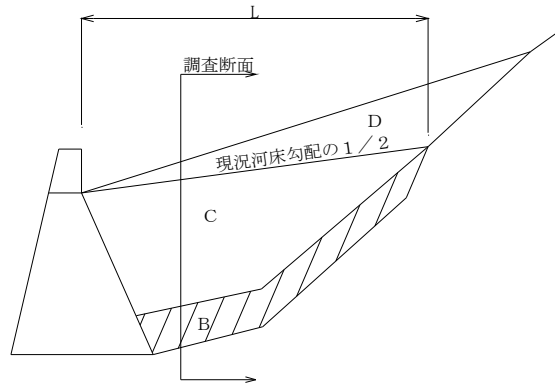
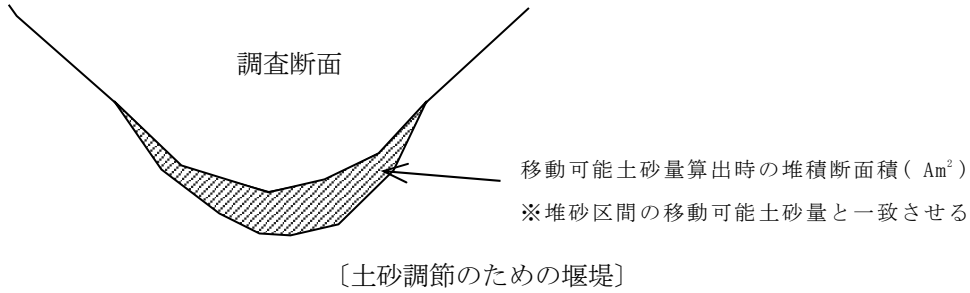


図 4-4 計画生産抑制土砂量

- 堰堤等の既設工作物で抑制土砂量の調査が困難な場合

$$B = A \cdot L \quad \dots 1.4-(4)$$

ここで、L：平常時堆砂長（m）

H：堰堤高（m）

H'：推定根入れ深（m）

n：現況河床勾配（1：n）

A：移動可能土砂量算出時の堆積断面積（m²）（図 4-4）

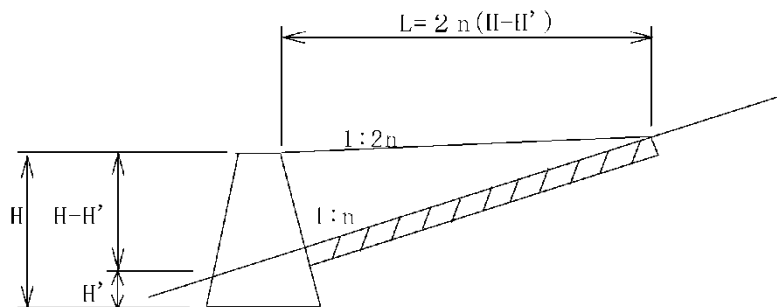


図 4-5 既設工作物の抑制土砂量の推定

(2) 溪流保全工（流路工）による計画生産抑制土砂量

- 原則として、計画断面の各横断図より算出する。
計画生産抑制土砂量は流路工区間の流出土砂量と同様とする。
- 流路工の護岸を兩岸とも設置する場合（三面張含む）（図 4-6 ①）
 $B = 2 \cdot W \cdot H \cdot L \quad \dots \dots 1.4(5)$
- 岩盤が露出する等、流路工の護岸を片岸のみ設置する場合（図 4-6 ②）
 $B = W \cdot H \cdot L \quad \dots \dots 1.4(6)$

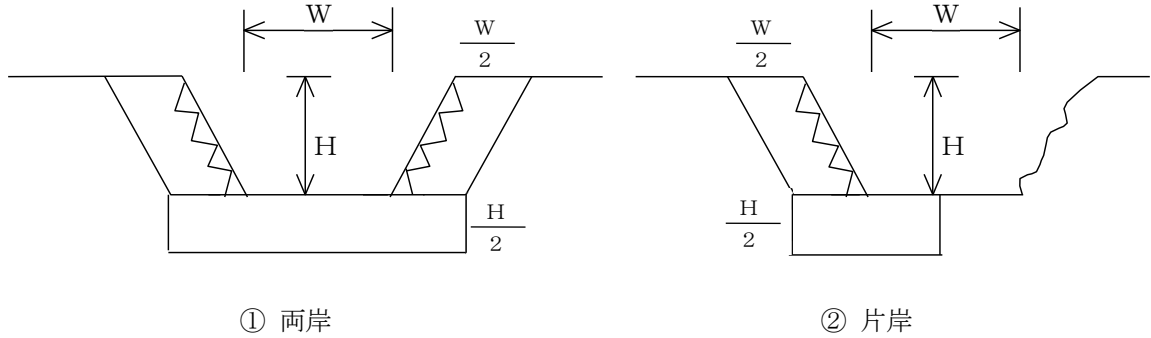


図 4-6 溪流保全工（流路工）の抑制土砂量

(3) 透過型砂防堰堤による計画生産抑制土砂量

土砂調節のための透過型堰堤で透過部断面の底面の高さが最深河床高よりも高い部分については、計画抑制土砂量を評価する。

計画生産抑制土砂量については図 4-7 に示す斜線部分を見込んでよい。

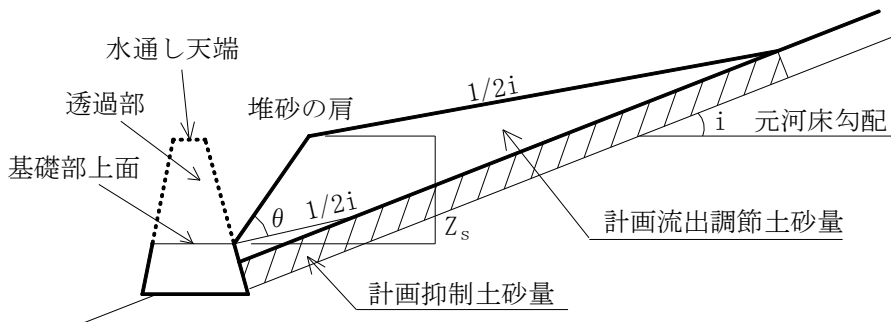


図 4-7 土砂調節のための透過型堰堤における計画生産抑制土砂量の考え方

(4) 計画生産抑制土砂量算出にあたっての留意点

計画生産抑制土砂量は、砂防設備の設置に伴い効果を発揮するべきものであり、算出にあたっては、河道調節量との二重計上に留意する必要がある（表 4-4）。河道調節率は表 4-5のとおりである。

表 4-4 計画生産抑制土砂量

	土石流区間	掃流区間
砂防堰堤、溪流保全工（流路工）	B	B (1-30%)

表 4-5 河道調節率

	土石流区間	掃流区間
砂防堰堤、溪流保全工（流路工）	—	30%

4.7 土砂流送制御計画

土砂流送制御計画は、捕捉・調節機能等を有する砂防設備によって有害な土砂の流出を制御し、無害であり、かつ下流が必要としている土砂を安全に流下させるための計画である。

計画の策定に当たっては、土砂の流出形態、土砂量・粒径、保全対象、地形、河床勾配、河道等の現況等を考慮して、計画流出抑制土砂量、計画流出調節土砂量を砂防堰堤等に合理的に配分するものとする。

（河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.2.7）

【解説】

土砂流送制御計画は河道を対象に策定するものとする。

計画流出抑制土砂量には、砂防堰堤等の施設に固定的に貯留できる土砂量のうち未堆砂の容量を見込む。なお、除石工を計画する場合には、除石工により未堆砂となった容量を見込むことができる。

計画流出調節土砂量には、一般に砂防堰堤等の施設に固定的に貯留された土砂の安定勾配と洪水時に想定される土砂の堆砂勾配との間の容量を見込む必要がある。なお、砂防堰堤の堆砂区域は、元々河道調節機能の大きなところであることが多いので、このような場合には、砂防堰堤による計画流出調節土砂量は新たに増大する容量で評価しなければならない。

また、透過型砂防堰堤の設置などにより、土砂捕捉・調節機能の増大を図った場合には、その効果量を適切に評価する。

（河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.2.7<解説>）

4.7.1 計画流出抑制土砂量

砂防設備により堆砂される現地盤から平常時堆砂勾配までの間の直接抑制される土砂量をいう。

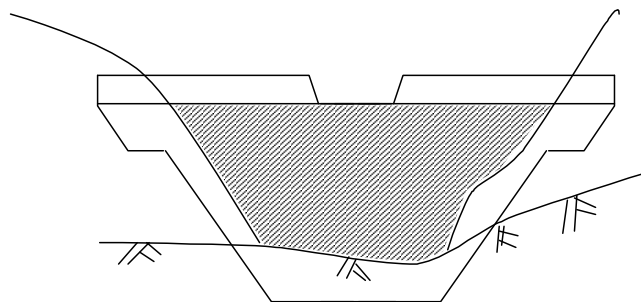
（京都府）

【運用】

計画流出抑制土砂量は堰堤、沈砂池などが持つ貯砂機能等を整備量として考慮するものである。機能回復量は堰堤に常時除石可能な維持管理道を設置または速やかに確保できる場合に限り、100%見込むことができる。

計画流出土砂量に対して、堰堤の計画流出抑制土砂量は最も効果的である。

計画流出抑制土砂量は、原則として実測により算出すること。堰堤で、現地盤から計画堆砂勾配まで堆砂した状態までの量のことである。




 計画流出抑制土砂量

図 4-8 計画流出抑制土砂量

既設工作物で、横断図、貯砂量の資料が無い場合は下式により算出する（図 4-8）。

$$C \doteq \frac{2L-3(H-2)}{3} n(H-2)^2 \quad \dots 1.4-(7)$$

なお、堆砂敷の用地買収範囲は、計画堆砂勾配+計画高水位+余裕高までとする。
また、砂防指定は計画堆砂勾配以上とする。

☞ 第Ⅳ編 管理編 第1章 指定土地、第Ⅴ編 用地補償編 第2章 用地買収基準

4.7.2 計画流出調節土砂量

満砂後に、河積の拡大、縦断勾配が緩和されることにより、洪水時堆砂区域に一時的に堆砂する土砂量をいう。

（京都府）

【運用】

堰堤の計画流出調節土砂量は、一般に堆砂の安定勾配と洪水勾配との間の堆砂容量で定めるが、砂防の堆砂区域は元々河道調節機能の大きなところであることが多いので、このような場合には堰堤の計画流出調節土砂量は、新たに増大する量で評価しなければならない。

また、水通しにスリットを設けたり、水抜孔の大きさ、配置を工夫するなどして、その機能の増大を図ることもある。

(1) 不透過型砂防堰堤の計画流出調節土砂量

本府では、不透過型砂防堰堤による計画流出調節土砂量は一般的に計画流出抑制土砂量の10%とする。

$$D : \text{計画流出調節土砂量} = C \times 10\%$$

計画堆砂勾配は、既往実績等により堰堤地点の現河床勾配の1/2を標準とする。

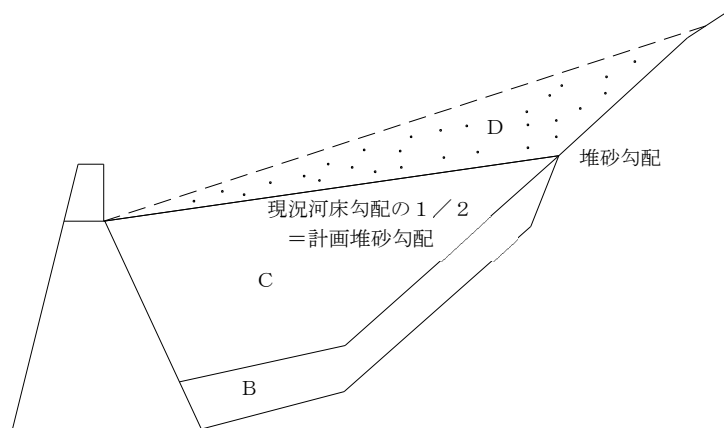


図 4-9 流砂調節堰堤の効果量

(2) 透過型砂防堰堤の計画流出調節土砂量

土砂調節のための透過型堰堤による計画流出調節土砂量とは、一洪水期間中に透過型堰堤の上流堆砂区域及び直下流区域において一時的に堆積し、流出を抑制する土砂量をいう。

土砂調節のための透過型堰堤では、出水により水位が堰上げられている間は、スリット上流に堆砂肩が形成され堰堤上流に土砂が堆積する。その後、洪水後半の減水期に水位が低下すると堆砂肩が崩れ、一度堆積した土砂の一部がスリットから流出し、堰堤直下流付近に堆積する。透過型堰堤では、この直下流付近に堆積する土砂量も含めて計画流出調節土砂量とする。

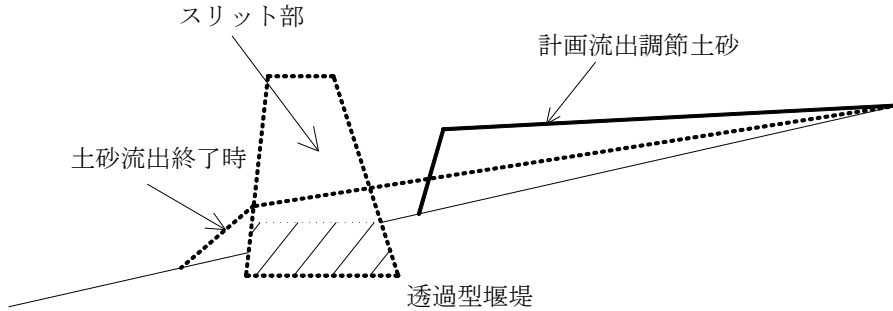


図 4-10 計画流出調節土砂量の概念

透過型砂防堰堤の計画流出調節土砂量は、洪水中に透過型堰堤に堆積する最大土砂量を計画流出調節土砂量として評価する。

1) 計画流出調節土砂量として評価する土砂量

既往の水利実験によれば、以下の事項が確認されている。

- ① 出水時前半からピークにかけて堰上げが発生すると、堆砂区間に水中安息角 $\theta = 30^\circ \sim 35^\circ$ で堰堤上流側から堆砂肩が形成される。
- ② 堆砂肩の前面は堰堤の上流側に達し、上流に向けては現河床勾配の $1/2$ 勾配で堆砂面が形成される。
- ③ 洪水後半に堰上げが解消すると堆砂肩が崩れて土砂は高濃度で堰堤から流出する。
- ④ 堰堤から流出する土砂は下流の溪流の土砂輸送能力が小さく流量も小さい場合には堰堤直下流付近に堆積する。

そこで、洪水後半に堰堤から流出し堰堤直下流付近へ堆積する土砂量も透過型砂防堰堤効果と考え、堰上げが生じているときの最大堆砂時の土砂量を計画流出調節土砂量として評価する（図 4-11）。

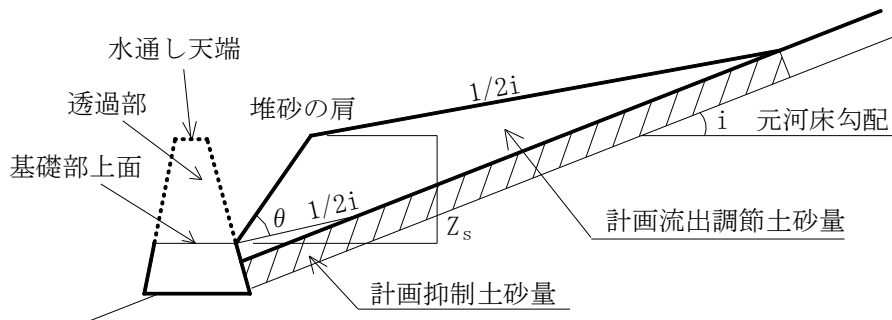


図 4-11 土砂調節のための透過型堰堤における計画流出調節土砂量の考え方

2) 計画流出調節土砂量の算出

堆砂肩の高さ Z_s は次式によって求めることができる。

$$Z_s = \left[\frac{F_r^2}{2} \left(\frac{1}{3\sqrt{\gamma^2}} - 1 \right) + \frac{3\sqrt{\gamma}}{\gamma} - 1 \right] \cdot \left(\frac{n \cdot Q}{B_s \sqrt{i}} \right)^{0.6} \quad \dots \cdot 1.4(8)$$

ここで、 Z_s : 堆砂肩の高さ

F_r : 等流水深に対するフルード数

γ : 流水幅縮小率 (= B_d/B_s)

B_d : 堰堤地点での流れの幅

B_s : 堆砂肩での流れの幅

i : 計画堆砂勾配

n : マニングの粗度係数

Q : 計画高水流量

土砂調節のための透過型堰堤の計画流出調節土砂量は、透過部の形状、堰堤高、ハイドログラフ、流出土砂量、土砂の粒径等により変わるので、水理実験、河床変動シミュレーション及び当該溪流における前例実績の分析を行う等して、慎重に検討することが望ましい。

4.8 整備率

水系砂防計画の整備率は以下の方法により算出するが、当面計画流出抑制土砂量を見込むことができる場合、機能回復を見込んだ整備率を算出し、今後の施設計画の施工年次を検討すること。

(京都府)

【運用】

計画流出土砂量から計画許容流出土砂量を差し引いた土砂量のうち、砂防設備（治山施設を含む）によって抑制される土砂量の占める割合である。

砂防事業は、砂防設備（治山施設を含む）が満砂後も機能を発揮することが基本となるため、本来なら計画貯砂量を見込まずに算出した整備率が正規であるが、見込まない場合、整備率の確保が困難などの行政上の問題から、常時除石可能な維持管理道を設置または速やかに確保できる場合、空容量を見込んだ整備率を採用してもよい。

また、流路工を実施するためには、流路工起点の直上流地点での整備率を 50%以上確保することが前提条件となっているが、その場合、機能回復量を見込んだ整備率と同様に算出する。

① 整備率

$$\text{整備率 (F)} = \frac{B(1-\alpha)+D}{Q-E} \cdot 100\% \quad \dots \cdot 1.4(9)$$

ここで、 D : 計画流出調節土砂量

B : 計画生産抑制土砂量

Q : 計画流出土砂量

E : 計画許容流出土砂量

α : 河道調節率

- ② 整備率（除石により機能回復量を見込むことができる場合、砂溜・沈砂池等常時空容量が見込める場合）

$$\text{整備率 (F)} = \frac{B(1-\alpha) + C + D}{Q - E} \cdot 100\% \quad \dots 1.4-(10)$$

ここで、C：計画流出抑制土砂量

- ③ 流路工の着手条件（50%以上）

$$\text{整備率 (F)} = \frac{B(1-\alpha) + C + D}{Q - E} \cdot 100\% \geq 50\% \quad \dots 1.4-(11)$$

- ④ 不透過型堰堤の整備率

不透過型堰堤の整備率は、整備量（計画生産抑制土砂量（B）×（1－河道調節率）＋計画流出調節土砂量（D））を計画流出土砂量で除して求める。

$$\text{整備率 (F)} = \frac{B(1-\alpha) + C + D}{Q - E} \cdot 100\% \quad \dots 1.4-(12)$$

ここで、B：計画生産抑制土砂量

D：計画流出調節土砂量

E：計画許容流出土砂量

Q：計画流出土砂量

通常の水系砂防計画で用いられる式で、計画生産抑制土砂量（B）と計画流出調節土砂量（D）によって整備しようとするものであり、流路工部分では計画生産抑制土砂量のみを見込み、計画流出調節土砂量（D）は計上しない。

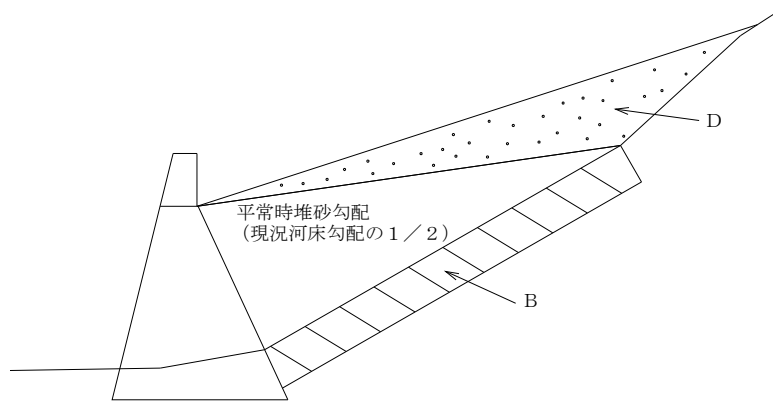


図 4-1 2 土砂調節のための堰堤の効果量

【参考】機能回復を見込んだ整備率

堰堤に常時除石可能な維持管理道を設置または速やかに確保できる場合は、機能回復量 100%を見込んだ計画とすることができる。

$$\text{整備率 (F)} = \frac{B(1-\alpha) + C + D}{Q - E} \cdot 100\% \quad \dots 1.4-(13)$$

- ここで、C：計画流出抑制土砂量
- D：計画流出調節土砂量
- B：計画生産抑制土砂量
- Q：計画流出土砂量
- E：計画許容流出土砂量

この式も水系砂防計画の考えで用いる式である。砂防設備の入る場所が限定されるため常に貯砂空容量を確保して、整備率の不足分を補うため、堰堤・貯留堰堤・遊砂地等を砂防計画に取り入れる場合に用いる式である。

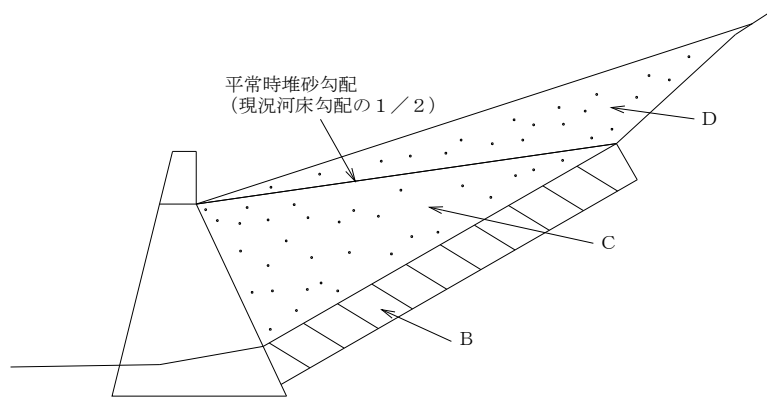


図 4-1 3 土砂調節のための堰堤の効果量（機能回復が見込める場合）

第5節 流域・水系における流木対策計画

5.1 総説

流木対策計画は、土砂の生産、流出に伴い、流木の発生・流出が予想される流域を対象に、土砂とともに流出する流木による災害から、国民の生命、財産及び公共施設等を守ることを目的として策定するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.4.1)

【解説】

一般に森林に覆われている急峻な山地流域等において、ひとたび崩壊等が発生した場合には、土砂の流出とともに、流木が発生し、溪流等を流下する際に河川の狭窄部や橋梁、ボックスカルバート等を閉塞し、土砂等の氾濫、橋梁等の流出により、生命、人家、道路等公共施設に多大な被害を与えることがある。

流木対策計画では、斜面の崩壊、土石流、溪岸・溪床侵食による立木の流出及び過去に発生した倒木、伐木等の流出を対象に策定する。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.4.1<解説>)

5.2 計画規模

流木対策計画における計画規模は、流域の特性等を踏まえ、計画基準点等に流出する流木量等を考慮して総合的に定めるものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.4.2)

【解説】

計画で対象とする流木量は、実立積で表し、計画基準点等において、流域の土砂と流木の発生・流出を抑止・調整するための施設がない状態で算定する。

立木による流木量は、斜面崩壊・溪岸崩壊等の発生が予想される山腹や谷筋の樹林の樹種、林齢、材積等の構成が安定的に推移すると判定できる場合は、現地調査結果や砂防基本計画において算定する山腹崩壊等による新規崩壊面積から算定する。

倒木、伐木、溪床に堆積している流木量については、現地調査により、長さ・直径等をもとに流木量を算出する。なお、伐木、用材の流出等、人為的に発生したものは計画の対象に含めない。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.4.2<解説>)

5.3 計画基準点等

計画基準点等は、一般に保全対象のある地域の上流に設けるものとし、水系砂防計画、土石流対策計画等の計画基準点等と同一となるように設けるものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.4.3)

【解説】

流木対策計画は、土砂とともに流出する流木を対象に、水系砂防計画、土石流対策計画等とともに、計画を策定するものであり、流木対策計画のみで策定されるものではないため、計画基準点は、水系砂防計画、土石流対策計画等の計画基準点等と同一となるように設定する。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.4.3<解説>)

5.4 対策の基本

流木対策計画は、水系砂防計画、土石流対策計画等において定めた計画土砂量等を踏まえ、土砂処理計画と整合を図り、砂防設備等を適切に配置し、合理的かつ効果的に処理するよう計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節2.4.4)

【解説】

流木対策には、大きく流木の発生防止を目的とするものと、発生した流木を河道で捕捉し下流への流出を防止するものがある。流木対策計画では、それぞれの土砂の発生やその流出形態に応じた流木の挙動を考慮し、水系砂防計画、土石流対策計画等における施設と整合を図り、計画を策定する必要がある。

なお、流域において、森林等の状況が大きく変化した場合には、必要に応じて、計画で対象としている流木量の見直しを行い、流木対策計画を改定する。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 基本計画編 第3章第2節 2.4.4<解説>)

【運用】

近年、豪雨の影響により、流域から流出する流木が増加しており、これによって下流の人家等に大きな被害を与える要因として重視されている。

流木は、洪水時等に流水に浮いて流れるため、下流の橋梁・暗渠等を閉塞する原因となり、氾濫源となって道路・人家等に甚大な被害をもたらす場合がある。

このような災害例は流木と土砂が共に流出する場合、特に著しく、流木対策は土砂災害対策の一環として行う必要がある。

流域・水系における流木対策計画の策定にあたっては流木の発生頻度、量、林相、現存樹木の土壌状況、保全対象等を考慮して、土石流対策計画、水系砂防計画と同様に、対策工を合理的に組み合わせ配置する。

流域・水系における流木対策計画は次式を満足するように定める。

$$Q_w - (D_w + B_w) \leq E_w \quad \dots 1.5-(1)$$

ここで、 Q_w ：計画流出流木量

D_w ：計画捕捉流木量

B_w ：計画生産抑制流木量

E_w ：計画許容流出流木量

5.5 計画流出流木量

流木対策の計画にあたっては、計画基準点等に土砂とともに流出する流木を地形、地質、林相、過去の調査記録、現地調査等により、総合的に決定する。

(京都府)

【運用】

計画流出流木量は上述のように定められており、現地調査により流木の実態を把握する必要がある。したがって、流木対策に対する現地調査は、水系砂防基本計画を策定する場合に行われる現地調査に加えて、次に示す項目に対して行う。

そして、この結果を基に、計画流出流木量を検討し、対象となる溪流が、流木対策施設の必要な溪流かどうか評価を行う。

- 対象流域内の林相の把握
- 対象流域内の立木の把握

計画流出流木量は、土石流・流木対策計画における計画流出流木量の算出方法と同様、本基準(案)「第3節3.6.1(4) 計画流出流木量の算出方法」で示した方法に基づき算出する。

5.6 流木発生抑止計画

流木発生抑止計画は、山腹・溪岸等の崩壊及び侵食を防止することにより、流木の発生を防止するもので、土砂生産及び流木の発生源に計画する。

(京都府)

【運用】

流木発生抑止工は、土砂とともに流出する流木の発生を防止するため、山腹の崩壊を防止する斜面安定工、溪床、溪岸からの土砂の生産を防止する護岸工や床固工等からなる。これらの施設は、砂防計画で対象とする土砂の生産抑制のための施設と整合するように計画する必要がある。

5.6.1 計画発生抑制流木量

土石流対策計画、水系砂防計画と同様に、山崩れ、地すべり、河床・河岸の侵食等を直接抑制することによって生産源地域の荒廃を復旧し、さらに新規荒廃の発生を防止して、有害な流木の生産を抑制する量をいう。

(京都府)

【運用】

流域内の林相、生産源の状況、流木の生産形態、流木の流出形態、保全対象区域を考慮し、堰堤・山腹工等で土砂の発生を抑制する。

堰堤地点から平常時堆砂勾配で現地盤に接する位置までを計画発生抑制流木量として計上する。

なお、透過型堰堤については常時堆砂地が空きのケースが多いので評価しない。

流路工など土石流対策施設の直下において、計画流出流木量を算定した場合は、計画発生抑制流木量として評価する。

$$B_w = \text{流木発生面積} \cdot \text{幹材積} \cdot \text{流出率} \quad \dots \cdot 1.5(2)$$

ここで、流木発生面積：砂防堰堤の平常時堆砂勾配で堆砂する長さ（m）または流路工などの施設の延長に堰堤堆砂敷の林地幅を乗じた面積（m²）

幹材積：流域内の主要な林相毎に求められた幹材積（m³/ha）

流出率：施設計画位置の林相区分から判断する

（針葉樹の場合 0.9、広葉樹の場合 0.8）

5.7 流木捕捉計画

流木捕捉計画は、山腹斜面、溪流または河道において流木を捕捉する計画である。山腹斜面、土石流区間、掃流区間では、それぞれ施設の捕捉機構に違いがあることに注意して計画する。
 (京都府)

【運用】

風倒木などの流出の危険性がある樹木が堆積している山腹斜面においては、流木止めによりその倒木が溪流に流出するのを防止する。

土石流区間では、流木は土石流と一体となって流下すると見なして、透過型堰堤等により流木と土砂を同時に捕捉する。

下流の掃流区間へ流下する流木や、下流域で発生する流木は、砂溜工等と組み合わせた流木止め工や堰堤の副堤等に設置した流木止め工により捕捉する。

☞第Ⅱ編 計画編 第1章第3節 土石流・流木対策計画

5.7.1 計画捕捉流木量

掃流区間に設ける流木捕捉工の場合、流木については堆積状況が多様であるため、流木止めにより捕捉される流木の量は、計画上は流木が（一層で）全てを覆いつくすものとして算出する。
 掃流区域においては流木は土砂と分離して流水の表面を流下すると考えられるので、不透過型砂防堰堤の流木捕捉効果は無いものとする。
 (砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H26.4) 3.2.2（参考）)

【解説】

捕捉される流木の投影面積は、流木の平均長さ（ L_{wa} ）×流木の平均直径（ R_{wa} ）の合計により算出される。

これらより、計画捕捉流木量を捕捉するために必要な流木止め上流の堆砂地または湛水池の面積（ A_w ）は、次式により推定する。

$$A_w \geq \sum (L_{wa} \times R_{wa}) \quad \dots 1.5(3)$$

このとき、堆砂地または湛水池に堆積する流木実立積（ V_{wc} ）は下記の式である。ただし、 V_{wc} は流木実立積のことで、「実」は空隙を含まない流木のみ の体積を意味する。

$$V_{wc} \doteq A_w \times R_{wa} \quad \dots 1.5(4)$$

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H19.3) 第2節 2.6.2.2<解説>（参考）)

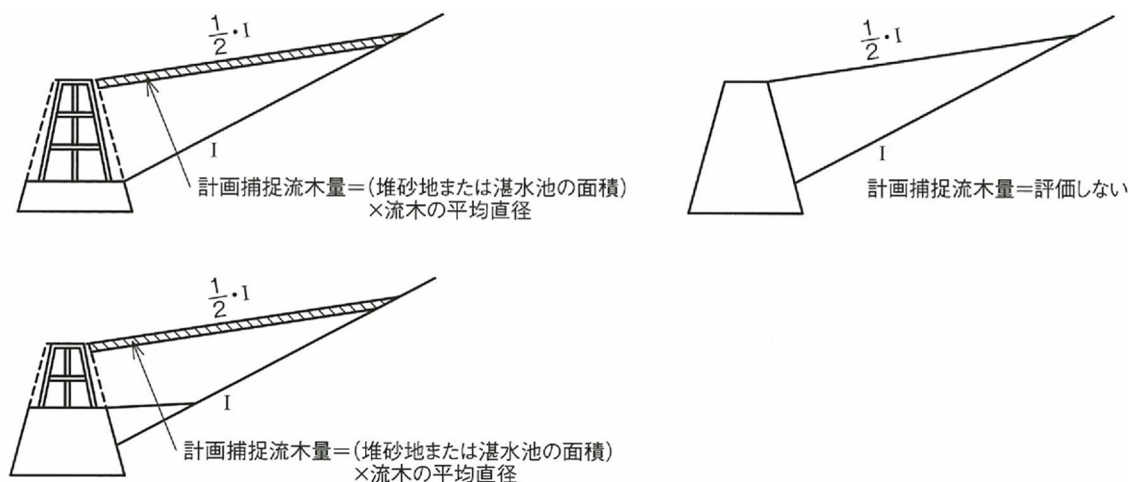


図 5-1 掃流区間における計画捕捉流木量

(鋼製砂防構造物設計便覧(H21.9) 5章 5.3.3)

5.8 整備率

水系砂防計画と併せて流域・水系を対象に流木対策を行う場合の流木整備率の算定方法は、土石流・流木対策計画における流木整備率の算出方法に準ずる。

(京都府)

☞第Ⅱ編 計画編 第1章第3節3.8 整備率

第2章 砂防施設配置計画

第1節 総説

砂防基本計画に基づき策定する砂防施設配置計画は、土砂生産抑制施設配置計画、土砂流送制御施設配置計画、流木対策施設配置計画及び火山砂防施設配置計画からなる。

砂防基本計画における水系砂防計画及び土石流対策計画に基づき策定する砂防施設配置計画は、それぞれ土砂生産抑制施設配置計画及び土砂流送制御施設配置計画の組み合わせからなる。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第1節)

【解説】

表 1-1 は、砂防施設配置計画のうち、土砂生産抑制施設配置計画、土砂流送制御施設配置計画について、土砂生産・流送の場とその場で使われる砂防の工種について整理したものである。

なお、今回の改正においては、砂防設備の有する機能、構造の観点から、従来の河川砂防技術基準(案)制定以前に設置された堰堤が多数存在することに加え、近年、鋼製等の透過型の構造を有する砂防設備の導入・普及が急速に進んでいることなどを踏まえ、これまで河川砂防技術基準(案)に規定していた「砂防ダム」を溪流を横断して設置される設備の総称として、「砂防堰堤」を使用することとしている。

表 1-1 主な砂防施設配置計画と砂防の工種

水系砂防計画及び土石流対策計画に基づき策定される砂防施設配置計画の区分	土砂生産・流送の場	砂防の工種
土砂生産抑制施設配置計画	山腹	山腹基礎工，山腹緑化工，山腹斜面補強工，山腹保育工
	溪床・溪岸	砂防えん堤，床固工，帯工，護岸工，溪流保全工
土砂流送制御施設配置計画	溪流・河川	砂防えん堤，床固工，帯工，護岸工，水制工，溪流保全工，導流工，遊砂地工

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第1節<解説>)

【運用】

(1) 砂防設備の分類

砂防設備は、以下の二つに分類される。

- ① 溪流に存在する土砂及び流木の生産を直接抑制するとともに、流送する土砂及び流木を貯留・調節し、安全にして無害な流下形態とするために溪流に対して行う溪流工事
- ② 荒廃山腹に植生を直接または間接的に回復し、下流への土砂及び流木の流出を抑えるため、山腹に対して行う山腹工事

また、砂防基本計画の種類によりそれぞれ、土石流・流木対策及び水系砂防計画、流木対策等の機能を持つ砂防設備がある(表 1-2)。

砂防設備として代表的なものは、砂防堰堤、床固工、護岸工、溪流保全工、山腹工である。

そのうち砂防堰堤、床固工、護岸工、流路工を効果的に組み合わせたものが溪流工事である。

なお、砂防設備は、溪流の基本計画に応じて、土石流・流木対策計画及び水系砂防計画、流域・水系における流木対策計画に用いる設備があるが、それぞれ、どのような目的でどの位置に対して工事を実施するかによって溪流対策工及び山腹工に分類できる。

表 1-2 砂防設備の種類

	水系砂防（土砂生産抑制、土砂流送抑制）施設配置計画、流域・水系における流木対策施設配置計画	土石流・流木対策施設配置計画
溪流工事	土砂調節のための砂防堰堤 ・不透過型砂防堰堤 ・透過型砂防堰堤 ・流木捕捉施設	土石流・流木捕捉工 ・不透過型砂防堰堤 ・透過型砂防堰堤 ・部分透過型砂防堰堤
	床固工	
	護岸工	
	溪流保全工 導流工	溪流保全工(整備率50%以上) 土石流導流工(整備率50%以下)
	遊砂地工	土石流堆積工 ・土石流分散堆積地 ・土石流堆積流路
	砂防樹林帯 導流堤	土石流緩衝樹林帯 土石流流向制御工
山腹工事	山腹保全工（山腹基礎工、山腹緑化工、山腹斜面補強工、山腹保育工） 流木発生抑制施設	土石流・流木発生抑制工 ・土石流・流木発生抑制山腹工 ・渓床堆積土砂移動防止工

注) 土石流・流木対策施設配置計画については、本章第2節を参照すること。水系砂防施設配置計画については本章第3節、第4節、流域・水系における流木対策施設配置計画については本章第5節を参照すること。

(2) 砂防設備とその機能

砂防設備は、水系における相互の関連を考慮し、技術的にもまた効果の面においても調和のとれたものとする。

砂防設備の配置計画にあたってはその目的を明確にし、砂防設備の機能が最も有効に発揮されるよう考慮する。

砂防設備を機能的に分類すると次のようになる。

- 水源地域における土砂及び流木の流出生産抑制……山腹工、堰堤
- 溪岸からの土砂及び流木の流出生産抑制……………堰堤、床固工、護岸工
- 河道における土砂及び流木の流出生産抑制……………堰堤、床固工、溪流保全工（流路工）
- 河道における土砂及び流木の流出抑制……………堰堤、遊砂地工
- 河道での土砂及び流木の流出調整……………堰堤、床固工

(3) 設計理論による砂防堰堤の分類

1) コンクリート重力式堰堤

コンクリート重力式堰堤は、一般的な堰堤であり、堤体コンクリートの自重で外力に抵抗するので、設計・施工も容易である。

2) 中空中詰め重力式堰堤

中空中詰め重力式堰堤は、底面応力の緩和とコンクリート量の節減に効果があるが、小規模堰堤では型枠費が大きくなり不利となる。最近では、中空部をエキスパンドメタルの型枠で囲い土砂を中詰めし、型枠代わりにするもので中空堰堤の欠点である型枠費を大幅に削減し、コンクリートの節約と残土処分を図る。

3) 枠堰堤・コンクリートブロック堰堤

枠堰堤やコンクリートブロック堰堤は地すべり地域で屈撓性が要求される場合、緊急な施工を要する場合あるいは透水性が要求される場合に用いられる。

4) 透過型堰堤

透過型堰堤は土石流のフロント部の巨礫群を捕捉し、減勢させる鋼製透過型堰堤や掃流域で貯砂量の一部を調節量として取り扱うために施工する透過型堰堤がある。

5) ソイルセメント堰堤

ソイルセメント材を内部材とし堤体外部に外部保護材を設置し堤体を構築する工法。

6) ウォール堰堤

ウォール堰堤は、矢板やエキスパンドメタルやコンクリートブロック等を上下流に組み立てて、型枠の代替とするもので、施工が容易である。

堤体内部材は現地発生材（土砂）あるいはINSEM材を使用するため残土処理上有利である。

7) その他

フィルダム、アーチダム、三次元ダム、バットレスダム等が挙げられるが、近年、砂防においては実績がない。

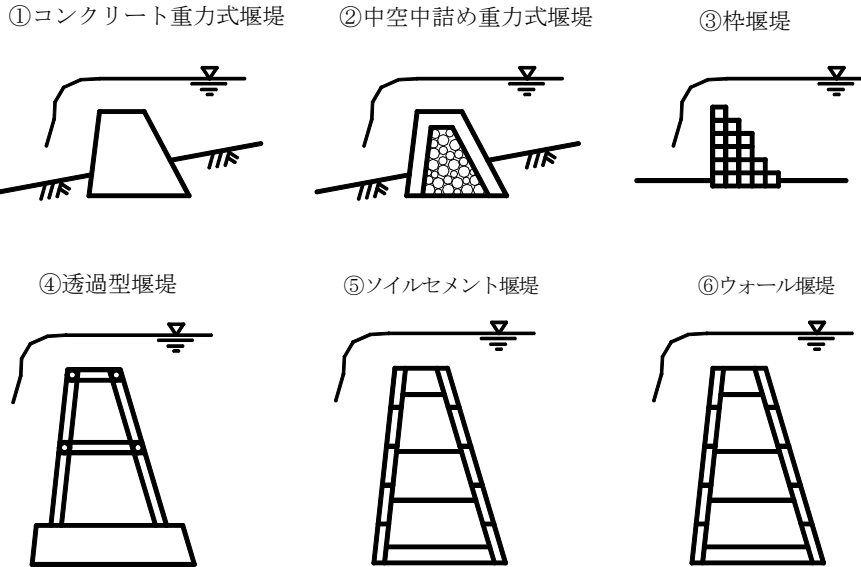


図 1-1 堰堤の設計理論による分類

(4) 材料による砂防堰堤の分類

堰堤は、材料の違いにより以下の様に分類される。

1) コンクリート堰堤

堰堤に一般的に用いられる材料である。また、加工されたものとして、コンクリート枠堰堤、コンクリートブロック堰堤等がある。

2) ソイルセメント堰堤

ソイルセメント材を内部材とし外部に外部保護材を設置し堤体を構築する工法。近年施工例が増加している。

3) 鋼製堰堤

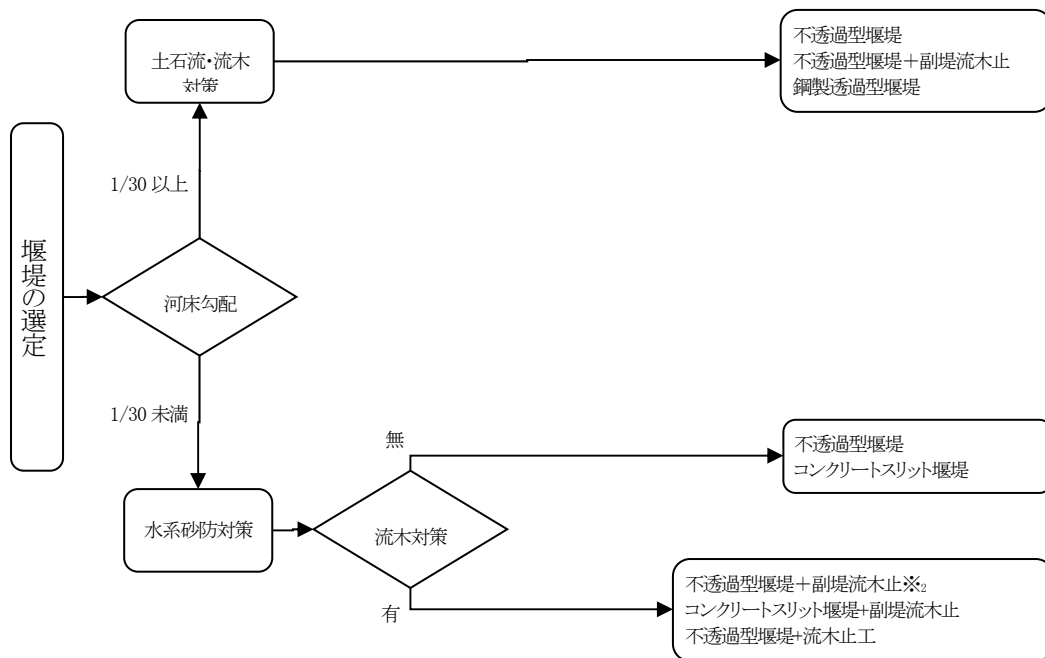
近年、鋼管、鋼などの鋼製の堰堤の施工例が多くなってきた。種類として、枠堰堤、透過型堰堤、格子形堰堤、ウォール堰堤、セル堰堤、スクリーン堰堤等が挙げられる。

4) その他

石積み、フィルダム等があるが、近年、砂防工事において施工例が減少している。

(5) 堰堤の選定

堰堤の選定にあたっては、流域の規模、地形・地質特性、下流保全対象との位置関係等を考慮し、以下の図 1-2 を参考に決定する。



※₁ 土石流捕捉施設とは堰堤より下流に設けた沈砂池、遊砂地等の施設の総称である。

洪水後半に透過型堰堤から排出される土砂量は、土砂調節量の約 1/3 程度とされているため、この容量を確保できる施設の計画を行う必要がある。

※₂ 水系砂防計画における堰堤での流木対策は原則として副堤流木止を主体とするが、不透過型堰堤に流木止を設置し土砂と流木の捕捉形態を分離した場合はこの限りではない。

注) 透過型堰堤のスリット幅は最大礫径 (D95) を基にして決定されるが、流域内に 0.5m 以上の礫がない場合、スリット間隔が狭小となる。鋼製スリット透過型堰堤のスリット製作メーカー等の製品を比較検討して、スリット間隔を決定する。

図 1-2 堰堤の選定

(6) 透過型堰堤の分類

透過型堰堤は、平常時（中小洪水を含む）の流出土砂を透過部において下流へ流下させることにより貯砂容量を確保し、その容量を用いて①土石流を捕捉、②土砂流出を調節、及び③溪流及び生態系の連続性を確保することを目的とする。

1) 目的及び効果

透過型堰堤とは、土石流を捕捉または土砂流出総量及びピークを調節し、かつ、溪流の水理的連続性を損なうことなく、中小洪水を含む平常時に土砂を流下させることができる開口部をもつ堰堤をいう。透過型堰堤の目的及び効果を表 1-3 に示す。

表 1-3 透過型堰堤の目的と効果

時間的区分	透過型堰堤の目的	具体的効果
短期的土砂移動	①土石流の捕捉	土石流の停止、堆積
	②土砂流出の調節	土砂流出総量の調節 土砂流出ピークの調節
長期的土砂移動	③流砂系の連続性確保	中小洪水時における 自然な土砂の流下

2) 計画設計の基本

透過型堰堤は平時の無害な土砂を堆砂させることなく下流へ流下させるため、多量の有害土砂が流出するまでの間は堆砂が進行せず、捕捉効果あるいは流出土砂調節効果を保つことができる。また、平時の水及び土砂の流れを遮断しないで溪流の連続性を保つことで、生態系への影響を軽減し及び自然の河状を保全する機能を有している。

透過型堰堤は土砂移動現象によって表 1-4 のように分類される。

なお、透過型堰堤は、山脚の固定を目的としないことに注意して施設配置計画を作成する。また、土石流の捕捉、洪水時の流出時の流出土砂調節及び平常時の土砂流下を目的とした開口部を堤体を持つコンクリートスリット堰堤、大暗渠堰堤、スーパー暗渠堰堤、鋼製透過型堰堤、鋼製格子型堰堤等は、透過型堰堤に分類されるが、排水及び施工上の目的等で堤体に開口部を設けた堰堤は透過型堰堤に属さない。

表 1-4 透過型堰堤の分類

堰堤の機能		堰堤の種類
閉塞 (土石流等)	土石流捕捉のための 透過型堰堤	鋼製透過型タイプ
堰上げ (掃流等)	土砂調節のための 透過型堰堤	※ ₁ コンクリートスリットタイプ ※ ₂ 大暗渠タイプ ※ ₃ スーパー暗渠タイプ

※₁ 土石流対策施設ではないが、掃流区域に透過型堰堤を設置することは構わない。

堰上げによる土砂調節効果を期待する場合は、コンクリートスリットタイプを採用する。

※₂ 火山泥流及び大規模崩壊地域などにおいて用いられる工法であり、本府では、原則として該当箇所が少ないため採用しない。

溪流の特性は1つ1つ異なる上、区間ごとにも様相が違い、しかも時を経る中で変化していくため、砂防設備の配置・設計は、時間的変化を含めた溪流特性を現地調査・文献収集等によって、把握した上で、その特性にあった機能を発揮するように行うのが原則である。したがって、土石流を捕捉するタイプと、土砂の流出を調節するタイプとの2つに大きく区分し、設計上の考慮事項ごとに定める。

また、連続して透過型堰堤を設置する場合、透過型堰堤と不透過型堰堤を組み合わせる場合の土砂の捕捉、調節効果の評価については数値シミュレーション、模型実験を行うなど、十分な検討を要する。

第2節 土石流・流木対策施設配置計画

2.1 総説

土石流・流木処理計画で設定した計画捕捉量、計画堆積量、計画発生（流出）抑卸量を満たすように、土石流・流木対策施設を配置する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節4.1）

【解説】

計画で扱う土砂・流木量等処理するよう土石流・流木対策施設を配置する。合わせて自然環境や景観への影響等について十分配慮するものとする。

また、河川砂防技術基準計画編施設配置等計画編における用語と砂防基本計画策定指針における用語の対比表を表 2-1 に示す。

表 2-1 砂防基本計画策定指針で用いる土石流・流木対策施設の種類の河川砂防技術基準計画編施設配置等計画編との用語の対比

砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）		河川砂防技術基準 計画編 施設配置等計画編
土石流・流木発生抑制工	土石流・流木発生抑制山腹工	山腹保全工、流木発生抑制施設
	溪床堆積土砂移動防止工	砂防堰堤、床固工、帯工、護岸工、 溪流保全工、流木発生抑制施設
土石流・流木捕捉工		砂防堰堤、流木捕捉施設
土石流導流工		導流工
土石流堆積工		遊砂地工
土石流緩衝樹林帯		砂防樹林帯
土石流流向制御工		導流堤

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節 4.1<解説>）

2.2 土石流・流木対策施設の配置の基本方針

土石流・流木対策施設は、計画で扱う土砂・流木量等、土砂移動の形態、保全対象との位置関係等を考慮して、土石流および土砂とともに流出する流木等を合理的かつ効果的に処理するように配置する。土石流・流木対策施設には主に、土石流・流木捕捉工を配置する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節4.2）

【解説】

土石流・流木捕捉工、土石流堆積工、土石流導流工、土石流・流木発生抑制工を組み合わせる施設の位置や砂防堰堤高等の形状を定める。また、土石流・流木対策施設には主に土石流・流木捕捉工を配置するが、流域内が荒廃しているときなどは土石流・流木発生抑制工も適切に配置する。

これは一般（非火山）、火山山麓で同じであるが、火山山麓で特に火山が活動中の場合には、源頭部の対策が困難な場合が多い点異なる。また、火山山麓では、比較的大きな崩壊や大規模な泥流の発生を考慮して対策計画を立てなければならない場合もある。

なお、火山山麓で特に火山が活動中の場合、土地利用状況を考慮し、土石流緩衝樹林帯や土石流流向制御工とともに土石流導流工の併用も検討する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節 4.2<解説>）

2.3 土石流・流木対策施設の機能と配置

土石流・流木対策施設は、①土石流・流木捕捉工 ②土石流・流木発生抑制工 ③土石流導流工
④土石流堆積工 ⑤土石流緩衝樹林帯 ⑥土石流流向制御工等がある。
(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第4節4.3)

【解説】

土石流・流木対策施設の基本は、土石流・流木捕捉工である。

その他の対策施設として、土石流導流工、土石流堆積工、土石流緩衝樹林帯、土石流流向制御工、土石流発生抑制工等がある。

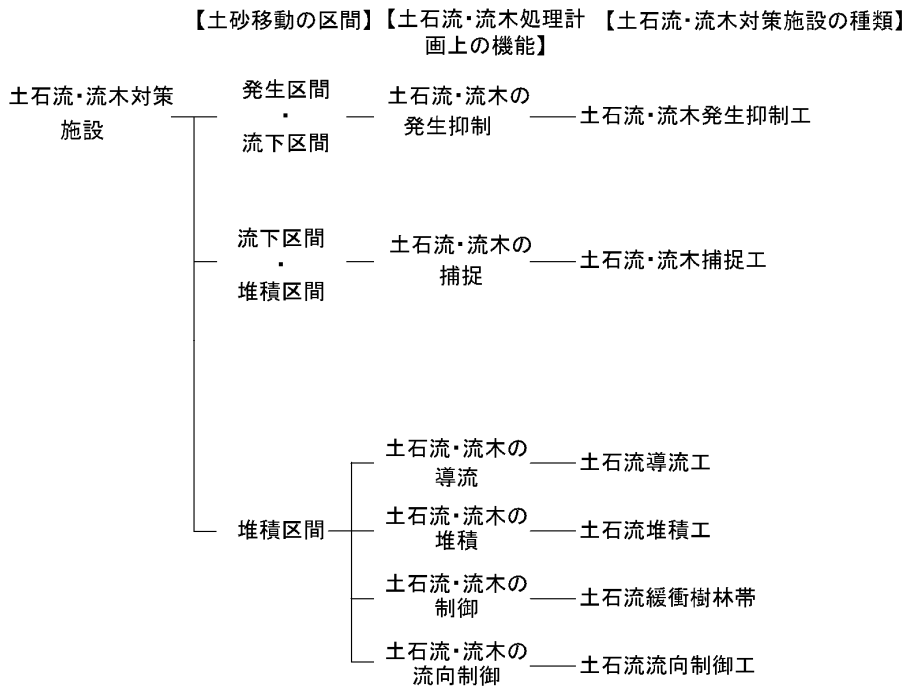
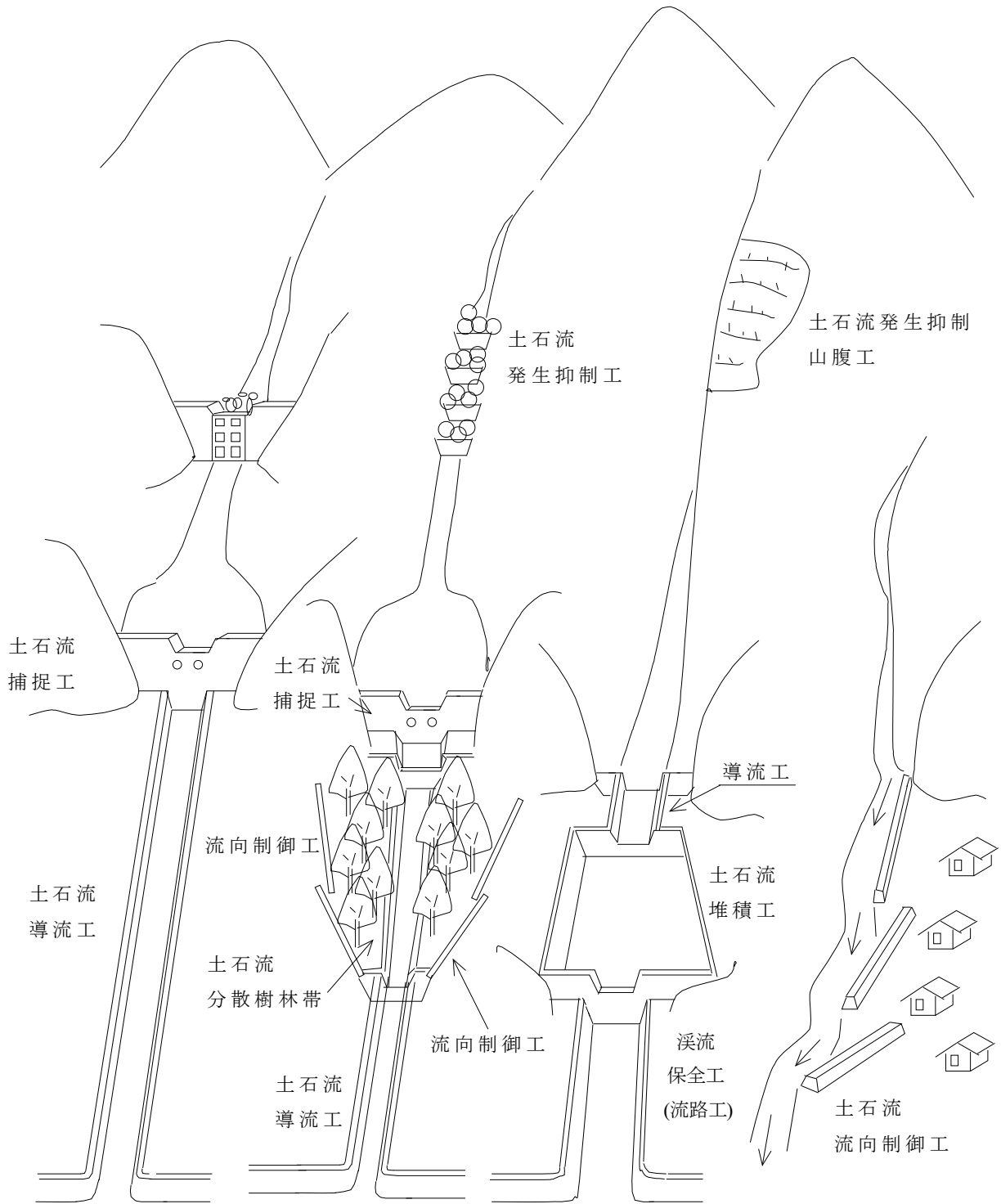


図 2-1 土石流・流木対策施設の種類の種類

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第4節 4.3<解説>)



土石流導流工は、土石流が上流で十分処理された場合は、溪流保全工（流路工）の設計となる。

図 2-2 土石流対策施設の代表例

2.4 土石流・流木捕捉工

土石流・流木捕捉工は、土石流および土砂とともに流出する流木等を捕捉するための土石流・流木対策施設である。土石流・流木捕捉工として、砂防堰堤等を用いる。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.1)

【解説】

土石流・流木捕捉工を計画・配置するにあたっては、想定される土砂および流木の流出現象として、土石流中の土石の粒径、土石流の濃度、流木の大きさ(長さ、太さ)、流木の多寡などを想定し、形式・形状を決める必要がある。また、平常時堆砂勾配が現溪床勾配と大きく変化する場合や堆砂延長が長くなる場合は、堆砂地において土石流の流下形態が変化することに注意する必要がある。

土石流・流木捕捉工として、主として砂防堰堤を用いるが、分離堰堤(水抜きスクリーン)等も土石流・流木捕捉工と考え、砂防堰堤以外の土石流・流木捕捉工に本基準(案)を準用することを妨げない。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.1<解説>)

【運用】

土石流・流木捕捉工は、土石流・流木の抑制、土石流・流木流出の緩和等その目的に応じて位置及び高さを定める。

土石流・流木流出の抑制のため、計画流出量の30%以上を堆砂し得るように1基当たりの堰堤の規模を定める。

土石流の緩和のためには、土砂の流出形態を土石流の形態より掃流状態に変化させ得るように、位置、高さ、形状及び数を定める。

土石流・流木捕捉工は、土石流区域(河床勾配が1/30程度以上の区域)で施工する場合で、その手法としては、砂防堰堤への堆砂により抑制する方法、あるいは流出形態を変化させて衝撃力を緩和させる方法を用いるのが一般である。

土石流を掃流状態に変化させるためには、溪床勾配の緩和及び溪床幅の拡大を図る。

なお、計画流出量の30%以上を堆砂し得るように砂防堰堤の規模を定めるとしたのは、現在1溪流に1～3基程度の堰堤で土石流による災害を防止することを目標としているため、大きな溪流では計画流出量の少なくとも30%程度、小溪流においてはそれ以上の堆砂空間(おおむね100%)を有することが必要となるからである。

一般に土石流は、溪床勾配1/30以下、かつ、上流流下区域との溪床勾配の比が1/2以下となり、溪床幅が3倍以上となれば、掃流状態に変化することが知られている。

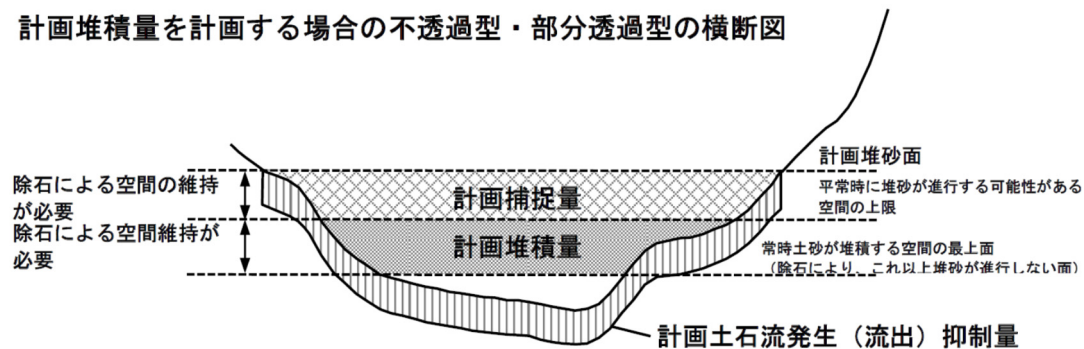
2.4.1 砂防堰堤の型式と計画で扱う土砂・流木量等

砂防堰堤の型式には、透過型、部分透過型、不透過型がある。砂防堰堤に見込める計画で扱う土砂・流木量等は、型式に応じて計画捕捉量、計画堆積量、計画発生（流出）抑制量とする。
 (砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節4.3.1.1)

【解説】

砂防堰堤が有する計画で扱う土砂量等は図 2-3 に示す計画捕捉量、計画堆積量、計画発生（流出）抑制量とする。

計画堆積量を計画する場合の不透過型・部分透過型の横断面図



透過型の横断面図

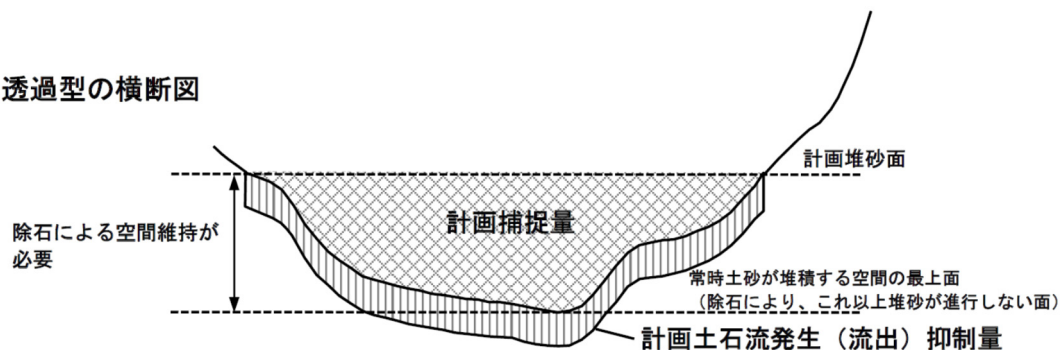
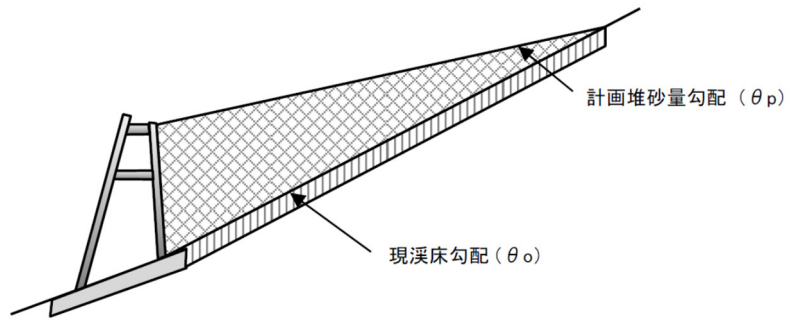


図 2-3 (1) 砂防堰堤の型式別の計画で扱う土砂・流木量等
 (砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節 4.3.1.1<解説>)

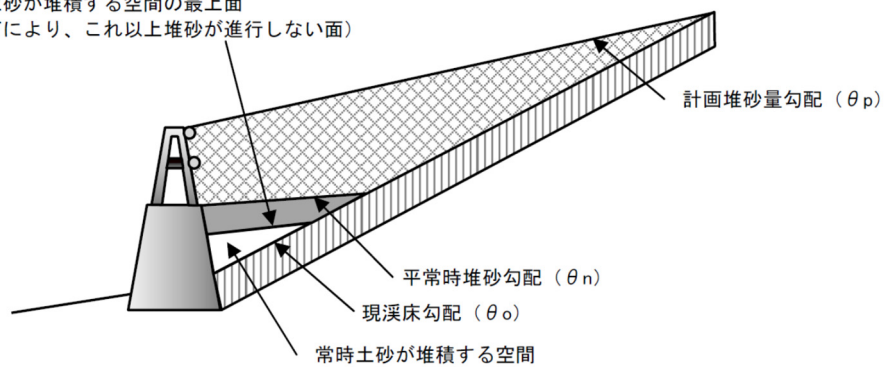
・透過型



・部分透過型

(計画堆積量を確保する場合 (常時土砂が堆積する空間がある場合))

常時土砂が堆積する空間の最上面
(除石により、これ以上堆砂が進行しない面)



(計画堆積量を確保しない場合)

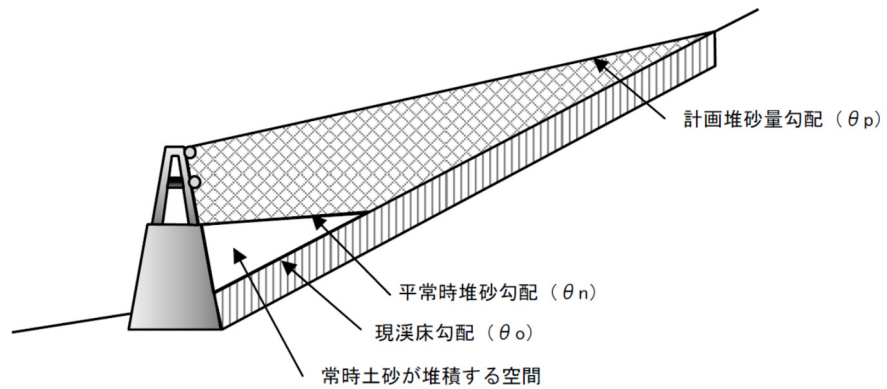
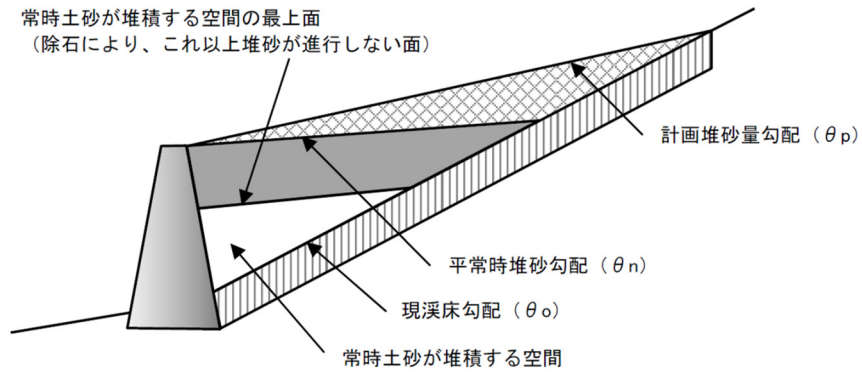


図 2-3 (2) 砂防堰堤の型式別の計画で扱う土砂・流木量等
(砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第4節 4.3.1.1<解説>)

・不透過型

(計画堆積量を確保する場合(常時土砂が堆積する空間がある場合))



(計画堆積量を確保しない場合)

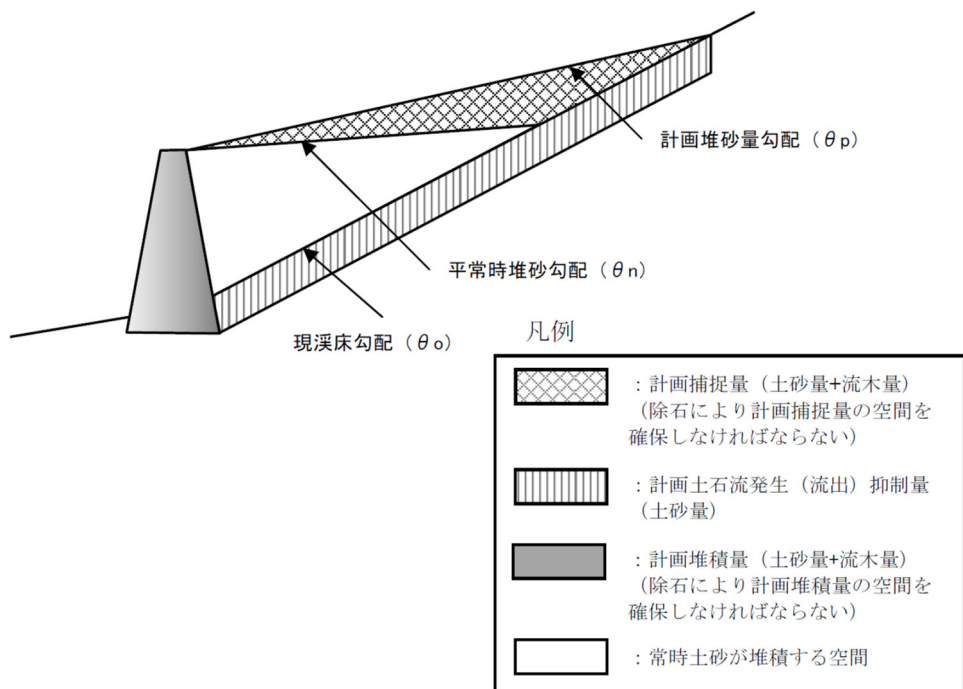


図 2-3 (3) 砂防堰堤の型式別の計画で扱う土砂・流木量等
(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節 4.3.1.1<解説>)

2.4.2 砂防堰堤の型式の選定（透過型・部分透過型・不透過型）

砂防堰堤を配置する際には、対象とする流域の特性や想定される土石及び流木の流出現象を現地調査により十分把握した上で、経済性、地域環境等に配慮し、型式を選定する。なお、土砂とともに流出する流木等を全て捕捉するためには、透過構造を有する施設を原則とする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節4.3.1.2）

【解説】

発生区間に配置する砂防堰堤に求められる機能は、主として、土石流や流木の発生の抑制である。流下区間および堆積区間に配置する砂防堰堤には、主として以下の機能が求められる。

- ・土石流の捕捉
- ・土砂とともに流出する流木等の捕捉
- ・計画捕捉量・計画堆積量に相当する空間の維持
- ・平時の溪流環境（溪床の連続性）の保全

土砂とともに流出する流木等を全て捕捉するためには、透過構造を有する施設（透過型砂防堰堤、部分透過型砂防堰堤、流木捕捉工など）が必要となる。そのため、計画流下許容流木量が0でない場合や流木対策を別途計画する場合などを除き、流木の捕捉のための砂防堰堤は、透過型または部分透過型砂防堰堤とすることを原則とする。なお、土石流区間において流木捕捉工の設置が必要な場合は、副堰堤等に流木捕捉工を設置することができる。

また、型式によらず計画捕捉量の確保のためには除石（流木の除去を含む）計画の検討が必要となる。計画堆積量を計画する不透過型及び部分透過型砂防堰堤では、計画堆積量確保のための除石（流木の除去を含む）計画の検討が必要となる。なお、除石（流木の除去を含む）計画については、第3章 除石（流木の除去を含む）計画を参照する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節4.3.1.2<解説>）

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.42

質問：流木対策を別途計画する場合というのは副堰堤に流木捕捉工を設置するタイプ（不透過型）は含まれるのでしょうか？

回答：本指針のP63（本基準(案)本節2.4.2解説）にありますように、「土砂とともに流出する流木等を全て捕捉するためには、透過構造を有する施設（透過型砂防堰堤、部分透過型砂防堰堤、流木捕捉工など）が必要となる。」としています。不透過型堰堤の副堰堤の流木捕捉工はここでの「透過構造を有する施設」にあたります。

【運用】

不透過型堰堤及び透過型堰堤に共通する機能として、

- ①土石流を捕捉し、流出する土砂量を減少させる
- ②土石流発生から扇状地に流出するまでの時間を長くする
- ③土石流先端部の巨礫・流木を捕捉する
- ④土石流を土砂流に変化させる
- ⑤土石流ピーク流量を減少させる

がある。

透過型では上記のほかに中小の出水で堆砂することなく次の土石流に対して貯砂容量を維持することが期待される。また、流木の流出が予想される場合には流木止としての効果も期待できる。ただし、透過型堰堤では土石流が透過部で捕捉されることなく通過するおそれのあること、及び一度閉塞された透過部が一気に開放され土砂が流出する危険性があり、人家直上流で透過型堰堤を設置す

る場合、透過部の形状に十分な検討を要する。堤体材料として、マスコンクリート、鋼、鉄筋コンクリートなどが考えられる。

捕捉工による土砂抑制効果は、その区間で計画流出土砂量が評価されている場合のみ、計画堆砂区域について計画土石流発生（流出）抑制量として評価する。

捕捉工の設計においては、対象とする流域の特性に適した型式（透過型、不透過型）を下記の考え方に基づき選定する。

- ① 中小洪水において土砂流出があり、建設後に堆砂進行が予想される場合は透過型捕捉工が適している。
- ② 中小洪水時の土砂流出が少なく、発生抑制効果を期待できる場合は、不透過型が適している。

(1) 不透過型

土石流時だけでなく平常時の流出土砂についても貯留するものを不透過型と分類している。不透過型堰堤は、従来から多くの箇所で実施されており、コンクリート及び鋼製、ソイルセメントのタイプに分類される。コンクリート不透過型堰堤は、保全対象の直上流や流域内の基幹堰堤として多くの箇所で採用されている。鋼製不透過型堰堤は地すべり地帯など湧水が多く軟弱な地盤上に適している。

(2) 透過型

土石流時は、土石流を確実に捕捉し、中小出水時等の平常時の流出土砂は下流に透過する構造を透過型と分類している。透過型の利点として、生態系への配慮や下流の河床低下に対処できることである。ただし、鋼製透過型堰堤については腐食の影響に注意する必要がある。

2.4.3 透過型・部分透過型の種類と配置

土石流・流木捕捉工として用いる透過型及び部分透過型砂防堰堤は、「計画規模の土石流」を捕捉するため、その土石流に含まれる巨礫等によって透過部断面を確実に閉塞させるよう計画しなければならない。透過型及び部分透過型砂防堰堤を配置する際には、土砂移動の形態を考慮する。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.1.3)

【解説】

(1) 透過型および部分透過型の配置に関する基本的な考え方

透過型及び部分透過型砂防堰堤は、土石流に含まれる巨礫等によって透過部断面が閉塞することにより、土石流を捕捉する。また、透過部断面が確実に閉塞した場合、捕捉した土砂が下流に流出する危険性はほぼ無いため、土石流捕捉のための透過型及び部分透過型砂防堰堤を土石流区間に配置する。

なお、流水にせき上げ背水を生じさせて流砂を一時的に堆積させる目的の透過型及び部分透過型砂防堰堤は、洪水の後半に堆積した土砂が下流に流出する危険性があるため、土石流区間に配置しない。

(2) 土石流捕捉のための砂防堰堤の設計及び配置上の留意事項

透過型と部分透過型は土石流の捕捉に対して以下の条件を満たすことが必要である。

- ① 「計画規模の土石流」及び土砂とともに流出する流木によって透過部断面が確実に閉塞するとともに、その構造が土石流の流下中に破壊しないこと

堆積区間に透過型または部分透過型を配置するときは、透過部断面全体を礫・流木により閉塞させるように、土石流の流下形態等を考慮して施設配置計画を作成する。また、複数基の透過型を配置する場合には、上流側の透過型により土砂移動の形態が変化することに留意する。

- ② 中小規模の降雨時の流量により運搬される掃流砂により透過部断面が閉塞しないこと

透過型は中小の出水で堆砂することなく、計画捕捉量を維持することが期待できる型式である。ただし、透過型と部分透過型は、不透過型同様、土石流の捕捉後には除石等の維持管理が必要となることに留意する。

透過部断面を構成する鋼管やコンクリート等は、構造物の安定性を保持するための部材(構造部材)と土石流を捕捉する目的で配置される部材(機能部材)に分けられる。機能部材は、土石流および土砂とともに流出する流木等を捕捉できれば、塑性変形を許容することができる。

また、土石流・流木の発生抑制が求められる場合で流木の捕捉機能を増大させたいとき、流出する粒径が細かい場合や勾配が緩く土砂濃度が低いことが想定される場合、谷出口付近において出水時(土石流以外の出水)の泥水等を下流路に導きたいときなどは、部分透過型の採用を検討する。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.1.3<解説>)

■ 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説 国総研資料第904号 Q&A/No.43

質問:「複数基の透過型を配置する場合には、上流側の透過型により土砂移動の形態が変化することに留意する」とありますが、具体的にどう留意するのか教えてください。

回答:上流側に堰堤があることにより、ない場合に比べて、上流側の堰堤において、例えば、土石流の先頭部を構成すると考えられる巨礫が選択的に捕捉される、土石が捕捉されることにより土砂濃度が低下する、等が考えられます。

■ 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説 国総研資料第904号 Q&A/No.44

質問:流出する粒径が細かく、流木がある場合に部分透過型を採用した場合、透過部で土砂の捕捉を見

込んでもよいのでしょうか？

回答：はい。部分透過型において、計画捕捉量に対して、土砂の捕捉を見込む場合、土石流・流木対策設計技術指針の2.1.4.3（本基準(案)設計編第1章第4節4.2）に従い、透過部断面は、土石流の最大礫径、流木の最大直径等により決定して下さい。

【運用】

最下流に透過型堰堤を設置する場合は、土石流として流出すると予想される土砂の粒径を堰堤計画位置上下流200mについて調査し、透過部の間隔を狭くする等の方法について十分検討する必要がある。また、土石流が透過型堰堤を通過する可能性があると考えられる場合は、透過型堰堤としないことを原則とする。ただし、掃流区域に透過型を設置する場合や、土石流区域であっても緩衝樹林帯、沈砂池等の土石流捕捉施設が設置されており、溪流として十分な土砂処理が行える場合についてはこの限りではない。

土石流の捕捉を目的として設置される透過型堰堤は土石流時、洪水時及び平常時の土砂流下形態及び流出する土砂の特性等を考慮して、適切な種類を配置する。

①保全対象の直上流における透過型堰堤

透過型堰堤が流木などで閉塞した場合には、平常時に突発的に土砂の流出が起こることがあるため、そのような場合においても保全対象の安全を確保できる位置に透過型堰堤を設置することを原則とする。

保全対象直上流に透過型堰堤を計画する場合は、土石流として流出すると予想される土砂の粒径を堰堤計画位置上下流200mについて調査し、透過部の間隔を狭くする等の方法について十分検討する必要がある。

②合流点における透過型堰堤

合流点において透過型堰堤を設置する場合は、透過部に対して土石流流体力が偏心して作用し、部材構造上不利になるため、偏心荷重に対する安全性について十分な検討を要する。

③堰堤位置の選定

透過型堰堤の位置はできるだけ両岸の斜面が安定している地点とし、斜面上方からの土砂崩壊、土石流、地すべり、雪崩等によって堰堤の安定が損なわれないようにする。

2.4.4 堰堤位置の選定

- (1) 堰堤の位置は、その目的に応じて選定する。
- (2) 貯砂を主目的とする場合、堰堤計画箇所は谷の狭さく部で上流の谷幅の大きな箇所が望ましい。
- (3) 崩壊防止を目的とする場合、原則として崩壊下流部に堰堤位置を選定する。
- (4) 侵食防止を主目的とする場合、低い堰堤を連続して設置することが望ましい。
- (5) 支溪のある場合、一般にその合流部の下流部が位置選定の基準である。
- (6) 堰堤計画箇所は、河床及び両岸に岩盤の存在することが最も適当である。
- (7) 一般に階段堰堤においては、一つの堰堤の堆砂線が、旧河床勾配を切る点が上流堰堤の計画位置である(図 2-4 (a))。
- (8) 河床が砂礫層で侵食を受けやすい階段堰堤は、各堰堤間の重複を考慮しなければならない(図 2-4 (b))。
- (9) 溪流の屈曲部において凹岸部における流水の衝撃力を緩和し下流部の流心を整えるため、原則として屈曲部の下流に設置する。
- (10) 透過型堰堤を連続して配置する場合は別途模型実験やシミュレーション等により検討する。

(京都府)

【運用】

堰堤の位置は、その目的によって自ずから定まるものであって、溪床の洗掘及び溪岸の侵食を防止するため、さらに溪岸山腹の崩壊あるいは崩壊増大のおそれがある場合は、これらの箇所に接近してその下流に計画すべきである。しかし、侵食または崩壊の区域が長区間にわたる場合は階段堰堤を計画しなければならない。

また、流出土砂の堆積を目的とする貯砂堰堤は、その上流部の溪床勾配が緩やかで、かつ、溪床幅の大きな箇所を選ばなければならない。

一般に堰堤は、越流水による下流法先の深掘れ及び両岸侵食による破壊防止のため、溪床及び両岸に岩盤のあること、並びに工事の関係から上流部の拡がった狭さく箇所が望ましいものであるが、このような好条件に常に恵まれるとは限らない。

目的によっては、たとえば溪床間に多量の土石が堆積しており、これの移動防止が急務である場合には、あえて条件の不備を問わず計画しなければならない。

溪床に岩盤のない場合は、その溪床の状況に応じて、水叩きあるいは副堤を計画して下流法先の保護を図らなければならない。

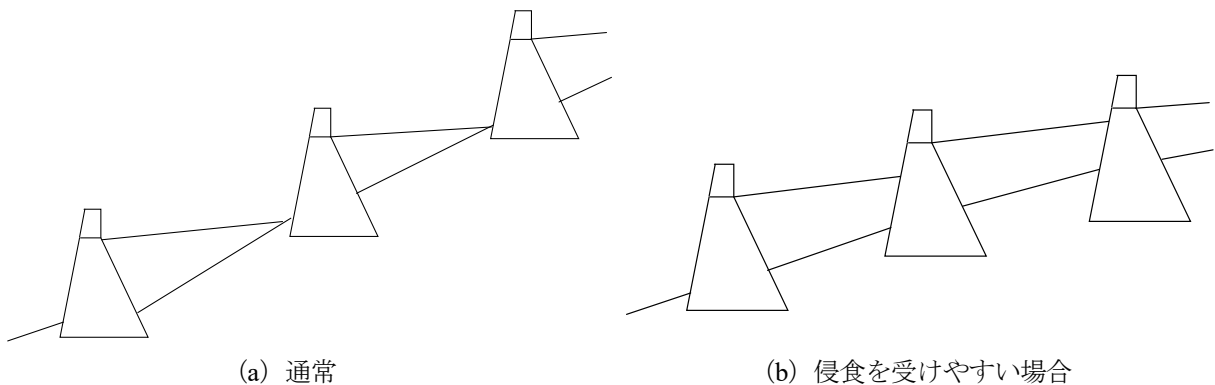


図 2-4 階段堰堤

2.4.5 堰堤の方向

- (1) 堰堤の方向は、原則として水通し中心点において計画箇所下流の計画流心線に直角に定める。
- (2) 階段堰堤においては、堰堤水通しの中心点（水通し天端の下流端の中心）において、その堰堤の方向線に立てた垂線上に下流堰堤の水通し中心があるように各堰堤の方向を定める。
- (3) 兩岸の岩盤の状況等により、下流の計画流心線に直角に定めがたいときは、副堤の方向を下流の計画流心線に直角に定める。

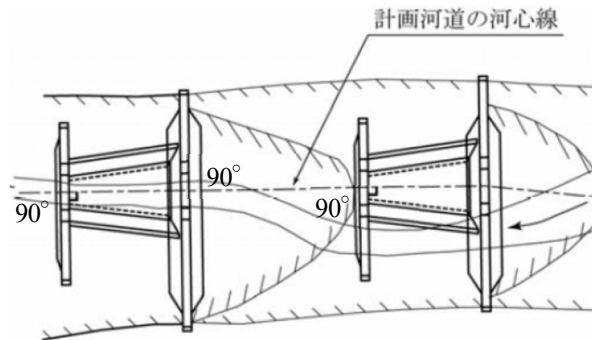
(京都府)

【運用】

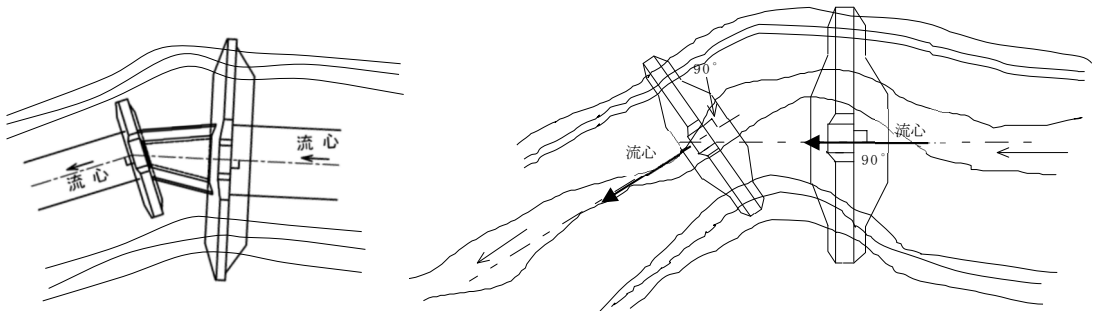
堰堤の水通しを越流する流水は、理論上水通し天端下流端、すなわち堰堤軸に直角に落下する。ゆえに堰堤計画箇所の下流の状況によって決定された流心線上に水通し中心を置き、この点において下流流心線に直角に設定した線が堰堤の方向である。

堰堤の計画箇所が、たとえば兩岸の岩盤の関係、あるいは堰堤長の関係などで、堰堤の方向を下流の流心線に直角に定めがたいときは副堤による方向修正の必要がある場合が多い。

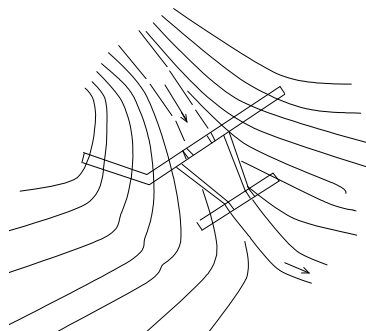
- a) 主堤・副堤（垂直壁）とも下流流心に直角の場合。



- b) 主堤を下流流心に直角にできない場合。



- c) 小溪流に堰堤を施工する場合においては、応々にして堰堤施工位置の適所がなく左右岸で地山が分かれている場合が多く、土砂処理上やむを得ない場合については、等高線に直角になるように、上流に向けて袖を折って施工する。



2.4.6 堰堤の高さ

- (1) 堰堤の高さは、砂防基本計画樹立の上定める。
- (2) 堰堤の高さは、目的及び施工箇所の状態に応じて定める。
- (3) 河床の侵食を防止するものは、低堰堤群などを計画する。
- (4) 崩壊部の下部の堰堤は、山脚の侵食を阻止する高さに計画する。
- (5) 河床堆積砂礫の流出防止のためには、現在河床高に近い高さの堰堤とし、河床の安定勾配を考慮して決定する。
- (6) 堰堤の高さの決定に際しては、基礎の地質を十分に調査する。
特に堰堤高が15m以上となる場合には岩盤調査を併せて実施する。ここでいう岩盤調査とは、地質の良否、支持力、透水性、断層の有無、走行節理等に関する調査をいう。
- (7) フローティングダムは、原則として高さ15m未満とする。

(京都府)

2.4.7 堰堤の計画堆砂勾配と貯砂量

- (1) 堰堤上流の堆砂勾配は、土石流・流木対策計画では、平常時の堆砂勾配は現河床勾配の1/2とし、計画堆砂勾配は現河床勾配の2/3とする。ただし、計画堆砂勾配の上限は $1/6 (\tan \theta)$ とする。
- (2) 階段堰堤における堰堤間の計画堆砂勾配は、上項(1)の規定より緩やかに計画する。
これは、堰堤間隔の短い場合の堰堤下流の溪床は洗掘によって安定勾配は小となる傾向があるので、計画河床勾配を決定するには十分考慮を要する。
- (3) 計画捕捉量の計算は、堰堤築造箇所上流の横断面図面に計画堆砂線を記入しその立積により求める。

(京都府)

【運用】

現溪床勾配は、堰堤上流の河床勾配がほぼ一定化した点を結ぶ勾配であるが、一定化した点が不明瞭な場合は、概ね上流200m間の平均溪床勾配とする。なお、200mの間に既存堰堤や明瞭な露岩等による落差的な影響がある場合は、この影響を排除したものを平均河床勾配とする。

計画堆砂勾配は、土石流発生時に土石流を確実に捕捉できる勾配である。

平常時堆砂勾配は、通常時に堰堤上流で堆砂している勾配である。

堆砂横断の方向は、原則として流心に直角とする。ただし、屈曲が著しく横断線が併合する場合には、堆砂後の仮想流心に直角とする。

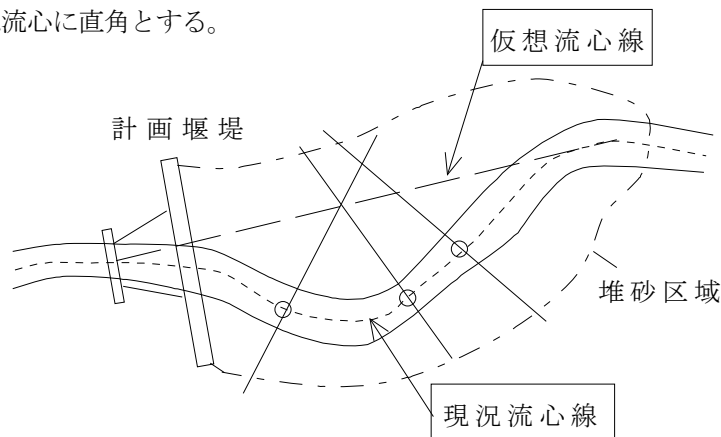


図 2-5 堆砂横断の方向

2.4.8 流木捕捉施設

土石流・流木対策計画において、流出流木に対して整備率が満たされていない場合には、流木対策施設を計画する必要がある。また、流木対策施設計画は、対象流域の既存施設の効果量を把握し、既存施設で捕捉できない流木に対して次の手法によって対策施設を計画する。

(京都府)

【運用】

(1) 計画堰堤及び既存堰堤（不透過型）の副堤に流木対策施設を設置する手法

流木の除去等が容易であるが、流木捕捉量を確保するためには、平面的な広さが必要である。また、副堤の下流に垂直壁を設け、洗掘・溪岸侵食の防止を図る必要がある。

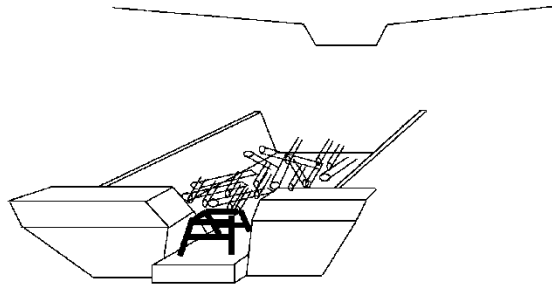


図 2-6 副堤による流木の捕捉

(2) 計画堰堤及び既存堰堤の部分透過型の嵩上げによる手法

平面的な広さが確保できず、副堤による流木捕捉の効果が期待できない場合、また、副堤の設置が困難な場合に有効な方法である。流木捕捉率が向上するため、流木捕捉量が増加する。

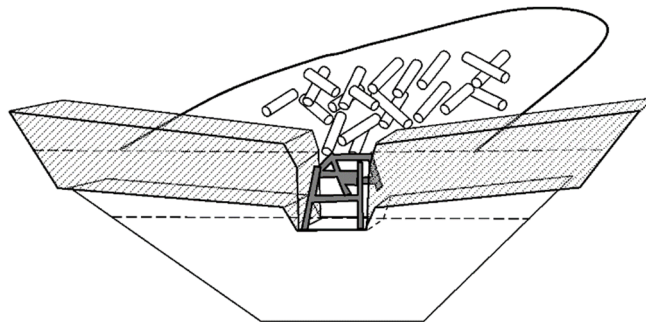


図 2-7 部分透過型堰堤の嵩上げ

(3) 透過型・部分透過型の追加及び既存堰堤の透過化・部分透過化による手法

流木捕捉量を多く見込むことが可能である。流出流木量が多い場合に適した工法であるが、流域の最下流に計画する場合は、保全対象との位置関係などに留意して計画する必要がある。

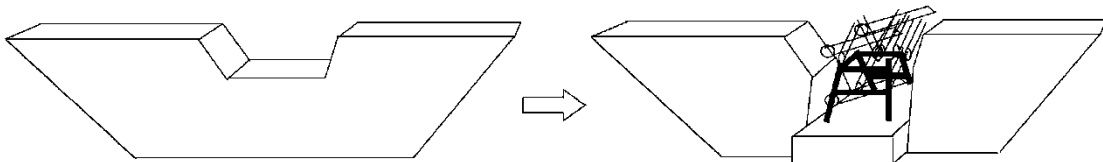


図 2-8 堰堤のスリット化

2.5 土石流・流木発生抑制工

土石流・流木発生抑制工は、土石流および土砂とともに流出する流木等の発生を抑えるための土石流・流木対策施設である。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.2)

【解説】

土石流・流木発生抑制工には、山腹における土石流・流木発生抑制工、溪床・溪岸における土石流・流木発生抑制工がある。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.2<解説>)

2.5.1 土石流・流木発生抑制山腹工

土石流・流木発生抑制山腹工は、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図る。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.2.1)

【解説】

土石流および土砂とともに流出する流木等の発生す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。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.2.1<解説>)

【運用】

土石流・流木発生抑制山腹工は、山腹において土石流・流木発生を抑制する工法であり、堰堤、階段堰堤、床固工、山腹工が考えられる。今後、新しい施設、工法が提案される可能性があるが、それらについては、室内及び現場での試験等により十分検討を加えた後採用することが望ましい。山腹工の詳細については、「第3節3.2 山腹保全工」を参照のこと。

2.5.2 溪床堆積土砂移動防止工

溪床堆積土砂移動防止工は、床固工等で溪岸の崩壊、溪床堆積土砂の移動を防止する。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.2.2)

【解説】

溪床堆積土砂の移動および溪岸の崩壊を防止するための土石流・流木対策施設で、床固工、護岸工等が考えられる。溪岸(山腹を含む)の崩壊を防止するため、溪床堆積土砂移動防止工は除石(流木の除去を含む)を原則として行わない。

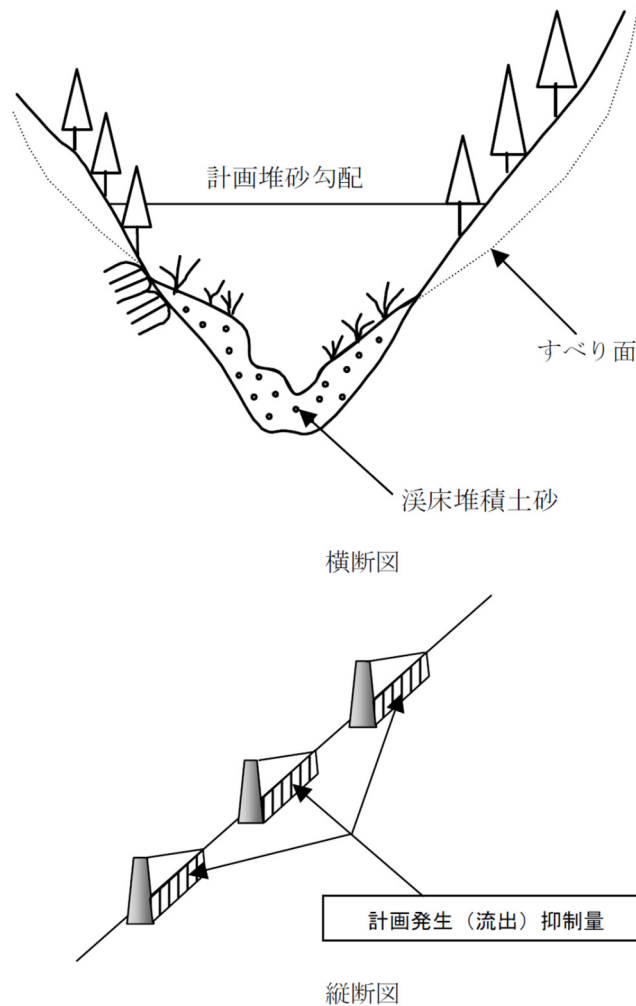


図 2-9 溪床堆積土砂移動防止工の計画で扱う土砂・流木量等のイメージ
(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.2.2<解説>)

2.6 土石流導流工

土石流導流工は、土石流を安全な場所まで導流するもので、土石流ピーク流量に対応する断面とする。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.3)

【解説】

土石流導流工は、流出土砂の粒径などを十分検討し、土石流導流工内で堆積が生じて、越流、氾濫しないように計画しなければならない。

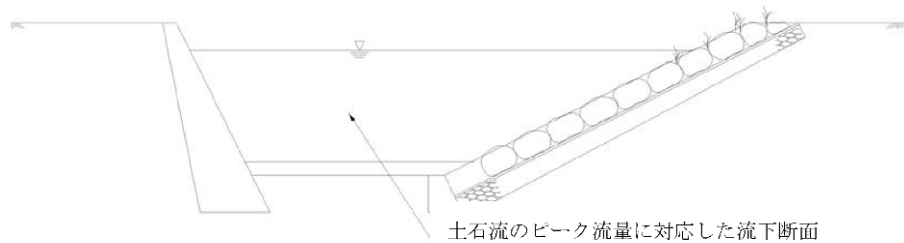


図 2-10 土石流導流工

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.3<解説>)

【運用】

土石流導流工は整備率 50%以下の場合であり、50%以上あれば流路工を実施できる。
溪流保全工(流路工)と土石流導流工は異なる。

2.7 土石流堆積工

土石流堆積工は、土石流を減勢し堆積させるための土石流・流木対策施設であり、土石流分散堆積地と土石流堆積流路とがある。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.4)

【解説】

土石流堆積工は、安全に土石流を堆積させるもので、その種類は、「土石流分散堆積地」と「土石流堆積流路」がある。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.4<解説>)

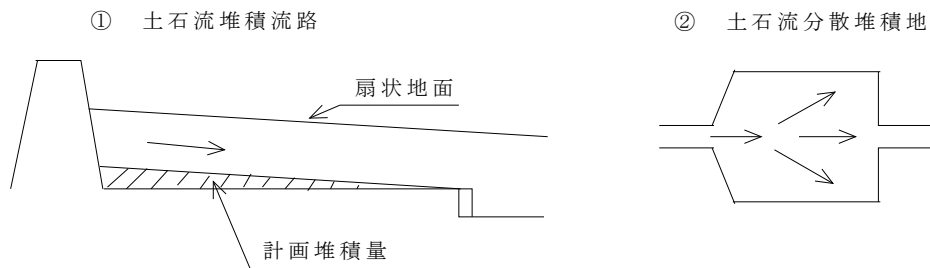


図 2-11 土石流堆積工

2.7.1 土石流分散堆積地

土石流分散堆積地は、流路を拡幅した土地の区域（拡幅部）のことで、拡幅部の上流端と下流端に砂防堰堤または床固工を配置したものである。

土石流分散堆積地は、土石流・流木処理計画上新要となる計画堆積量を堆積させることのできる空間を、流路の拡幅及び掘り込んで溪床勾配を緩くすることにより確保するものである。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節4.3.4(1)）

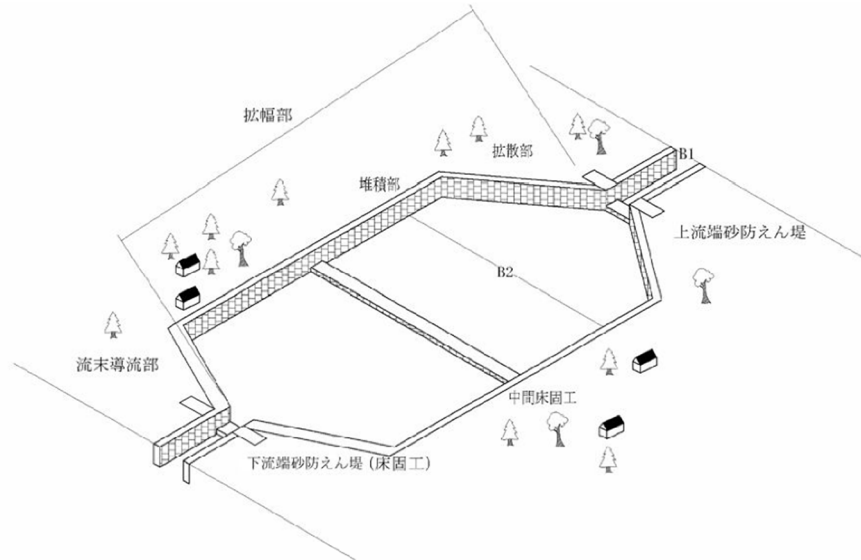


図 2-1 2 土石流分散堆積地

【運用】

土石流分散堆積地の形状は地形の特性を把握して適切な形状とする。
堆砂後の除石のため、除石方法、搬出方法を検討する。

2.7.2 土石流堆積流路

土石流堆積流路は、背後地盤において宅地が発達している等の土地利用状況や谷底平野等の地形条件により、土石流分散堆積地のように流路の拡幅が困難な場合において、流路を掘り込んで溪床勾配を緩くすることにより、土石流・流木処理計画上新要となる計画堆積量を堆積させることのできる空間を確保するものである。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第4節4.3.4(2)）

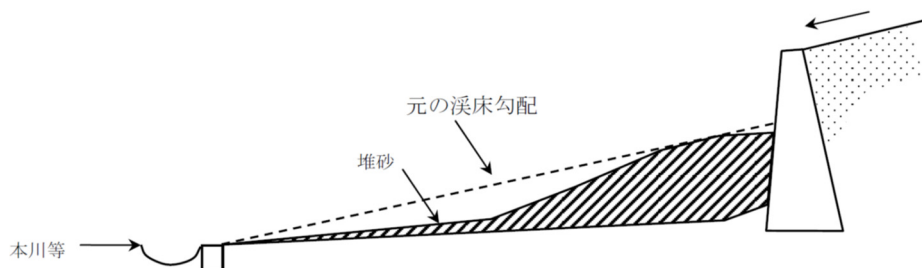


図 2-1 3 土石流堆積流路

【運用】

扇状地内の流路に積極的に土砂を堆積させる流路では、常時の流量で土砂等が堆積しない程度にまで勾配を小さくし、土砂の流出に対応してよい。

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、速やかにこれを除石する。

土石流堆積流路は下記の条件の場合に適している。

- ①土地利用から流路の拡幅が困難な場合
- ②現況河道幅が広く、土石流の堆積スペースとして利用できる場合

2.8 土石流緩衝樹林帯

土石流緩衝樹林帯は、土石流の流速を低減させて堆積させるための土石流・流木対策施設である。
 (砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.5)

【解説】

土石流緩衝樹林帯として、床固工、土石流導流堤等の土石流・流木対策施設と樹林、小規模な出水を処理する常水路、補助施設などを組み合わせて配置するものであり、土石流の堆積区間の末端部付近に配置する。

土石流緩衝樹林帯は原則として扇状地上において土石流と保全対象物の間に緩衝区間として、土石流流向制御工等を組み合わせて設ける。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.5<解説>)

【運用】

扇状地上で土石流の流向、堆積区域を樹木によって制御するとともに、土石流と保全対象物の間に緩衝区間を設ける。計画にあたっては、土石流流向制御工等を組み合わせて設けることを原則とする。

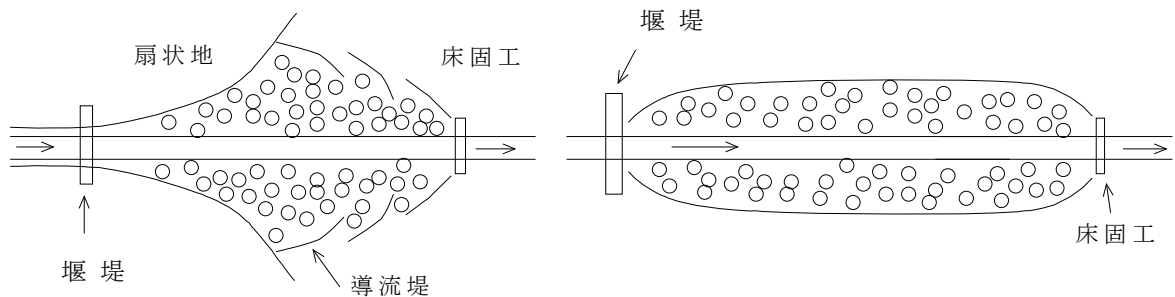


図 2-14 土石流分散樹林帯

2.9 土石流流向制御工

土石流流向制御工は、土石流の流向を制御するための土石流・流木対策施設である。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.6)

【解説】

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制御する。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第4節4.3.6<解説>)

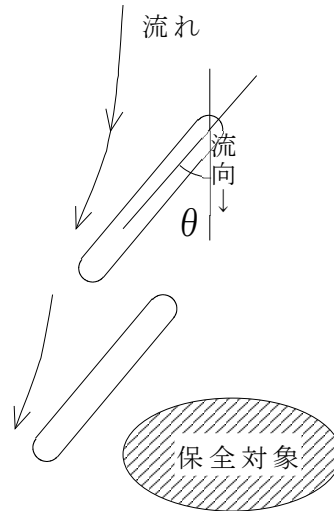


図 2-15 土石流流向制御工

2.1.0 計画諸元

2.1.0.1 土石流ピーク流量の算出方法

土石流ピーク流量は、流出土砂量に基づいて求めることを基本とする。ただし、同一流域において、実測値がある場合で別の方法を用いて土石流ピーク流量を推定できる場合は、その値を用いてよい。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4) 第2節2.6.3)

【解説】

(1) 流出土砂量に基づく土石流ピーク流量の設定

焼岳、桜島等で発生した土石流ピーク流量観測データに基づく土石流総流量とピーク流量の関係は図2-16に示すとおりである。平均的なピーク流量と土石流総流量の関係は2.2-(1)式で表される。

$$Q_{sp} = 0.01 \cdot \Sigma Q \quad \dots 2.2-(1)$$

$$\Sigma Q = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d} \quad \dots 2.2-(2)$$

ここで、 Q_{sp} ：土石流ピーク流量 (m³/s)

ΣQ ：土石流総流量 (m³)

V_{dqp} ：1波の土石流により流出すると想定される土砂量(空隙込み) (m³)

C_d ：土石流濃度

C_* ：溪床堆積土砂の容積濃度 (0.6程度)

V_{dqp} は1,000m³を下限值とする。これは、本基準(案)3.6.1(1)～(参考)小規模溪流における計画流出土砂量の取扱い～を適用する場合を除き、全ての土石流・流木対策施設の設計について適用する。

土石流濃度は下記の平衡濃度式で求めるものとする。

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)} \quad \dots 2.2-(3)$$

ここで、 σ ：礫の密度 (2,600kg/m³程度)

ρ ：水の密度 (1,200kg/m³程度)

ϕ ：溪床堆積土砂の内部摩擦角 (°) (30°～40°程度であり、一般に35°を用いてよい)

θ ：溪床勾配 (°)

土石流ピーク流量を算出する際の溪床勾配は、1波の土石流により流出すると想定される土砂量を算出しようとしている地点の現溪床勾配とし、流下区間の下流端となると考えられる地点の勾配(10°)以上とする。なお、現溪床勾配は、計画地点から概ね上流200m間の平均溪床勾配とすることを基本とし、計画施設設計前の地形より算出する。計画地点から上流200m区間が溪床勾配を代表していないと考えられる場合は、当該溪流の状況に応じて区間を設定する。

なお、計算値(C_d)が0.9 C_* より大きくなる場合は、 $C_d=0.9C_*$ とし、計算値(C_d)が0.3より小さくなる場合は $C_d=0.30$ とする。

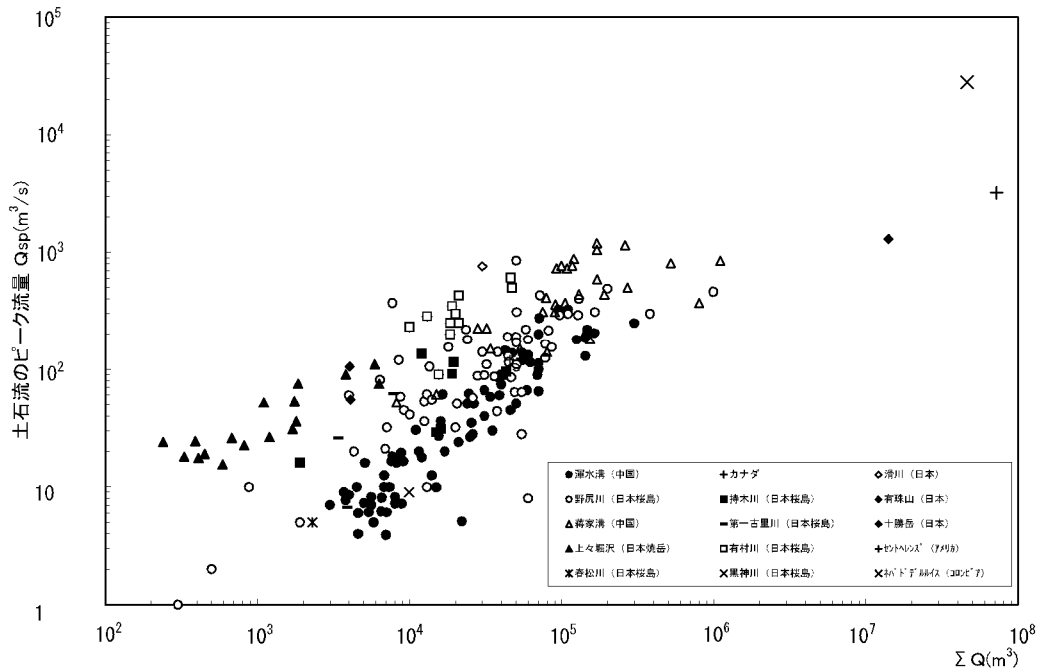


図 2-16 ピーク流量の相関¹⁾ (原著ではΣQは Q_T と標記されている)
 (砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第2節 2.6.3<解説>)

(2) 実測値に関するデータ収集のための調査

土石流ピーク流量を実績値を考慮して算出するために、土石流ピーク流量の実態について、調査する必要がある。実測により土石流のピーク流量を求める方法には、以下のような方法がある。

1) 流下痕跡からの推定

土石流の流下痕跡と流下断面が明らかな場合は、土石流の流速と水深の推定により流速を求め、ピーク流量を試算する。

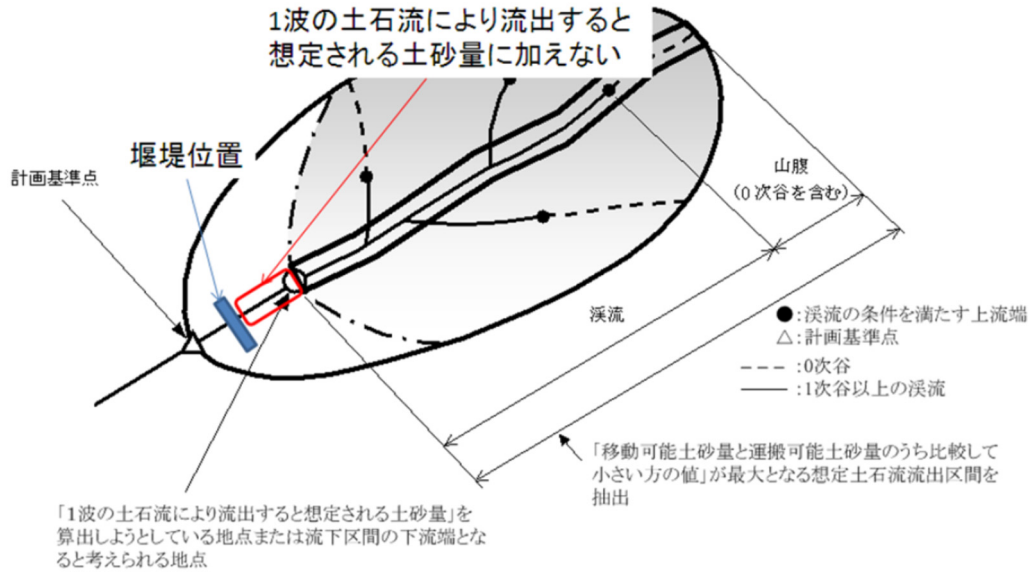
2) ビデオなどの映像解析によって求めた速度からの推定

土石流の流下状況を撮影したビデオがある場合はこれを解析し、流速を算出する。ビデオから流速を算出した地点において、現地調査を行い、流下断面を推定する。流下断面積に流速を乗ずることによってピーク流量を算出する。また、非接触型的水位計を用いて、水位を直接計測し、流下断面を推定する手法もある。

※ 1波の土石流により流出すると想定される土砂量 V_{dqp} の算出方法

これまでの災害実態調査から、全支溪から同時に土砂が流出する例は少なく、そのため土石流ピーク流量の最大値は1洪水期間に複数発生する土石流のうち、最大となる土砂量に対応したものとなる。

そこで、流出土砂量に基づく土石流ピーク流量を求める際の1波の土石流により流出すると想定される土砂量 V_{dqp} は、施設の計画地点または土石流流下区間の下流端と考えられる地点より上流の範囲において、土石流・流木対策施設のない状態を想定して、溪流長、侵食可能断面積を総合的に判断して最も土砂量の多くなる「想定土石流流出区間」を設定し、この区間内における移動可能土砂量と運搬可能土砂量のうち、比較して小さい方の値とすることを基本とする。なお、 V_{dqp} を算出する土石流流出区間の下流端となる地点と、計画流出土砂量を算出する区間の下流端となる地点は異なる。



(砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第2節 2.6.3<解説>)
 (砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) および土石流・流木対策設計技術指針の一部変更と留意事項について 平成25年3月29日 2-⑥)

(参考) 降雨量に基づく土石流ピーク流量の算出

土石流の発生過程には、①溪床積物が流水により強く侵食されて土石流になる、②山腹崩壊土砂がそのまま土石流になる、③山腹崩壊土砂が流れをせき止めて天然ダムを形成し、それが決壊して土石流になる、等が考えられる。降雨量に基づく算出方法は①の場合の土石流ピーク流量を求めるものである。土石流ピーク流量の算出方法を手順に従い示す。なお、2.2-(1)式(経験式)および後述の2.2-(5)式(理論式)で求めた土石流ピーク流量の大きさの関係は、流域面積、降雨量、流出土砂量によって変わる。計画流出土砂量の比流出土砂量が $100,000\text{m}^3/\text{km}^2$ で、24時間雨量又は日雨量 $P_p=260$ (mm)の場合は、流域面積 1km^2 以下では理論式の値は経験式の値に比較して小さな値を与える。

土石流ピーク流量は下記より求める。

$$Q_{sp} = K_q \cdot Q_p \quad \dots 2.2-(4)$$

ここで、 Q_{sp} : 土石流ピーク流量 (m^3/s)

Q_p : 計画規模の年超過確率の降雨量に対する清水の対象流量 (m^3/s)

K_q : 係数

土石流ピーク流量 Q_{sp} (m^3/s) は、水のみ対象流量 Q_p (m^3/s) との間に、

$$Q_{sp} = \frac{C_*}{C_* - C_d} \cdot Q_p \quad \dots 2.2-(5)$$

の関係があるとして求める²⁾。

(土石流ピーク流量の算出例)

$\sigma = 2600$ (kg/m^3)、 $\rho = 1200$ (kg/m^3)、 $\phi = 35^\circ$ 、 $\tan \theta = 1/6$ の場合、2.2-(3)式より $C_d \doteq 0.27$ となり 0.3 より小さくなるので $C_d = 0.30$ とし、2.2-(5)式より $Q_{sp} = 2Q_p$ となる。

■ 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説 国総研資料第904号 Q&A/No.17

質問: 土石流ピーク流量の算出に用いる流出土砂量は、計画流出土砂量を指しているのでしょうか?

回答: いいえ。土石流ピーク流量を求める際の1波の土石流により流出すると想定される土砂量を指しております。

■ 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説 国総研資料第904号 Q&A/No.18

質問: 計画堰堤位置の溪床勾配が堆積区間にあつたとしても、1波の土石流により流出すると想定される土砂量 (V_{dqp}) を算出する区間は溪床勾配 10° 以上の区間に設定するのでしょうか?

回答: はい。溪床勾配 10° 以上の区間を対象に算出して下さい。

■ 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説 国総研資料第904号 Q&A/No.19

質問: 「1波の土石流により流出すると想定される土砂量 V_{dqp} 」が $1,000\text{m}^3$ 以下となった場合、 $1,000\text{m}^3$ とするのでしょうか?

回答: はい。

■ 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説 国総研資料第904号 Q&A/No.20

質問: 計画基準点より上流の補助基準点における流出土砂量が $1,000$ m^3 未満の場合、補助基準点に $1,000$ m^3 未満の効果量の堰堤を計画しても良いですか。その場合、1波の V_{dqp} も $1,000$ m^3 未満で良いのでしょうか?

回答: 補助基準点における流出土砂量が $1,000$ m^3 以下の場合、補助基準点 $1,000$ m^3 以下の効果量の堰堤を計画しても良いです。ただし、その場合においては、1波の土石流により流出すると想定される土砂量 V_{dqp} は、 $1,000$ m^3 として下さい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.21

質問：現溪床勾配 θ_0 は「計画地点から概ね上流200m間の平均溪床勾配」と考えていますが、改定された指針でも同様と考えて良いのでしょうか？

回答：はい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.22

質問：溪流長が短い溪流での現溪床勾配の設定はどのようにすればよろしいでしょうか？

回答：計画地点から、概ね上流200m間の平均溪床勾配を基本と考えますが、きわめて溪流規模が小さい等、計画地点から上流200m区間が溪床勾配を代表していないと考えられる場合は、200mより短い区間を設定するなど、当該溪流の状況に応じて、設定ください。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.23

質問：水の密度、礫の密度、重力加速度の有効数字はどのように決定すべきですか？

回答：各都道府県・地方整備局の運用に合わせて下さい。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.24

質問：「1波の土石流により流出すると想定される土砂量 V_{dqp} 」の算出に際して、「土石流・流木対策施設のない状態を想定して」となっていますが、具体的にはどのようにするのでしょうか？

回答：上流に砂防設備等の人工構造物が存在する場合、その人工構造物が有する計画捕捉量・計画堆積量・計画発生（流出）抑制量に相当する土砂量を、想定土石流流出区間内の移動可能土砂量から差し引かないということになります。

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.25

質問：参考として「降雨量に基づく土石流ピーク流量の算出」方法が記載されていますが、今後もその手法を用いても良いのでしょうか？

回答：いいえ。新規の設計には用いないでください。過去の指針に従って設計した堰堤には、理論式を用いて土石流ピーク流量を算出しているものもあるため、算出方法を記載しています。

【参考資料】

- 1) 水山高久(1990)：土石流ピーク流量の経験的な予測、文部省科学研究費重点領域研究、「自然と災害の予測と防災力」研究成果、土石流の発生及び規模の予測に関する研究、文部省科学研究費 重点領域研究「自然災害の予測と防災力」研究成果、p.54
- 2) 芦田和男、高橋保、沢田豊明(1976)：山地流域における出水と土砂流出、京大防災研年報 19-B、p.345

2.10.2 清水の対象流量の算出方法

清水の対象流量は合理式により算出する。

(砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第2節2.6.4)

【解説】

(1) 洪水到達時間

洪水到達時間は原則として、次式で求める¹⁾。

$$T_f = K_{p1} \cdot A^{0.22} \cdot P_e^{-0.35} \quad \dots 2.2-(6)$$

ここで、 T_f ：洪水到達時間 (分)

A ：流域面積(km²)

P_e ：有効降雨強度(mm/h)

K_{p1} ：係数で 120 (※：下記運用参照)

(2) 平均降雨強度

洪水到達時間内の降雨強度は、次式のように 24 時間雨量から求める (物部式)。

$$P_a = \frac{P_{24}}{24} \left(\frac{T_f}{24} \right)^{K_{p2}} \quad \dots 2.2-(7)$$

ここで、 P_a ：洪水到達時間内の平均降雨強度(mm/h)

P_{24} ：24 時間雨量 (P_{24} が得られない場合は、日雨量 (P_{day}) としてよい ($P_{24} \doteq P_{\text{day}}$))

K_{p2} ：定数 ($K_{p2} = -1/2$)

(3) 有効降雨強度

有効降雨強度は、次式により求める。

$$P_e = K_{f1} \cdot P_a \quad \dots 2.2-(8)$$

ここで、 K_{f1} ：ピーク流出係数

$K_{p2} = -1/2$ とすると、 T_f 、 P_a の式から有効降雨強度は以下の式になる。

$$P_e = \left(\frac{P_{24}}{24} \right)^{1.21} \cdot \left(\frac{24 \cdot K_{f1}^2}{\frac{K_{p1}}{60} \cdot A^{0.22}} \right)^{0.606} \quad \dots 2.2-(9)$$

(4) 清水の対象流量

降雨による清水の対象流量は次式のように合理式で求める。

$$Q_p = \frac{1}{3.6} \cdot K_{f1} \cdot P_a \cdot A = \frac{1}{3.6} \cdot P_e \cdot A \quad \dots 2.2-(10)$$

(砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第2節 2.6.4<解説>)

【参考資料】

- 1) 水山高久、瀬尾克美(1984)：山地小流域の洪水到達時間及び短時間降雨強度と継続時間の関係、砂防学会誌、Vol.37、No.3、p.20 及びその修正砂防学会誌、Vol.39、No.1、p.16

■ 砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.26

質問：過去の記録や検討等に基づいて作成した降雨強度式がある場合でも、平均降雨強度は物部式に基づいて算出しなければならないのでしょうか？

回答：いいえ。過去の記録や検討等、採用した式を合理的に説明できる場合はその式を採用しても差し支えありません。本件が技術指針解説の総説3にある「所期の目的を十分に達成するより適切な手法が存在する場合はその採用を妨げるものではない。」に該当するためです。

【運用】

(1) 有効降雨強度、洪水到達時間

本府では、原則として角屋式と降雨強度式の両方が満足する有効降雨強度と洪水到達時間を算出する。

$$\text{(角屋式)} \quad T = C \cdot A^{0.22} \cdot r_e^{-0.35} \quad \dots \text{2.2-(11)}$$

$$\text{(京都降雨強度式)} \quad r_e = \frac{2040.236}{T^{2/3} + 8.443} \cdot f \quad \dots \text{2.2-(12)}$$

$$\text{(丹後降雨強度式)} \quad r_e = \frac{422.56}{T^{0.49} - 0.4218} \cdot f \quad \dots \text{2.2-(13)}$$

ここで、 r_e ：有効降雨強度 (mm/hr)

T ：洪水到達時間 (min)

C ：係数 (表 2-2)

A ：流域面積 (km²)

表 2-2 係数 (C)

流域面積 A (km ²)	係数 (C)
$A \leq 2.0$	120
$2.0 < A \leq 10.0$	$120 \left(\frac{A}{2} \right)^{1/4}$
$10.0 < A$	180

(2) 流出係数

「第3節3.8.1 流出係数」参照。

表 2-3 流域面積・流出係数別有効降雨強度早見表 (京都降雨強度)

流域面積 (km ²)	有効降雨強度 (mm/hr) r×f					流域面積 (km ²)	有効降雨強度 (mm/hr) r×f				
	流出係数 f						流出係数 f				
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90		0.70	0.75	0.80	0.85	0.90
A						A					
0.01	113.8	122.7	131.5	140.4	149.4	0.51	88.2	95.3	102.5	109.7	117.0
0.02	109.7	118.2	126.8	135.4	144.1	0.52	88.1	95.2	102.3	109.5	116.8
0.03	107.1	115.5	124.0	132.4	140.9	0.53	87.9	95.0	102.2	109.4	116.6
0.04	105.3	113.6	121.9	130.3	138.6	0.54	87.8	94.9	102.0	109.2	116.5
0.05	103.9	112.0	120.3	128.5	136.8	0.55	87.7	94.8	101.9	109.1	116.3
0.06	102.7	110.8	118.9	127.1	135.3	0.56	87.5	94.6	101.7	108.9	116.1
0.07	101.7	109.7	117.8	125.9	134.1	0.57	87.4	94.5	101.6	108.8	116.0
0.08	100.8	108.8	116.8	124.9	133.0	0.58	87.3	94.4	101.5	108.6	115.8
0.09	100.0	107.9	115.9	123.9	132.0	0.59	87.2	94.2	101.3	108.5	115.7
0.10	99.3	107.2	115.1	123.1	131.1	0.60	87.1	94.1	101.2	108.3	115.5
0.11	98.7	106.5	114.4	122.3	130.3	0.61	86.9	94.0	101.1	108.2	115.4
0.12	98.1	105.9	113.7	121.6	129.6	0.62	86.8	93.9	100.9	108.1	115.2
0.13	97.6	105.3	113.1	121.0	128.9	0.63	86.7	93.7	100.8	107.9	115.1
0.14	97.1	104.8	112.6	120.4	128.2	0.64	86.6	93.6	100.7	107.8	114.9
0.15	96.6	104.3	112.0	119.8	127.7	0.65	86.5	93.5	100.6	107.7	114.8
0.16	96.2	103.8	111.5	119.3	127.1	0.66	86.4	93.4	100.4	107.5	114.7
0.17	95.8	103.4	111.1	118.8	126.6	0.67	86.3	93.3	100.3	107.4	114.5
0.18	95.4	103.0	110.6	118.3	126.1	0.68	86.2	93.2	100.2	107.3	114.4
0.19	95.0	102.6	110.2	117.9	125.6	0.69	86.1	93.1	100.1	107.2	114.3
0.20	94.7	102.2	109.8	117.5	125.2	0.70	86.0	92.9	100.0	107.0	114.1
0.21	94.3	101.9	109.4	117.1	124.8	0.71	85.9	92.8	99.9	106.9	114.0
0.22	94.0	101.5	109.1	116.7	124.4	0.72	85.8	92.7	99.7	106.8	113.9
0.23	93.7	101.2	108.7	116.3	124.0	0.73	85.7	92.6	99.6	106.7	113.8
0.24	93.4	100.9	108.4	116.0	123.6	0.74	85.6	92.5	99.5	106.6	113.6
0.25	93.1	100.6	108.1	115.6	123.2	0.75	85.5	92.4	99.4	106.4	113.5
0.26	92.9	100.3	107.8	115.3	122.9	0.76	85.4	92.3	99.3	106.3	113.4
0.27	92.6	100.0	107.5	115.0	122.6	0.77	85.3	92.2	99.2	106.2	113.3
0.28	92.4	99.8	107.2	114.7	122.3	0.78	85.2	92.1	99.1	106.1	113.2
0.29	92.1	99.5	106.9	114.4	121.9	0.79	85.1	92.0	99.0	106.0	113.1
0.30	91.9	99.2	106.7	114.1	121.6	0.80	85.0	91.9	98.9	105.9	112.9
0.31	91.6	99.0	106.4	113.9	121.4	0.81	85.0	91.9	98.8	105.8	112.8
0.32	91.4	98.8	106.2	113.6	121.1	0.82	84.9	91.8	98.7	105.7	112.7
0.33	91.2	98.5	105.9	113.3	120.8	0.83	84.8	91.7	98.6	105.6	112.6
0.34	91.0	98.3	105.7	113.1	120.6	0.84	84.7	91.6	98.5	105.5	112.5
0.35	90.8	98.1	105.5	112.9	120.3	0.85	84.6	91.5	98.4	105.4	112.4
0.36	90.6	97.9	105.2	112.6	120.0	0.86	84.5	91.4	98.3	105.3	112.3
0.37	90.4	97.7	105.0	112.4	119.8	0.87	84.5	91.3	98.2	105.2	112.2
0.38	90.2	97.5	104.8	112.2	119.6	0.88	84.4	91.2	98.1	105.1	112.1
0.39	90.1	97.3	104.6	112.0	119.3	0.89	84.3	91.1	98.0	105.0	112.0
0.40	89.9	97.1	104.4	111.7	119.1	0.90	84.2	91.1	98.0	104.9	111.9
0.41	89.7	96.9	104.2	111.5	118.9	0.91	84.1	91.0	97.9	104.8	111.8
0.42	89.5	96.8	104.0	111.3	118.7	0.92	84.1	90.9	97.8	104.7	111.7
0.43	89.4	96.6	103.8	111.1	118.5	0.93	84.0	90.8	97.7	104.6	111.6
0.44	89.2	96.4	103.7	110.9	118.3	0.94	83.9	90.7	97.6	104.5	111.5
0.45	89.1	96.2	103.5	110.8	118.1	0.95	83.8	90.7	97.5	104.4	111.4
0.46	88.9	96.1	103.3	110.6	117.9	0.96	83.8	90.6	97.4	104.4	111.3
0.47	88.8	95.9	103.1	110.4	117.7	0.97	83.7	90.5	97.4	104.3	111.2
0.48	88.6	95.8	103.0	110.2	117.5	0.98	83.6	90.4	97.3	104.2	111.1
0.49	88.5	95.6	102.8	110.0	117.3	0.99	83.6	90.3	97.2	104.1	111.0
0.50	88.3	95.5	102.6	109.9	117.1	1.00	83.5	90.3	97.1	104.0	110.9

表 2-4 流域面積・流出係数別有効降雨強度早見表 (丹後降雨強度)

流域面積 (km ²)	有効降雨強度 (mm/hr) r×f					流域面積 (km ²)	有効降雨強度 (mm/hr) r×f				
	流出係数 f						流出係数 f				
	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90		0.70	0.75	0.80	0.85	0.90
A						A					
0.01	125.7	137.1	148.7	160.4	172.4	0.51	69.2	75.4	81.6	87.9	94.4
0.02	112.7	122.9	133.2	143.7	154.3	0.52	69.0	75.1	81.4	87.7	94.1
0.03	105.8	115.3	125.0	134.8	144.8	0.53	68.8	74.9	81.1	87.4	93.8
0.04	101.2	110.3	119.6	128.9	138.5	0.54	68.6	74.7	80.9	87.2	93.6
0.05	97.8	106.6	115.5	124.6	133.8	0.55	68.5	74.5	80.7	87.0	93.3
0.06	95.2	103.7	112.3	121.1	130.1	0.56	68.3	74.3	80.5	86.7	93.1
0.07	93.0	101.3	109.7	118.3	127.0	0.57	68.1	74.1	80.3	86.5	92.8
0.08	91.1	99.2	107.5	115.9	124.5	0.58	67.9	74.0	80.1	86.3	92.6
0.09	89.5	97.5	105.6	113.9	122.3	0.59	67.8	73.8	79.9	86.1	92.4
0.10	88.1	96.0	104.0	112.1	120.3	0.60	67.6	73.6	79.7	85.9	92.1
0.11	86.8	94.6	102.5	110.5	118.6	0.61	67.4	73.4	79.5	85.7	91.9
0.12	85.7	93.4	101.1	109.0	117.0	0.62	67.3	73.2	79.3	85.4	91.7
0.13	84.7	92.2	99.9	107.7	115.6	0.63	67.1	73.1	79.1	85.2	91.5
0.14	83.8	91.2	98.8	106.5	114.3	0.64	67.0	72.9	78.9	85.1	91.3
0.15	82.9	90.3	97.8	105.4	113.2	0.65	66.8	72.7	78.8	84.9	91.1
0.16	82.1	89.4	96.9	104.4	112.1	0.66	66.7	72.6	78.6	84.7	90.9
0.17	81.4	88.6	96.0	103.5	111.1	0.67	66.5	72.4	78.4	84.5	90.7
0.18	80.7	87.9	95.2	102.6	110.1	0.68	66.4	72.3	78.2	84.3	90.5
0.19	80.0	87.2	94.4	101.8	109.2	0.69	66.2	72.1	78.1	84.1	90.3
0.20	79.4	86.5	93.7	101.0	108.4	0.70	66.1	72.0	77.9	83.9	90.1
0.21	78.9	85.9	93.0	100.3	107.6	0.71	66.0	71.8	77.7	83.8	89.9
0.22	78.3	85.3	92.4	99.6	106.9	0.72	65.8	71.7	77.6	83.6	89.7
0.23	77.8	84.7	91.8	98.9	106.2	0.73	65.7	71.5	77.4	83.4	89.5
0.24	77.3	84.2	91.2	98.3	105.5	0.74	65.6	71.4	77.3	83.3	89.3
0.25	76.8	83.7	90.6	97.7	104.8	0.75	65.4	71.2	77.1	83.1	89.2
0.26	76.4	83.2	90.1	97.1	104.2	0.76	65.3	71.1	77.0	82.9	89.0
0.27	76.0	82.7	89.6	96.6	103.6	0.77	65.2	71.0	76.8	82.8	88.8
0.28	75.6	82.3	89.1	96.1	103.1	0.78	65.1	70.8	76.7	82.6	88.7
0.29	75.2	81.9	88.7	95.6	102.6	0.79	64.9	70.7	76.5	82.5	88.5
0.30	74.8	81.5	88.2	95.1	102.0	0.80	64.8	70.6	76.4	82.3	88.3
0.31	74.4	81.1	87.8	94.6	101.5	0.81	64.7	70.4	76.3	82.2	88.2
0.32	74.1	80.7	87.4	94.2	101.1	0.82	64.6	70.3	76.1	82.0	88.0
0.33	73.8	80.3	87.0	93.7	100.6	0.83	64.5	70.2	76.0	81.9	87.9
0.34	73.4	80.0	86.6	93.3	100.2	0.84	64.4	70.1	75.9	81.7	87.7
0.35	73.1	79.6	86.2	92.9	99.7	0.85	64.3	70.0	75.7	81.6	87.6
0.36	72.8	79.3	85.9	92.6	99.3	0.86	64.2	69.8	75.6	81.5	87.4
0.37	72.5	79.0	85.5	92.2	98.9	0.87	64.0	69.7	75.5	81.3	87.3
0.38	72.3	78.7	85.2	91.8	98.5	0.88	63.9	69.6	75.4	81.2	87.1
0.39	72.0	78.4	84.9	91.5	98.2	0.89	63.8	69.5	75.2	81.1	87.0
0.40	71.7	78.1	84.6	91.1	97.8	0.90	63.7	69.4	75.1	80.9	86.8
0.41	71.5	77.8	84.2	90.8	97.4	0.91	63.6	69.3	75.0	80.8	86.7
0.42	71.2	77.5	84.0	90.5	97.1	0.92	63.5	69.2	74.9	80.7	86.6
0.43	71.0	77.3	83.7	90.2	96.8	0.93	63.4	69.0	74.8	80.5	86.4
0.44	70.7	77.0	83.4	89.9	96.4	0.94	63.3	68.9	74.6	80.4	86.3
0.45	70.5	76.7	83.1	89.6	96.1	0.95	63.2	68.8	74.5	80.3	86.2
0.46	70.3	76.5	82.8	89.3	95.8	0.96	63.1	68.7	74.4	80.2	86.0
0.47	70.0	76.3	82.6	89.0	95.5	0.97	63.0	68.6	74.3	80.1	85.9
0.48	69.8	76.0	82.3	88.7	95.2	0.98	62.9	68.5	74.2	79.9	85.8
0.49	69.6	75.8	82.1	88.4	94.9	0.99	62.9	68.4	74.1	79.8	85.6
0.50	69.4	75.6	81.8	88.2	94.6	1.00	62.8	68.3	74.0	79.7	85.5

2.10.3 土石流の流速と水深の算出方法

土石流の流速と水深は、理論式、経験式、実測値等により推定する。

(砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(H28.4)第2節2.6.5)

【解説】

(1) 土石流ピーク流量に基づく土石流の流速・水深の設定

土石流の流速 U (m/s) は、焼岳、滑川、桜島の観測資料を整理した結果では、次の Manning 型の式で表すことができると報告されている¹⁾。

$$U = \frac{1}{K_n} D_r^{2/3} (\sin \theta)^{1/2} \quad \dots 2.2-(14)$$

ここで、 D_r : 土石流の径深 (m) (ここでは $D_r \doteq D_d$ (土石流の水深) とする)

θ : 溪床勾配 (°)

K_n : 粗度係数 ($s \cdot m^{-1/3}$)

ただし、溪床勾配 (θ) は表 2-5 に基づき設定する。粗度係数 (K_n) の値は清水の場合よりかなり大きく、自然河道ではフロント部で 0.10 をとる。なお、土石流の流速および水深は、フロント部について求めるものとする。

土石流の水深 D_d (m) は、流れの幅 B_{da} (m) と土石流ピーク Q_{sp} (m^3/s) より、2.2-(14)式、2.2-(15)式、2.2-(16)式を連立させて求められる。

$$Q_{sp} = U \cdot A_d \quad \dots 2.2-(15)$$

ここで、 A_d : 土石流ピーク流量の流下断面積 (m^2)

なお、一般に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た土石流はピーク流量を流しうる断面一杯に流れると考えられるので、土石流の流下断面は図 2-18 の斜線部とする。流れの幅 B_{da} (m) は図 2-18 に示す通りとし、土石流の水深 D_d (m) は次式で近似した値を用いる。

$$D_d = \frac{A_d}{B_{da}} \quad \dots 2.2-(16)$$

土石流の流速、水深の算出にあたっては、当該堰堤の位置から堆砂上流末端または土石流発生区間の下端までの区間で、任意に 3~5 箇所を抽出し、各断面を台形に近似した上で、3~5 箇所の断面の平均断面を用いる。ただし、断面形状が明らかに異なり、平均断面を用いることにより、堰堤の安定性の検討上、土石流の外力を過少評価するおそれがある場合は、過小評価とならないように留意する。また、当該堰堤の位置から堆砂上流末端までの区間に比べて、堆砂上流末端より上流の区間の断面形状が著しく異なり、土石流の外力を過小評価するおそれがある場合についても、過小評価とならないように留意する。

(2) 実測値に関するデータ収集のための調査

土石流の流速の実績値を求める方法には、以下のような方法がある。

1) ビデオなどの映像解析により算出する手法

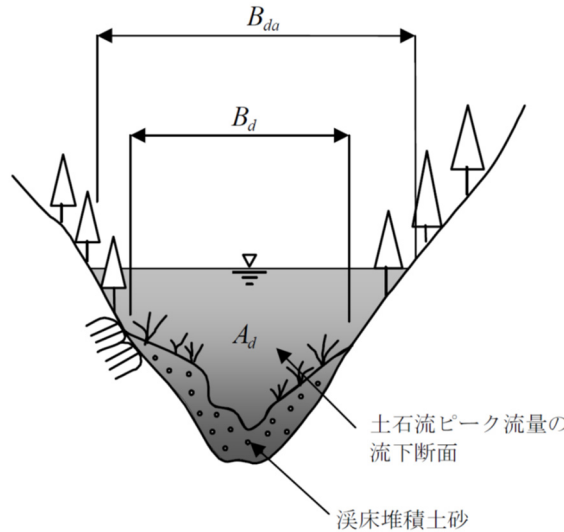
土石流の流下状況を撮影したビデオがある場合はこれを解析し、流速を算出することができる。

2) 湾曲部の流下痕跡からの推定する手法

土石流が溪流の湾曲部に偏流し、その場合の偏流高が現地でも調査できる場合は、土石流導流工の湾曲部の設計方法に基づき、土石流の流速を求めることができる^{2,3)}。

表 2-5 溪床勾配 θ の使い分け

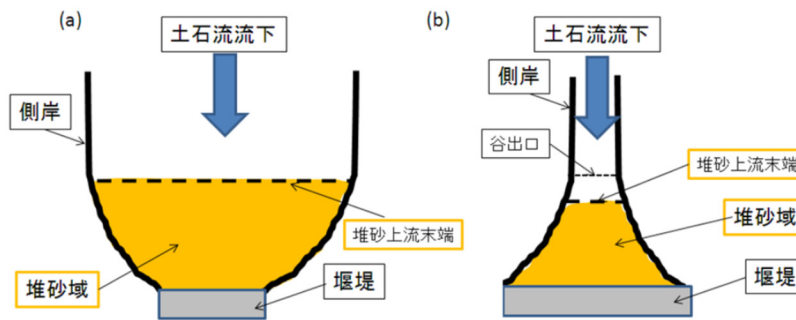
項目	渓床勾配
本体及び袖部の安定計算と構造計算を行う際の設計外力を算出する場合の 土石流濃度 (C _d) 土石流の流速 (U) 土石流の水深 (D _a)	現渓床勾配 (θ _o)
土石流ピーク流量を通過させるための砂防堰堤の水通し断面を決定する場合の越流水深	計画堆砂勾配 (θ _p)



※ B_d: 土石流発生時に侵食が予想される平均渓床幅

図 2-18 土石流の流下断面と流れの幅B_{da}のイメージ

(砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説(H28.4) 第2節 2.6.5<解説>)



堰堤から堆砂上流末端までの断面形状が明らかに異なり、平均断面を用いることにより、堰堤の安定性の検討上、土石流の外力を過小評価するおそれがある場合のイメージ(上から見た図)

堆砂上流末端までの区間に比べて、堆砂上流末端より上流の区間の断面形状が著しく異なり、土石流の外力を過小評価するおそれがある場合のイメージ(上から見た図)

図 2-19 土石流の外力を過小評価するおそれがある場合のイメージ図

(砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) および土石流・流木対策設計技術指針の一部変更と留意事項について 平成 25 年 3 月 29 日 1-②)

【参考文献】

- 1) 水山高久、上原信司 (1984) : 土石流の水深と流速の観測結果の検討、砂防学会

(2) STEP 1 水位と流下断面積の関係

図-3のように座標軸を設定すると、水位 y における流下断面積 $A(y)$ は式(1)のようになる (図-4)。

$$A(y) = \begin{cases} 2y^2 & (0 \leq y < 1) \\ 1.5y^2 + y - 0.5 & (1 \leq y < 3) \\ y^2 + 4y - 5 & (3 \leq y < 4) \\ 0.75y^2 + 6y - 9 & (4 \leq y \leq 6) \end{cases} \quad \dots(1)$$

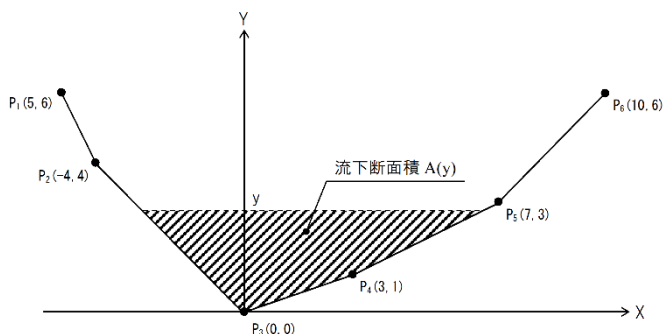


図-3 座標系の設定

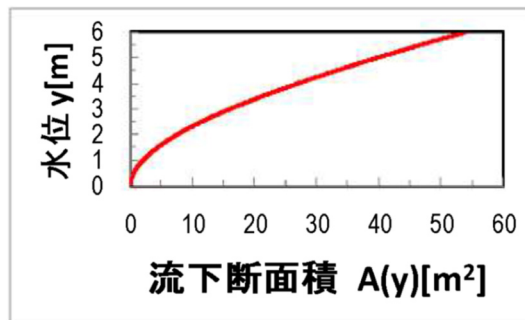


図-4 水位と流下断面積

(3) STEP 2 水位と流れの幅の関係

図-5のように座標軸を設定すると、水位 y における流れの幅 $B(y)$ は式(2)のようになる (図-6)。

$$B(y) = \begin{cases} 4y & (0 \leq y < 1) \\ 3y + 1 & (1 \leq y < 3) \\ 2y + 4 & (3 \leq y < 4) \\ 1.5y + 6 & (4 \leq y \leq 6) \end{cases} \quad \dots(2)$$

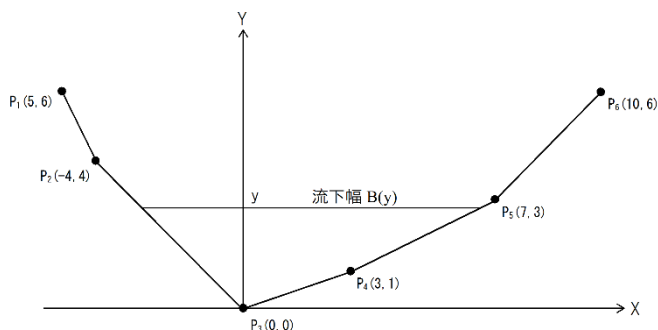


図-5 座標系の設定

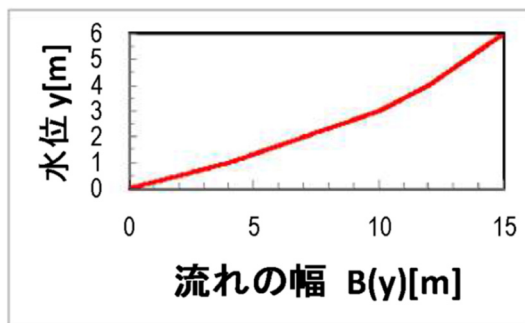


図-6 水位と流れの幅

(4) STEP 3 水位と水深の関係

水位 y における水深 $D(y)$ には砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 2.6.5 及びSTEP 2 までの検討結果から式(3)となる (図-7)。

$$D(y) = \frac{A(y)}{B(y)}$$

$$= \begin{cases} 0.5y & (0 \leq y < 1) \\ \frac{1.5y^2 + y - 0.5}{3y + 1} & (1 \leq y < 3) \\ \frac{y^2 + 4y - 5}{2y + 4} & (3 \leq y < 4) \\ \frac{0.75y^2 + 6y - 9}{1.5y + 6} & (4 \leq y \leq 6) \end{cases} \quad \dots(3)$$

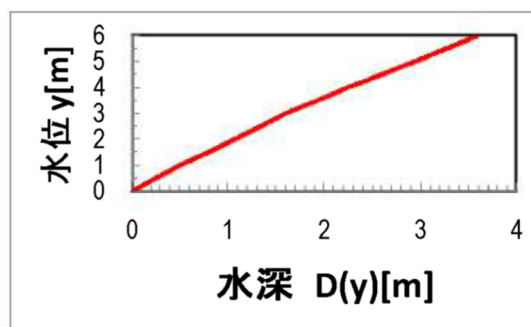


図-7 水位と水深

(4) 水位と流量の関係

水位 y における流量 $Q(y)$ は砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）2.6.5 及びSTEP3 までの検討結果から式(4)となる（図-8）。

$$Q(y) = A(y) \cdot \left\{ \frac{1}{n} \cdot (D(y))^{2/3} \cdot (\sin \theta)^{1/2} \right\}$$

$$= \begin{cases} 2y^2 \cdot \left\{ \frac{1}{0.10} (0.5y)^{2/3} (\sin 9^\circ)^{1/2} \right\} & (0 \leq y < 1) \\ (1.5y^2 + y - 0.5) \cdot \left\{ \frac{1}{0.10} \left(\frac{1.5y^2 + y - 0.5}{3y + 1} \right)^{2/3} (\sin 9^\circ)^{1/2} \right\} & (1 \leq y < 3) \\ (y^2 + 4y - 5) \cdot \left\{ \frac{1}{0.10} \left(\frac{y^2 + 4y - 5}{2y + 4} \right)^{2/3} (\sin 9^\circ)^{1/2} \right\} & (3 \leq y < 4) \\ (0.75y^2 + 6y - 9) \cdot \left\{ \frac{1}{0.10} \left(\frac{0.75y^2 + 6y - 9}{1.5y + 6} \right)^{2/3} (\sin 9^\circ)^{1/2} \right\} & (4 \leq y < 6) \end{cases} \quad \dots(4)$$

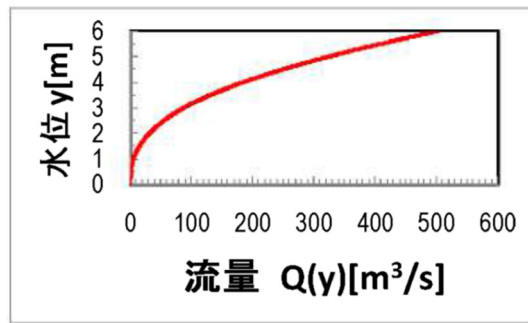


図-8 水位と流量

(5) STEP5 土石流の水深・流速の算出結果

図-8より、 $Q=200\text{m}^3/\text{s}$ となる水位は $y=4.14\text{m}$ であることが分かる。

図-7より、土石流の水深 D_a は次のようになる。

$$D_a = D(4.14) = 2.35[\text{m}]$$

土石流の流速 U は次のようになる。

$$U = \frac{1}{0.10} \times 2.35^{2/3} \times (\sin 9^\circ)^{1/2} = 6.99 [\text{m/s}]$$

（■砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.29）

2.10.4 土石流の単位体積重量の算出方法

土石流の単位体積重量は、実測値、経験、理論的研究等により推定する。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.6.6)

【解説】

土石流の単位体積重量 γ_d (kN/m³) は、2.2-(17)式で求められる。

$$\gamma_d = \{\sigma \cdot C_d + \rho \cdot (1 - C_d)\}g \quad \dots 2.2-(17)$$

ここで、 g : 重力加速度 (9.81m/s²)

なお、 γ_d の単位がkN/m³であることに注意する。 C_d は、2.2-(3)式により求める。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.6.6<解説>)

(参考) 土石流の単位体積重量の実測事例

土石流の単位体積重量把握に関する観測として、水位計、荷重計などを用いる手法¹⁾があり、観測データが蓄積されつつある。

【参考文献】

- 1) 大坂剛、高橋英一、國友優、山越隆雄、能和幸範、木佐洋志、石塚忠範、宇都宮玲、横山康二、水山高久 (2013) : 桜島における土石流荷重計による単位体積重量測定、砂防学会誌、Vol.65、No.6、p.46-50

2.10.5 土石流流体力の算出方法

土石流流体力は、土石流の流速、水深、単位体積重量を用いて推定する。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.6.7)

【解説】

土石流流体力は、次式で求める。

$$F = K_h \cdot \frac{\gamma_d}{g} \cdot D_d \cdot U^2 \quad \dots 2.2-(18)$$

ここで、 F : 単位幅当りの土石流流体力 (kN/m)

U : 土石流の流速 (m/s)

D_d : 「2.10.3 土石流の流速と水深の算出方法」に従って求めた土石流の水深 (m)

g : 重力加速度 (9.81m/s²)

K_h : 係数 (1.0 とする)

γ_d : 土石流の単位体積重量 (kN/m³)

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.6.7<解説>)

2.10.6 流木の最大長、最大直径の算出方法

流木の最大長、および、最大直径は、流出流木量算出のための調査結果から推定する。なお、流木の最大長は土石流の平均流下幅を考慮するものとする。

(砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.6.9)

【解説】

流木の最大長、最大直径は、土石流・流木対策設計における砂防堰堤の構造検討時に流木による衝撃力を算出する際に使用する。流木の最大長は、流木捕捉工の部材純間隔の設定に使用する。

流木の最大長 L_{wm} (m) は、土石流の平均流下幅を「土石流発生時に侵食が予想される平均溪床

幅」 B_d (m)、上流から流出する立木の最大樹高を H_{wm} (m) とすると

$$H_{wm} \geq 1.3B_d \text{ の場合、 } L_{wm} \doteq 1.3B_d$$

$$H_{wm} < 1.3B_d \text{ の場合、 } L_{wm} \doteq H_{wm}$$

として推定する。流木の最大直径 R_{wm} (m) は、上流域において流木となると予想される立木の最大胸高直径（流木となることが予想される立木のうち、大きなものから数えて5%の本数に当たる立木の胸高直径）とほぼ等しいとして推定する。また、流木となると予想される倒木（伐木、用材を除く）についても調査するものとし、最大直径が過小に見積もられないよう留意する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.6.9<解説>）

2.10.7 流木の平均長、平均直径の算出方法

流木の平均長、および、平均直径は、流出流木量算出のための調査結果から推定する。なお、流木の平均長は土石流の最小流下幅を考慮するものとする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節2.6.10）

【解説】

流木の平均長 L_{wa} (m) は、土石流の最小流下幅を B_{dm} (m)、上流から流出する立木の平均樹高を h_{wa} (m) とすると、

$$h_{wa} \geq B_{dm} \text{ の場合、 } L_{wa} \doteq B_{dm}$$

$$h_{wa} < B_{dm} \text{ の場合、 } L_{wa} \doteq h_{wa}$$

となる。

また、平均直径 R_{wa} (m) は、上流域において流木となると予想される立木の平均胸高直径とほぼ等しいとする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第2節 2.6.10<解説>）

第3節 流域・水系における土砂生産抑制施設配置計画

3.1 総説

土砂生産抑制施設配置計画は、水系砂防計画及び土石流対策計画に基づき、土砂の生産源において山腹・溪岸・溪床を保護し土砂の生産を抑制することを目的として、砂防設備の配置について計画するものとする。土砂生産抑制施設配置計画の策定に当たっては、各施設の配置目的を明確にし、各施設の機能が有効に発揮されるように計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.1)

【解説】

土砂生産抑制施設配置計画は、山腹・溪岸・溪床における土砂の生産源において、山腹保全工、砂防堰堤、溪流保全工などの砂防施設を適切に組み合わせて策定される。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.1<解説>)

3.2 山腹保全工

山腹保全工は、治水上砂防の見地から山腹保全のため、崩壊地又はとくしゃ地などにおいて切土・盛土や土木構造物により斜面の安定化を図り、また、植生を導入することにより、表面侵食や表層崩壊の発生又は拡大の防止又は軽減を図る山腹工と、導入した植生の保育などによりそれらの機能の増進を図る山腹保育工からなる。

山腹工は山腹基礎工、山腹緑化工、山腹斜面補強工からなる。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.2.1)

【解説】

崩壊地とは、山腹崩壊に起因した裸地などのことをいう。

とくしゃ地とは、全面的若しくは部分的に植生が消失若しくは衰退した山腹斜面などのことをいう。このような崩壊地やとくしゃ地からの恒常的な土砂生産は、洪水時に下流域での土砂災害をもたらすこととなるため、山腹保全工は、治水上砂防の観点から極めて重要である。

山腹保全工による表層崩壊の発生・拡大を軽減する効果は、一般的に構造物においては基礎の範囲、植生においては根系の土壌緊縛力が及ぶ範囲であるといわれており、深層崩壊や地すべりに対する山腹保全工の効果の評価は今後の課題である。

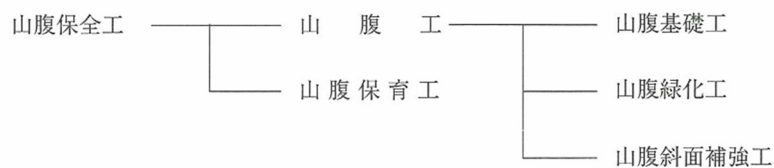


図 3-1 山腹保全工の体系図

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.2.1<解説>)

3.2.1 山腹工

山腹工は、①「山腹の斜面の安定化や斜面の侵食の防止を図る山腹基礎工」、②「崩壊地又はとくしゃ地において表面侵食や表層崩壊の発生又は拡大を防止又は軽減するため植生を導入して緑化を図る山腹緑化工」、③「崩壊地や崩壊のおそれのある山腹の斜面においてコンクリートのり枠工や鉄筋挿入工などを施工することにより、斜面そのものの崩壊抵抗力を高める山腹斜面補強工」に分けられ、これらを単独若しくは適切に組み合わせて施工することによって、土砂生産の抑制を図るものである。

計画に際しては、計画区域及びその周辺の地形、地質、土壌、気候、植生及び他の砂防設備との関連などを十分に調査し、適切な工種を選定するものとする。特に、導入植生の選定に当たっては、周辺植生などとの調和に十分配慮するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.2.2)

【解説】

(1) 山腹基礎工

山腹基礎工は、切土、盛土や谷止工などの構造物の設置により山腹斜面の安定を図るとともに、水路工などで、表面流による斜面などの侵食を防止することにより、施工対象地を将来山腹緑化工若しくは山腹斜面補強工を施工するための基礎作りを行うものである。

(2) 山腹緑化工

山腹緑化工は、施工対象地に植生を導入して緑化を図るものである。なお、山腹緑化工には、表土の移動を抑制するとともに植生を導入する柵工、積苗工、筋工などの工法も含まれる。導入植生の選定に当たっては、経年的な変化を考慮して、周辺植生との調和に十分配慮する。

(3) 山腹斜面補強工

山腹斜面補強工は崩壊地や崩壊のおそれのある山腹において、斜面の安定化を早急に図る必要がある場合や山腹基礎工、山腹緑化工のみでは崩壊の発生・拡大の軽減・防止が困難な場合に、山腹斜面にコンクリートのり枠工や鉄筋挿入工などにより、斜面そのものの崩壊抵抗力を高めるものである。

崩壊地などの急勾配な地形では、表土が頻繁に移動するために自然による植生の復旧が期待できない。そのような場合には、山腹基礎工を主体として斜面を安定させ表土の移動を抑制した後に、山腹緑化工を導入して緑化を図るのが一般的である。また保全対象に隣接するなど斜面の安定化を早急に図る必要がある場合には山腹斜面補強工が導入される。

とくしゃ地のように土壌が貧弱ではあるが、比較的緩勾配な地形のところでは、山腹緑化工が主体に計画される。

これらの工種は、一つの崩壊地などにおいて複合して用いることが多く、適切に組み合わせて計画される。溪流に隣接する侵食など土砂生産の著しい山腹においては、山腹基礎工として山脚固定を目的とする砂防堰堤を用いるなど、山腹工と砂防堰堤や溪流保全工を組み合わせる計画ことがある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.2.2<解説>)

【運用】

一般に山腹工は、図 3-2 に示す工種の組合せによって行われる。

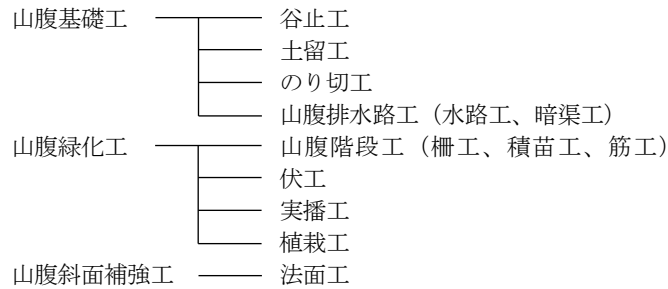


図 3-2 山腹工の種類

また、地帯分類別留意点は表 3-1 の通りである。

☞参考Ⅲ編 関連資料編 第2章 山腹工

表 3-1 地帯分類別の留意点

地帯分類	留意点
積雪地帯	雪崩のため、山腹工は困難であるので主として溪間工事を行う。山腹工をも行う場合には、階段幅を広くし、柵工等を併用する。
凍上地帯	溪流工事を十分に行い、山腹工は階段切付けを避け伏工、柵工等を行うこと。
多雨破碎帯	溪流工事に重点を置き、山腹工は排水工を十分に行うこと。
多雨三・四紀層地帯	溪流工事は少なくし、低い谷止、護岸等行うこと。 山腹工は排水工を主とし、伏工等はなるべく簡易化すること。
多雪三・四紀層地帯	多雨三・四紀層地帯に準じて行うが、山腹工には雪崩防止の工法も併用すること。
多雨火山堆積物地帯	地表水処理の水路工に重点を置く。被覆工は、軽いもの及び全面被覆工法とする。
寡雨花崗岩地帯	山腹工事に重点を置き、全面被覆を図ること。

(1) 山腹基礎工

1) 谷止工

谷止工は、とくしゃ地及び崩壊地内の侵食溪に計画する。谷止工の位置は原則として保全対象山腹の直下流部とし、高さは、山腹の侵食を防止し得る高さとする。
(京都府)

2) のり切工

のり切工は、とくしゃ地及び崩壊地斜面の全部あるいは一部が急な場合は、その急な部分及び起伏の多い斜面について計画する。のり切工は、原則として斜面を構成している土砂の安息角まで切り取る。
(京都府)

【運用】

とくしゃ地とは、主に乱伐によって、土壌が流亡し植生がなくなり、表面侵食が行われている所のことである。

3) 土留工

土留工は、崩壊斜面長が長い場合、あるいは、のり切土量が多い場合及び工作物の基礎となるような箇所計画する。

位置及び高さは、山脚から頂点までの全体の勾配が自然で無理のない勾配となるように計画する。

断面は、背面土圧、転石、温度変化等に対して安全なものとする。

基礎は堅固な地山でなければならないが、やむを得ず地盤の軟弱な箇所に設ける場合は、基礎処理を行う。

(京都府)

4) 水路工

水路工は、斜面長が長い場合、斜面に起伏がある場合、崩壊地周辺から水が集まる場合及び暗渠工によって集水された水を表流水として速やかに排除する必要がある場合に計画する。

(京都府)

5) 暗渠工（地下排水工）

地下水が多く、拡大崩壊のおそれの多い箇所及びのり切り土砂を多量に堆積させる必要がある箇所には暗渠工を計画する。

暗渠工は、地下水を最も容易に集水し、排水できる位置に計画する。構造は、地下水の量、地盤の良否等を考慮して決定する。

(京都府)

(2) 山腹緑化工

1) 柵工

柵工は、山腹斜面の表土の流出のおそれのある箇所で、かつ、植生導入が可能な箇所において計画する。柵工の高さは0.5m程度を標準とする。

(京都府)

2) 積苗工

積苗工は、地山が露出した豪雨、乾燥の激しい箇所に計画する。

積苗工の配置は直高1.5m程度ごとに水平階段を設け、積苗するのを標準とする。

(京都府)

3) 筋工

筋工は、比較的表土の深い地味良好な箇所または崩壊地の地山部に雨水の分散と山腹斜面侵食防止及び植生の早期導入を図ることを目的として計画する。

筋工の配置は、斜面勾配、筋工の種別等によって決める。

(京都府)

4) 伏工

伏工は、土質が軽しうで、かつ、そのまま放置した場合は、雨、凍上、霜柱及び風等によって侵食のおそれのある場合や、斜面に種子を実播する際に、その種子の流亡、乾燥等を防ぐ場合に計画する。

(京都府)

5) 実播工

実播工は、斜面長が短く、かつ、緩やかで土壌条件の良好な箇所の単独または他の工種と併用し、早期に緑化することを目的とする。

(京都府)

6) 植栽工

植栽工は、とくしゃ地及び崩壊地を早期に緑化することを目的として計画する。

樹種の選定は、適地、適木を原則として、次の条件に適合するものとし、土壌条件の悪い箇所では、原則として2～4種類組み合わせる。

- (1) 成長力が旺盛でよく繁茂するもの
- (2) 根張りがよく、土壌緊縛度の大きいもの
- (3) せき悪地、乾燥、寒害、虫害等に対して適応性、抵抗力が大きいもの
- (4) 土壌改良効果の大きいもの

植栽本数は、原則として、次により計画する。

①土砂堆積地区等の土壌条件の比較的良好な地区では、
1 ha当たり3,000～ 5,000本

②地山露出地区では、
1 ha当たり8,000～12,000本

植栽にあたっては、原則として施肥を計画する。

(京都府)

(3) 山腹斜面補強工

山腹斜面補強工は、「斜面崩壊防止技術指針(案)」等を参考に計画する。

(京都府)

3.2.2 山腹保育工

山腹保育工は、山腹工施工後の山腹の斜面などにおいて、表面侵食や表層崩壊の発生又は拡大の防止又は軽減機能の増進を図るために、植生の適正な生育を促す保育などを行うものである。計画に際しては、山腹工計画時の目標とその実施内容に応じて保育の方針を設定するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.2.3)

【解説】

山腹緑化工により導入された植生は、コンクリート構造物などと異なり、その効果を発揮するまでに時間を要することから、山腹工が適正に機能する植生状態になるまでの適切な保育の方針を設定することは重要である。

通常は、山腹緑化工により草本類や先駆性樹種(肥料木)の導入によってまず裸地斜面などを被覆して表土の移動・侵食の防止と森林の成育基盤の形成を図り、その後の山腹保育工などによって防災機能を高めつつ、周囲の植生と調和のとれた植物群落に育てていくことになる。

なお、山腹工施工地などの植生が周辺植生と著しく乖離している場合や、単一樹種となって病虫害に対する抵抗や砂防の効果として樹林帯の機能が期待できない場合などには一定の群落ができた段階で必要に応じ、山腹工の機能増進を図るために樹種及び林層転換を行う場合がある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.2.3<解説>)

3.3 砂防堰堤

土砂生産抑制施設としての砂防堰堤は、①「山脚固定による山腹の崩壊などの発生又は拡大の防止又は軽減」、②「溪床の縦侵食の防止又は軽減」あるいは③「溪床に堆積した不安定土砂の流出の防止又は軽減」を目的とした施設である。計画に際しては、施設を設置する目的に応じて、施設の規模及び構造などを選定し計画するものとする。

土砂生産抑制施設としての砂防堰堤の設置位置は、砂防堰堤に期待する効果と、地形、地質、不安定土砂の状況を勘案し、①については原則として崩壊などのおそれがある山腹の直下流、②については原則として縦侵食域の直下流、③については原則として不安定な溪床堆積物の直下流に配置するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.3)

【解説】

土砂生産抑制施設配置計画における砂防堰堤は、土砂生産抑制の目的に加えて土砂流送制御も目的として計画される場合が多い。

山脚固定を目的とする砂防堰堤は、砂防堰堤の設置により上流側に土砂を堆積させ、この堆積土砂によって溪床を上昇させて山脚を固定し、山腹の崩壊などの予防及び拡大を防止する機能を有する。

縦侵食防止を目的とする砂防堰堤は、砂防堰堤の設置により上流側に土砂を堆積させて、溪床の縦侵食を防止する機能を有する。

溪床に堆積した不安定土砂の流出防止を目的とする砂防堰堤は、砂防堰堤の設置により不安定土砂の流出を防止する機能を有する。

縦侵食防止を目的とする砂防堰堤及び溪床に堆積した不安定土砂の流出防止を目的とする砂防堰堤は、河床変動計算や水理模型実験などを行って、砂防堰堤の規模を計画することができる。この場合、流量の時間変化、流砂量の時間変化、溪床に堆積した土砂の粒度分布など河床変動計算や水理模型実験などを行うために必要な条件を適切に設定する必要がある。砂防堰堤の設置については、構造物の安全、特に基礎の洗掘、袖部地山の流失防止のために、溪床及び溪岸に岩盤が存在する場所に計画することが望ましい。また、単独の砂防堰堤にするか、連続する低堰堤群にするかは、その地域の土砂生産形態の特性、施工、維持の難易により選定される。

砂防堰堤は、その形式、構造及び材料によって分類される。形式・構造・材料の選定に当たっては、周辺環境や経済性などを基に検討する。

砂防堰堤の形式には、透過型と不透過型があり、構造には重力式、アーチ式などがある。また、材料にはコンクリート、鋼材、ソイルセメントなどがある。なお、土砂生産抑制施設としての砂防堰堤には、その地域の土砂生産形態、地形・地質条件、砂防堰堤に求められる機能等の観点から、透過型砂防堰堤が適さない場合があることに注意が必要である。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.3<解説>)

3.4 床固工

床固工は、渓床の縦侵食防止、渓床堆積物の再移動防止により渓床を安定させるとともに、渓岸の侵食又は崩壊などの防止又は軽減を目的とした施設である。なお、床固工は、護岸工などの基礎の洗掘を防止し、保護する機能も有する。

床固工の配置位置は、次の事項を考慮して計画するものとする。

- ① 渓床低下のおそれのある箇所に計画する。
- ② 工作物の基礎を保護する目的の場合には、これらの工作物の下流部に計画する。
- ③ 渓岸の侵食、崩壊及び地すべりなどの箇所においては、原則としてその下流に計画する。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.4)

【解説】

床固工の高さは、通常の場合 5m 程度以下である。

また、床固工は、流水の掃流力などによる渓床の低下を防ぐとともに、不安定土砂の移動を防ぎ土石流などの発生を抑制する機能や渓床の低下の防止と渓床勾配の緩和、乱流防止により渓岸の侵食・崩壊を防止・軽減する機能を有する。

渓岸侵食・崩壊の発生箇所若しくは縦侵食の発生が問題となる区間の延長が長い場合には、床固工を複数基配置するなどの検討を行い、渓床渓岸の安定を図る。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.4<解説>)

3.4.1 床固工の位置

- (1) 支渓が合流する場合は合流点下流に位置を選ぶ。
- (2) 渓流の屈曲部においては、屈曲区間を避けてその下流部に計画する。
- (3) 渓流の幅員が広く、乱流のはなはだしい箇所に設けて整流を行う。

(京都府)

【運用】

渓流の屈曲部の下流部とか渓床幅の大なる区間は乱流となりやすい。ここに設ける床固工は、水流の方向を修正して屈曲による洗掘を防止あるいは緩和するためのものであるため、乱流整治の効果をあげるため、河状に応じて階段状に床固工群を計画する場合が多い。

3.4.2 床固工の方向

- (1) 床固工の方向は、原則として計画箇所下流部の流心線に直角とする(図 3-3)。
 (2) 床固工を階段状に計画する場合の各床固工の方向は、原則として各計画箇所下流の流心線に直角とし、各床固め水通しの中心点はその直上流の床固め水通しの中心点における流心線上に定める。

(京都府)

【運用】

床固工における水通しの越流水は理論上床固工の方向に直角に放射されるものである。

床固工水通し天端下流部中心を床固工の中心点と定める理由もここにある。

床固工の方向を定めるにあたっては、水通しの幅一杯に越流する洪水流が、床固工上下流部兩岸、あるいはそこにある工作物に衝撃を与え、害を及ぼさないよう注意しなければならない。したがって、方向は単独床固工にあつては下流の流心線に直角とし、また、階段状の床固工群にあつては直上流床固工の水通し中心点における下流流心線上に床固の水通し中心点があるよう各床固の水通し位置を定める。

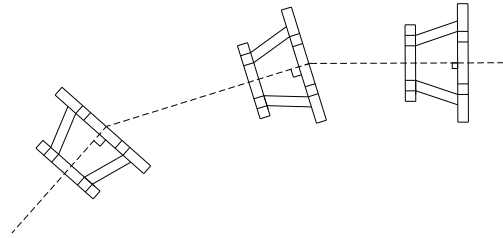


図 3-3 床固工の方向

3.4.3 床固工の高さ

- (1) 床固工を設置する場合は、縦断勾配から判断し、水叩き及び垂直壁を設けるときの落差 3.5m～4.5mが限度である。
 (2) 床固工の高さは、通常5m以下とし、5m程度以上を必要とする場合及び床固工を長区間に設ける必要のある場合は、階段状に計画する。

(京都府)

【運用】

床固工は原則として縦侵食を防いで溪床を安定させ、あるいは維持し、さらに工作物基礎の洗掘を防止するのが目的であるから、高さを規定することは困難であるが、5m程度以下が普通で高いものを必要としない。

高さと落差は混同されやすいが、一般に以下のとおりである。

高さ	: 床固工の水通し天端高	～	床固工底面高
落差(有効落差)	: 上流側河床高	～	下流側河床高

また、床固工の施工箇所は河岸の地形から高いものは施工困難の場合が多い。したがって、床固工1基によって安定し得る溪床の延長には限度があり、相当長区間に渡って縦侵食が行われ、あるいは溪流沿いの工作物の延長が長い場合には、階段状に床固工群を計画する必要が生じる。

3.4.4 溪床勾配

(1) 一般

- (1) 床固工は一般に溪流の上流部が安定している場合、あるいは荒廃していても砂防工事の進行した後の下流部において侵食が行われる箇所に計画するもので、床固工によって新しく溪床勾配が形成されることが多いため注意する。
- (2) 床固工によって形成される溪床勾配は、上流部の状態がよく、流下する砂礫の形状が小さいほど緩くなることに注目する。

(京都府)

【運用】

溪流の上流部が荒廃しているときは、盛んに砂礫が流送されて下流部溪床が上昇する傾向が強く縦侵食を伴わないのが普通で、床固工の施工の時期が早すぎるか、またはその必要がない。このような場合はまず上流部に砂防工事を施工する。

上流部が荒廃していない場合には、下流部に縦侵食が起こって床固工の必要性が生じてくる。すなわち上流から土砂の流送が全くないかまたはわずかの場合に縦侵食が行われるから、この部分に設ける床固の上流には現勾配と異なった溪床勾配が形成され、しかも上流部の状態がよければよいほど、また、砂防工事が進行すればするほど、形成される勾配も小さな値をとるものである。

(2) 計画勾配

- (1) 溪床勾配は、流量すなわち水深と溪床の抵抗力によって定まる。したがって、床固工の上流溪床の計画勾配は、これを考慮して、侵食と堆積の起こらない流路に適合したもので定める。
- (2) 床固工下流のり先は越流水深によって洗掘され、溪床が低下するから、階段状床固工群間の計画勾配決定にあたっては特にこの点に注意を要する。
- (3) 階段状床固工群においては基礎は下流床固工の計画溪床勾配線以下に根入れする(図 3-4)。

(京都府)

【運用】

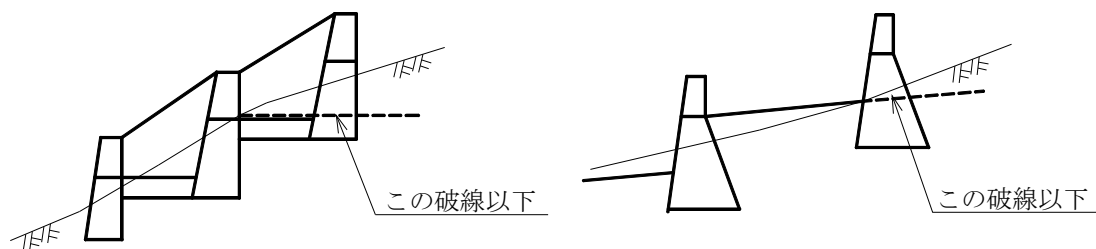


図 3-4 階段状床固工の根入れ

3.4.5 階段状床固工

階段状床固工群施工区間においては、渓床勾配の屈折と曲流部の洗掘によって起こる渓床勾配の局部的変動に注意する。

(京都府)

【運用】

溪流の渓床勾配は下流になるに従って緩やかとなる場合が普通で、これによるはっきりした勾配の屈折が階段状床固工群施工区間に存在するか否かを特に注意し、それが存在する場合には床固工の高さと数を検討のうえ、床固工間の勾配がほぼ一致するようにしなければならない。また、曲流部の外側は水流によって渓床が洗掘されるのが普通であるから、洗掘程度の推定に努め、これが渓床勾配に与える変動を検討する必要がある。

3.5 帯工

帯工は縦侵食を防止するための施設である。

帯工は、単独床固工の下流及び床固工群の間隔が大きいところで、縦侵食の発生、あるいはそのおそれがあるところに計画する。

帯工の計画に際しては、その天端を計画される渓床高とし、落差を与えないことに留意するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.5)

【運用】

帯工は原則として落差を考えない床固工であって、施工の高さはその天端を渓床と同高とし、床固工の形成する安定勾配又は計画河床勾配の線に沿って計画する。

3.6 護岸工

護岸工は、渓岸の侵食・崩壊などの防止を目的とした施設である。

護岸工は、土砂の移動若しくは流水により、水衝部などの渓岸の侵食又は崩壊が発生し、あるいはそのおそれがあるところや山脚の固定あるいは侵食防止が必要なところに計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.6)

【解説】

護岸工は水際線の環境を単調なものとしてしまう可能性があるため、その設置範囲は必要最低限とし、溪流内の自然度が高くなるように配慮するのが望ましい。

3.6.1 護岸工の位置

以下の場合に護岸工を施工する。

- (1) 溪流において、水流あるいは流路の褶曲によって、水衝部あるいは凹部溪岸山腹の崩壊の増大またはそのおそれがある場合、この部分に護岸工を計画する。
- (2) 溪流下流部の土砂堆積地、または耕地及び住宅地などの区域において、溪岸が決壊もしくはそのおそれがある場合に、護岸工を計画する。
- (3) 溪岸が決壊または崩壊防止のためには、床固工あるいは堰堤の他、山脚の根固に護岸工を必要に応じて計画する。

(京都府)

【運用】

山腹の縦侵食を防止して崩壊しやすい溪岸斜面の支持及び根固の目的をもって直接に護岸を計画するのも一方法であるが、導流護岸または流路の変更を図ってこれら危険な箇所へ直接水流が激突するのを避けるのが得策である場合が多い。ただし、流路の付替えは短区間内の場合が適切であって、長区間にわたり付け替えた流路が直線に近づくとかえって溪床勾配が急となって流速が増すから注意を要する。

溪流の下流部は上流に比べれば溪床勾配は緩であっても一般河川に比べればなお急であって、屈曲部はもちろん直流部においても溪岸が決壊しやすく、これを保護するため護岸工を必要とするのであるが、この区域の決壊は長区間にわたり、しかも乱流の作用によって両岸が交互に侵食を受けることが多いから、護岸工も両岸に施工する必要がある場合が多い。

溪流の屈曲部等において、水流の激突によって凹部に決壊または崩壊の起こる場合、縦侵食と横侵食が相関連して作用するのが普通であるから崩壊箇所の下流部に床固工あるいは堰堤を計画するのであるが、これによって縦侵食を防止してもなお横侵食がやまない場合、床固工または堰堤上流部の崩壊の脚部に護岸工を計画して決壊または崩壊を防ぐ必要がある場合が多い。

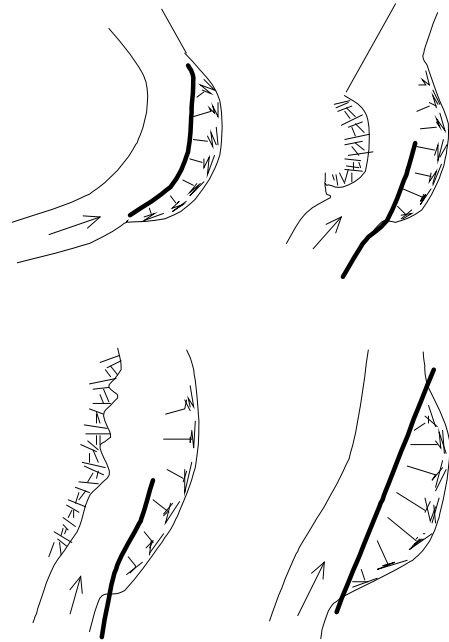


図 3-5 護岸工の位置

3.6.2 護岸工の種類

溪流の規模・重要度・周辺環境等を考慮して護岸の形式、構造を決定する。

(京都府)

【運用】

一般に溪流は流速が大きいいため容易に基礎が洗掘され、また、水流が土砂及び転石を含むことが多く、護岸の受ける衝撃も大きいから、簡単な工作物ではすぐに破損するおそれがある。したがって、護岸形式の決定にあたっては、流水に対し安全な構造となるよう、河道状況を十分考慮するとともに溪流が有している多様な生態系の自然環境や景観形成等に配慮する必要がある。近年、自然石及びコンクリート材料（環境保全型ブロック他）等様々な形式・構造が開発されているため、安全性を確保した上で対象溪流に適した護岸の形式・構造を検討する。

なお、護岸の安全性については、「護岸の力学設計法」「河川災害復旧護岸工法技術指針（案）」などを参考にすること。

☞参考Ⅲ編 関連資料編 第7章 美しい山河を守る災害復旧基本方針[抜粋]

3.6.3 護岸工の高さ

(1) 一般

- (1) 護岸工の天端高は、原則として計画高水位に余裕高を加えた高さとする。
- (2) 河川法の適用される河川（以下「法河川」という。）は、河川管理者との協議のうえ決定する。
- (3) 溪流の曲流部における凹岸の護岸は、強固に計画するとともに、特に天端高を増す必要があるか検討する。
- (4) 余裕高の部分については維持管理上支障がない場合には、土羽を用いて景観的に配慮する。治水安全上好ましくない場合には、コンクリート等のコアを持った構造としてこの部分を土羽で埋め戻す。

(京都府)

【運用】

河川堤防については、洪水時の風浪、うねり、跳水等による一時的な水位上昇、流木等を考慮し流量に応じて余裕高を設定するが、砂防を対象とする急溪流（一般に溪床勾配1/100以上）においては特に流木、巨礫等の混入により上記の現象が著しいため、十分な余裕を見込み（計画高水位＋余裕高まで）護岸を施す必要がある。ただし、上流堰堤が概成し、土砂の流下等が少ない溪流においては、背後の土地利用状況（山林、原野、田畑等）によっては、余裕高を土羽で処理してもよい。

なお、法河川（一級河川、二級河川、準用河川）や災害で築造する場合、指定地内行為等で一部を施工する場合には、前後とのバランスや縦断勾配（1/100以上の場合）等を考慮して決定する。

溪流曲線部の流速が大きくなると、横断面において兩岸に水位の差を生じ、凹岸は凸岸に比べて水位が上昇するものであるから、凹岸の溪岸は特に護岸を強固に施工する必要があるばかりでなく、天端高を高める必要があるかの検討を要する。

(2) 堰堤等への取付

堰堤及び床固工上流に計画する護岸天端高は、堰堤及び床固工の袖天端と同高またはそれ以上の高さに取り付ける。

(京都府)

【運用】

堰堤及び床固工の袖高は水通しにおける計画高水位以上に設定してあるため、この天端と同高またはそれ以上に護岸工の天端を取り付けることが必要であって、これを怠ると高水流が護岸を越流して床固工あるいは堰堤の袖の地山取り付け部分が決壊するおそれがある。同時に堰堤及び床固工における袖の角度の破損を防止するために、原則として急流部では袖と護岸の両のり面を一致して取り付け、水流に対する突出を避けなければならない。

3.6.4 溪床勾配

- (1) 護岸工施工区間の溪床勾配は、流路工及び床固工の溪床勾配に準ずる。
- (2) 溪流曲線部の凹岸及び水衝部に護岸工を施工するときは、施工前に比べて護岸 寄りの溪床が洗掘されやすく、溪流の横断面と溪床勾配に変化を与えるから注意を要する。

(京都府)

【運用】

溪床勾配、特に計画溪床勾配は、護岸工の天端及び基礎の縦断勾配と基礎根入深とを決定する重大要素であるから、「3.4.4 溪床勾配」及び「3.7.5 溪床勾配」を参照して慎重に検討しなければならない。次に溪流の曲線部及び乱流部分において、流路の凸部には土砂が堆積し、反対に凹部には溪床が洗掘される傾向があり、その程度は流速が増すに従って大きく、護岸施工区間の横断面と溪床縦断勾配が計画と相違してくる。

3.7 溪流保全工

溪流保全工は、山間部の平地や扇状地を流下する溪流などにおいて、乱流・偏流を制御することにより、溪岸の侵食・崩壊などを防止するとともに、縦断勾配の規制により溪床・溪岸侵食などを防止することを目的とした施設である。溪流保全工は、床固工、帯工と護岸工、水制工などの組み合わせからなる。

溪流保全工は、多様な溪流空間、生態系の保全及び自然の土砂調節機能の活用の観点から、拡幅部や狭さく部などの自然の地形などを活かし、必要に応じて床固工、帯工、水制工、護岸工などを配置するよう計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.7)

【解説】

溪流の溪床勾配は、流量すなわち流速及び水深と溪床の抵抗力によって定まる。したがって床固工の上流溪床の計画溪床勾配は、これらを考慮して、侵食と堆積の発生状況を勘案のうえ定め、流出土砂の動的平衡勾配と静的平衡勾配を参考として設定する。また、溪流保全工を計画するに当たっては、自然の地形を活かしつつ必要な箇所だけに砂防設備を適切に配置するよう計画する必要がある。なお、今回の改定以前の河川砂防技術基準(案)において取り扱われていた流路工は、その目的、機能等から溪流保全工に包含されていることに留意する必要がある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第2節2.7<解説>)

【運用】

溪流保全工（流路工）は、流路の是正による乱流防止及び縦断勾配の緩和等による縦・横断侵食防止を目的として施工する。

溪流保全工（流路工）は、河川改修とは異なる。

河川改修は、河積を増大することによる洪水の氾濫防止を主たる目的として施工する。

溪流保全工（流路工）は河床の固定と河岸の保護を目的とする工事で、上流域で発生した土石流及び土砂流を安全かつスムーズに下流に流下させる必要があり、必ずしも河積の増大を伴うとは限らない。

溪流保全工（流路工）の目的は以下のとおりである。

- ・ 流路の縦断規制（縦断勾配の緩和による縦横侵食の防止、天井川の解消）
- ・ 流路の平面是正（扇状地の乱流防止、流水断面の確保）
- ・ 特殊な地質の地域における崩壊防止
- ・ 土石流の後続流（泥流を含む）対策

3.7.1 溪流保全工（流路工）の着手時期

溪流保全工（流路工）は、上流部の砂防設備による整備率が50%以上確保された段階で着手する。
（京都府）

【運用】

旧河川砂防技術基準(案)では、流路工計画の時期については上流の砂防設備による整備率が50%以上になった時期としている。

上流部の荒廃が比較的少ない場合でも、下流部の屈曲あるいは乱流が甚だしく、侵食の著しい場合は流路工を計画することがあるが、この場合でも上流からの土砂流出に対処することが必要で整備率が50%以上になった時期としている。

表 3-2 溪流保全工（流路工）の着手条件

砂防工事が未施工 または整備率50%以下	溪流保全工（流路工）の着手条件には早すぎる 土石流導流工が着手可能であるが本府では実施しない
砂防工事が施工中	上流の砂防工事が進捗し、整備率で50%以上完了した後に溪流保全工（流路工）に着手できる。
砂防工事施工済み	溪流保全工（流路工）の着手可

3.7.2 計画条件

(1) 一般

溪流保全工（流路工）は、原則として床固工及び護岸工を併用して計画する。

（京都府）

(2) 上流端処理

溪流保全工（流路工）計画区域の上流端には、原則として堰堤または床固工を施工する。

（京都府）

【運用】

溪流保全工（流路工）の上流端には、溪流保全工（流路工）を施工する溪流の上流の荒廃状況、砂防工事の進捗状況を問わず、万一の土砂流出に対応するため、流出土砂抑制・調節効果を持つ堰堤もしくは床固工の施工を必要とする。この堰堤もしくは床固工は遮水機能をも有するよう袖のかん入等は十分考慮して計画することが必要である。

(3) 溪床

溪流保全工（流路工）は、原則として底を張らない構造とする。

（京都府）

【運用】

溪流保全工（流路工）を計画する際には、原則として底を張らない構造とする。溪床勾配等河床の抵抗力より掃流力が勝る場合においても、勾配緩和等計画段階で検討し、できるだけ三面張は避けること。しかし、勾配緩和・河幅拡大等を考慮しても、なおかつ掃流力のほうが河床の抵抗力より大なる場合には三面張とすることを考慮する。

また、三面張とする場合でも、できる限りコンクリート張は避け護床工による三面張を検討すること。

(4) 勾配の変化点

勾配変化がある場合は、原則としてその折点に床固工を計画し、帯工によって勾配を変化させない。
 (京都府)

【運用】

溪流保全工（流路工）に勾配の変化を与える場合、上流の勾配による流れの物理的な影響をできる限り下流に及ぼさないために、勾配の変化点は床固工を施工し落差を設けることが原則である。
 また、一つの勾配がかなり長い距離で続く場合、中間における護岸の基礎洗掘を防ぐ意味で、中間に帯工を設ける。

(5) 水利用

扇状地に溪流保全工（流路工）を計画する場合、地下水・伏流水などに影響を及ぼすおそれがあるので、溪流保全工（流路工）周辺の水利用に関しては、事前調査を実施する。
 (京都府)

【運用】

三面張及び掘込み河道の溪流保全工（流路工）を施工することによって施工前の伏流水、地下水が遮断され、あるいは水位が低下し流域周辺の水利用（湧水、揚水）に著しく影響を及ぼすことがあるため、あらかじめ扇状地における水の挙動について十分調査しなければならない。
 なお、地下水調査に関しては、「河川砂防技術基準 調査編(H26.4) 第2章 水文・水理観測、第18章 地すべり調査」を参考とすること。

3.7.3 実施の順序

溪流保全工（流路工）の実施に際しては溪流上流部の荒廃状況を検討する。

1. 上流部が荒廃している場合
 - (1) 砂防工事が未施工……………流路工の着手には時期が早すぎる。
 - (2) 砂防工事が施工中……………上流の砂防工事が、計画流出土砂量に対し原則として50%以上（計画抑制土砂量、計画貯砂量、計画調節土砂量を含む）完了した後に流路工を実施する。
 - (3) 砂防工事が施工済み……………流路工の実施可
2. 上流部の荒廃が比較的少ない場合

下流部の屈曲あるいは乱流がはなはだしく、侵食の著しい場合は流路工の計画を必要とすることが多いが、この場合今後の荒廃に対処するため、上流の砂防工事が計画流出土砂量に対し原則として50%以上完了した後に溪流保全工（流路工）を計画する。

(京都府)

【運用】

溪流保全工（流路工）完成後に上流から土砂の流入が多いと人家集落等の中で土砂害を発生させる原因となる。そこで、流路工は上流からの土砂の流下を十分防止する施設ができた後に着手することが原則である。

3.7.4 法線

溪流保全工（流路工）の法線はできる限りなめらかに計画する。

（京都府）

【運用】

溪流保全工（流路工）の法線は流水のスムーズな流下を図るため、直線に近いことが望ましい。

土地利用の盛んな溪流の下流部及び砂礫円錐地帯においては、法線の規制が困難な場合が多いため現流路に沿って計画法線を決定しなければならない場合も多く見られるが、用地取得の困難さを理由として屈曲著しい現流路に沿うことは避けるべきで、あくまで流路工本来の目的を忘れてはならない。

3.7.5 溪床勾配

溪流保全工（流路工）の溪床勾配を変化させる場合には上流部より下流部にかけて次第に緩勾配になるよう計画する。

溪床勾配は掃流力が50%以上変化しないように定める。

（京都府）

【運用】

勾配の変化を余り急激に行うと変化点付近に洗掘や堆積の現象が生じ流路工の維持に困難を生ずる場合もあるので、勾配の変化点においては、その上下流での掃流力が50%以上変化をしないように勾配並びに水深を決めるのが望ましい。

3.7.6 構造

(1) 曲流部

溪流保全工（流路工）の曲線の凹岸は、流水の遠心力による水位上昇が考えられるので内側よりも護岸天端を高くする必要があるか検討する。

また、曲線部の凹岸には流水が集まりやすいため、構造上これに対処でき得る強度を考慮した構造を計画する。

（京都府）

【運用】

所要嵩上高さについては「3.6.3 護岸工の高さ」を参照とすること。

また、曲流部の凹岸は、洪水時には洪水が集中して流下することで大きな洗掘力が働くため、直線部の護岸工よりも構造的に強固なものとする必要がある。特に二面張の場合には根入れの深さを考慮する等洗掘に対処する構造を計画する。

(2) 堰堤の取付

堰堤と溪流保全工（流路工）を直結する場合、原則として堰堤の水通し断面は堰の公式によって計算し、流路工の断面は流量公式によって計算し、その間の結合は副堤または垂直壁より下流でなじみよく摺り付ける。

(京都府)

【運用】

堰堤の水通し断面は、通常特に低堰堤を除いて、水理学上の堰の公式によって計算するものとし、流路工の開水路による計画断面とのすり付けは副堤または垂直壁より下流で調整する。

ただし、副堤及び垂直壁に流路工を取り付ける場合は、超過流出土砂が堰堤に安全に貯留されることが必要条件であり、堰堤自体が調節効果、縦横侵食防止等の目的を持つ場合であれば、そのような堰堤と流路工の直結は、土砂災害を招くおそれが生じるので堰堤と流路工の間には、適当な長さの土砂調節区間を設けることが望ましい。

(3) 底張部の末端処理

コンクリート三面張流路工から二面張流路工に移行する部分では、流速の差により二面張流路工の上流端付近の護岸基礎部分に洗掘が生ずるおそれがあり、護床工・減勢工を検討する。また、三面張下流端には少なくとも帯工を設け、吸出しの防止を図る。

(京都府)

【運用】

三面張流路工から、二面張流路工に移行する場合、河床に深掘れが生ずるおそれがある。この場合には両者の流速、勾配、水深等を考慮して、必要とあればブロック等による護床工・減勢工を施工して、河床の維持流速の調整を図る。

(4) 掘込み方式の原則

溪流保全工（流路工）においては、原則として掘込み方式を採用し、築堤工は本川との取付部分等に限る。

(京都府)

【運用】

砂防工事としての流路工は、通常勾配が急で、流速が大きいため、築堤方式では破堤・決壊等の危険性が高く、また、いったん破堤した場合の被害が著しいので、できる限り築堤方式は避け、掘込み方式とし安全性を高める工法を採用すべきである。また、盛土部に流路工を施工する場合についても同様の危険性が予想されるため、原則として認めない。

掘込み方式とは、河道の一定区間を平均して、計画高水位が堤内地盤高以下で、かつ、護岸高が60cm未満である場合のことである。この時、床固工の本体水通し位置が現河床高以下でなければならない。

完全掘込み方式はすべてが堤内地盤高以下の場合をいう。

(5) 計画断面

溪流保全工（流路工）の計画断面は、現河道幅より狭小にならないよう決定する。

（京都府）

【運用】

現河道幅をせばめることは、河川の機能を破壊するだけでなく計画高水流量に対する水深が大となるので、構造上危険性が高い。このため、最小限現河道幅を生かした計画断面とすることが好ましい。

河幅が広く乱流、異常堆積のおそれがある場合は複断面を採用する。

また、その付近が現在、遊休地のような状態であれば、現存する天然林を活用した緩衝帯の設置を検討することが望ましい。さらに、自然の拡幅部は、不慮の土砂流出に備えて、遊砂地として利用することが望ましい。

3.8 計画高水流量

計画高水流量は、計画基準点の基本高水に対する施設の効果、施設地点直下の河道に対する施設の効果等を総合的に検討して決定する。
 (京都府)

【運用】

既往の降雨記録、累年の被害記録、事業効果等を調べ、水文、水理のデータを解析して、妥当と思われるものを計画高水流量としている。
 計画高水流量は以下に従い算定する。

3.8.1 流出係数

流出係数は、土地利用形態に応じて算出する。
 (京都府)

【運用】

流出係数は、原則として表 3-3 とするが、土地利用形態に応じて加重平均値を用いて良い。算定した流出係数は少数2位止めとする（切り上げ）。

表 3-3 日本内地河川の流出係数 f (物部)

急峻な山地	0.75～0.90	起伏のある土地及び樹林	0.50～0.75
三紀層地帯	0.70～0.80	かんがい中の水田	0.70～0.80
平坦な耕地	0.45～0.60	山地河川	0.75～0.85
平地小河川	0.45～0.75	流域の半ば以上が平地である大河川	0.50～0.75

(河川砂防技術基準 調査編(H26.4) 第3章第2節 2.4<例示>)

表 3-4 (参考) 標準的な流出係数 f

密集市街地	0.9	水田	0.7
一般市街地	0.8	山地	0.7
畑、原野	0.6		

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 計画編 第2章第2節 2.7.3<解説>)

合理式に用いる f の値は対象流域を表 3-4 で示される項目ごとに分割し、以下の式により加重平均により算出すること。

$$f = \frac{\sum A_i \cdot f_i}{A} \quad \dots 2.3(1)$$

ここで、f：対象流域内の平均流出係数

A_i：各項目ごとの流域面積 (km²)

f_i：各項目ごとの流出係数

A：対象流域面積 (km²)

なお、各項目ごとの流域面積は、縮尺 1/2,500～1/10,000 の地形図、溪流が小さい場合は小縮尺の地形図を用いて算出する。

【実例】

土地利用形態に応じて、当該流域の加重平均値を求める。

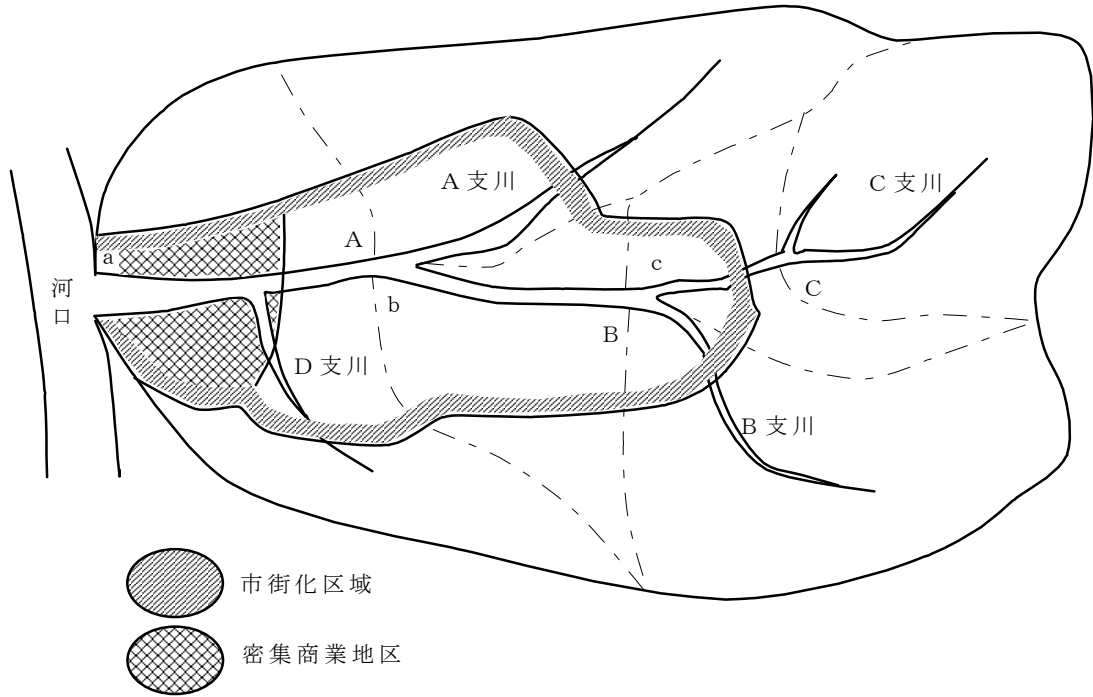
位置		累加面積 ① (km ²)	土地利用形態 (km ²)			Σ (f×A) ②	平均流出係数 ②/①
			0.7	0.8	0.9		
流入域	C	1.4	1.4			0.98	0.70
B支川合流前	c	2.6	2.0	0.6		1.88	0.73
B支川合流後	B	5.1	4.3	0.8		3.65	0.72
A支川合流前	b	6.8	4.8	2.0		4.96	0.73
A支川合流後	A	9.0	6.1	2.9		6.59	0.74
河口	a	11.4	7.5	3.4	0.5	8.42	0.74

2桁精度

ここで求めた平均流出率を各位置毎にあてはめてピーク流量を求める方法もあるが、

- a) 全川にわたり、 $f=0.75$ (丸い数値とする) をあてはめる。
- b) C点より上流は $f=0.70$ 、市街化区域をもつC点より下流は $f=0.75$ とする。

などの方法もあり、短絡的に各位置毎の平均流出率を用いず、適切な方法を検討する必要がある(河川担当者会議議事録(平成元年度)より抜粋)。



3.8.2 降雨強度

降雨強度の算定は京都降雨強度式及び丹後降雨強度式によること。

(京都府)

【運用】

降雨強度式については、京都気象台資料により作成した京都降雨強度式及び豊岡測候所資料により作成した丹後降雨強度式による。ただし、適用にあたっては降雨継続時間が3時間までの短時間降雨に限定すること。

表 3-5 確率別継続時間降雨強度曲線式

年超過確率	京都降雨強度式 (mm/hr)	丹後降雨強度式 (mm/hr)
$\frac{1}{3}$	$r = \frac{781.864}{T^{2/3} + 4.516}$	$r = \frac{523.45}{T^{0.64} + 1.4377}$
$\frac{1}{5}$	$r = \frac{918.653}{T^{2/3} + 4.738}$	$r = \frac{539.18}{T^{0.62} + 1.1531}$
$\frac{1}{10}$	$r = \frac{1,097.311}{T^{2/3} + 5.089}$	$r = \frac{496.11}{T^{0.58} + 0.4605}$
$\frac{1}{30}$	$r = \frac{1,504.443}{T^{2/3} + 6.489}$	$r = \frac{478.41}{T^{0.54} + 0.0378}$
$\frac{1}{50}$	$r = \frac{1,716.511}{T^{2/3} + 7.139}$	$r = \frac{459.65}{T^{0.52} - 0.1571}$
$\frac{1}{100}$	$r = \frac{2,040.236}{T^{2/3} + 8.443}$	$r = \frac{422.56}{T^{0.49} - 0.4218}$
観測所名	京都地方気象台	豊岡測候所
適用エリア	淀川水系 由良川水系 (夜久野町を除く) 二級水系 (舞鶴市域のみ)	由良川水系 (夜久野町域のみ) 二級水系 (舞鶴市域を除く)
T：洪水到達時間(min)		

※京都降雨強度式については安全側の観点から、降雨強度式の大きくなる値を採用している。

確率規模 1/10 まで・・・全資料 (n=67 個) による

確率規模 1/30 以上・・・上位 N/10 個 (n=7 個) による

なお、年超過確率とは、超過確率年の逆数をいう。

3.8.3 土砂混入率

砂防工事を施行する溪流では、土砂を含有した流水を対象とするため、土砂混入率を乗じて計画高水流量を決定する。

(京都府)

【運用】

土砂混入率とは、流水中に含有する土石の割合を百分率で表したものであり、表 3-6 による。

表 3-6 土砂混入率

工 種		土砂混入率
土砂調節のための砂防堰堤		15%
流路工	上流の砂防工事が計画流出土砂量に対して原則として50%以上完了している場合	10%
	上流の砂防工事が施工済みの場合	5%

$$\alpha = \frac{r' - r}{d - r} \quad \dots 2.3-(2)$$

ここで、 α : 土砂混入率

r : 清水の比重 (1.0)

r' : 流水の比重

d : 砂礫の比重

3.8.4 堰堤の計画高水流量

比較的流域面積が小さく、流域に貯留現象がない場合は、計画高水流量はラショナル式によって計算する。

(京都府)

【運用】

$$Q = Q' \cdot (1 + \alpha) \quad \dots 2.3-(3)$$

$$Q' = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A \quad \dots 2.3-(4)$$

ここで、 Q : 計画高水流量 (m³/s)

Q' : ラショナル式によって求めるピーク流量 (m³/s)

α : 土砂混入率 (15% : 表 3-6)

f : 流出係数

r : 洪水到達時間内の平均雨量強度 (mm/hr)

A : 流域面積 (km²)

(1) 洪水到達時間（クラーヘン式）

洪水到達時間は流域最遠点に降った雨がその流域の出口に達するまでに要する時間であり、クラーヘン式によって計算する。(京都府)

【運用】

水系砂防計画の洪水到達時間については、クラーヘン式を使用して算出する。

洪水到達時間 T は、降雨が水路に入るまでの時間（流入時間： T_0 ）と水路の中を下流端に達するまでに要する時間（流下時間： T_1 ）の和とする。

$$T = T_0 + T_1 \quad \dots 2.3-(5)$$

$$T_1 = L/W_1 \quad \dots 2.3-(6)$$

ここで、 T ：洪水到達時間（min）

T_0 ：山腹斜面から河道まで流入する時間（表 3-7）

T_1 ：河道の流下時間（河道勾配が急変している場合は勾配毎に求める）

L ：常時河谷をなす最上流点より流域末端までの水平距離（ H 、 L は 1/5,000 または 1/2,500 の地形図より求める）

H ：常時河谷をなす最上流点から流量を測定しようとする地点までの高低差

W_1 ：洪水到達速度（表 3-8）

表 3-7 洪水流入時間 T_0

流入域面積(km ²)	流入時間
～0.3 以下	10 分
0.3～0.7	15 分
0.7～1.2	20 分
1.2～1.6	25 分
1.6～2.5	30 分

表 3-8 洪水流出速度 W_1

流路勾配(I)	洪水流出速度 W_1	
$H/L \geq 1/100$	3.5 m/s	210m/min
$1/100 > H/L \geq 1/200$	3.0 m/s	180m/min
$1/200 > H/L$	2.1 m/s	126m/min

3.8.5 溪流保全工（流路工）の計画高水流量

(1) 計画の規模

溪流保全工（流路工）の計画の規模は、計画対象流域の大きさ、その対象となる区域の社会的・経済的重要性、想定される被害の量、質、過去の災害履歴、事業効果等を総合的に考慮し、上下流、本支流のバランスが保持され、かつ、他の同程度の重要度を持つ河川や溪流と均衡が保たれるよう計画降雨量の超過確率年で評価する。

（京都府）

【運用】

溪流保全工（流路工）を計画する場合、おおよその基準として、河川を重要度に応じてA級、B級、C級、D級及びE級の5段階に区分し、その区分に応じた計画降雨の規模を使用することが望ましい（表 3-9）。

本府では以下の計画規模を満足させること。

- ①都市部…………… 1/50
- ②氾濫区域内にかなりの家屋がある場合…………… 1/30
- ③氾濫区域内のほとんどが水田等で、家屋がほとんどない場合…… 1/10

なお、河川事業等に比べ同程度の溪流（砂防指定地内河川を含む）では、想定される被害の量及び質が非常に大きいため、砂防で改修する河川は暫定改修は行わないことを原則とし、その計画の規模は下流法河川の計画規模（暫定計画ではなく将来計画とする）及び他の同程度の重要度を持つ河川や溪流の計画規模に配慮したものでなければならない。

上記①②の地形条件の場合、相当する計画規模の超過確率年を用いなければならないが、住宅地等の背後地の影響により断面を確保し難い場合については、10年確率流量の断面まで縮小できる。

また、法河川については上記のことを勘案の上、河川管理者と協議を行わなければならない。

表 3-9 河川の重要度と計画の規模

河川の重要度	計画の規模 (S) (計画降雨量の超過確率年)	河川の種類 (例)
A 級	$200 \leq S$	1 級河川の主要区間
B 級	$100 \leq S < 200$	
C 級	$50 \leq S < 100$	1 級河川のその他の区間、2 級河川、都市河川
D 級	$10 \leq S < 50$	一般河川
E 級	$S < 10$	

ただし、特に著しい被害を被った地域にあつては、この既往洪水を無視して計画の規模を定めることは一般には好ましくない。したがって、このような場合にはその被害の実態等に応じて民生安定上、この実績洪水規模の再度災害が防止されるように定めるのが通例である。

(2) 計画高水流量

比較的流域面積が小さく、流域に貯留現象がない場合の計画高水流量は、ラショナル式によって計算する。(京都府)

【運用】

$$Q = Q' \cdot (1 + \alpha) \quad \dots 2.3-(7)$$

$$Q' = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A \quad \dots 2.3-(8)$$

ここで、Q：計画高水流量 (m³/s)

Q'：ラショナル式によって求めるピーク流量 (m³/s)

α：土砂混入率 (表 3-6)

10% 砂防工事が50%以上完了している場合

5% 砂防工事が施工済みの場合

f：流出係数

r：洪水到達時間内の平均雨量強度 (mm/hr)

A：流域面積 (km²)

(3) 洪水到達時間

洪水到達時間は流域最遠点に降った雨がその流域の出口に達するまでに要する時間である。洪水到達時間は、流路勾配 (1/18) を境に算定式をクラークヘン式とルチャーハ式に使い分ける。(京都府)

【運用】

洪水到達時間 T は、降雨が水路に入るまでの時間 (流入時間：T₀) と水路の中を下流端に達するまでに要する時間 (流下時間：T₁) の和とする。

☞参考III編 関連資料編 第14章 洪水到達時間の検討

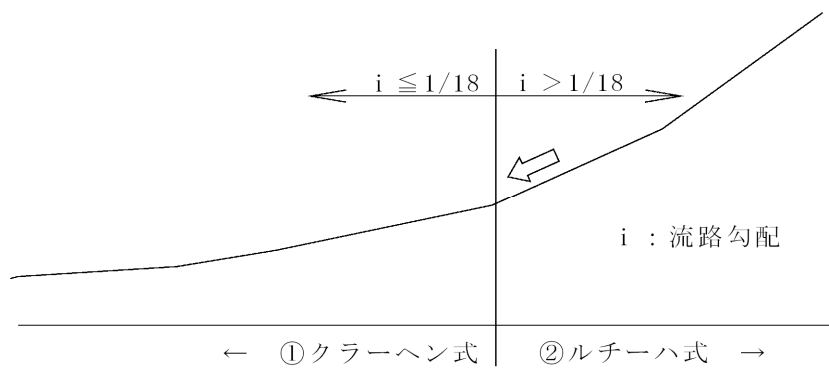


図 3-6 クラークヘン式とルチャーハ式の適用範囲

1) Kraven (クラーヘン) 式……………流路勾配 $i \leq 1/18$ に適用

「3. 8. 4 (1) 洪水到達時間 (クラーヘン式)」参照。

2) Rziha (ルチーハ) 式……………流路勾配 $i > 1/18$ に適用

$$T = T_0 + T_1 \quad \dots 2.3-(9)$$

$$T_1 = L/W_1 \quad \dots 2.3-(10)$$

$$W_1 = 20 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6} \text{ m/sec} = 1200 \left(\frac{H}{L} \right)^{0.6} \text{ m/min} \quad \dots 2.3-(11)$$

ここで、T：洪水到達時間 (min)

T_0 ：山腹斜面から河道まで流入する時間

T_1 ：河道の流下時間 (河道勾配が急変している場合は勾配毎に求める)

L：常時河谷をなす最上流点より流域末端までの水平距離 (H、Lは1/5,000 または1/2,500の地形図より求める)

H：常時河谷をなす最上流点から流量を測定しようとする地点までの高低差

W_1 ：洪水到達速度

第4節 流域・水系における土砂流送制御施設配置計画

4.1 総説

土砂流送制御施設配置計画は、水系砂防計画及び土石流対策計画に基づき、土砂の流送区間において流出する土砂を制御することを目的として、砂防設備の配置について計画するものとする。

土砂流送制御施設配置計画の策定に当たっては、各施設の配置目的を明確にし、各施設の機能が有効に発揮されるように計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.1)

【解説】

土砂流送制御のための施設には、流出土砂の捕捉、調節などのための砂防堰堤や遊砂地などがある。

土砂流送制御施設配置計画は、土砂の流送区間において、これら施設を適切に配置することにより策定される。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.1<解説>)

4.2 砂防堰堤

土砂流送制御施設としての砂防堰堤は、①「土砂の流出抑制あるいは調節」、②「土石流の捕捉あるいは減勢」を目的とした施設であり、その形式には、不透過型及び透過型がある。計画に際しては、施設を設置する目的に応じて、施設の形式、規模及び構造などを選定するものとする。土砂流送制御施設としての砂防堰堤の設置位置は、砂防堰堤に期待する効果と地形などを勘案し、狭窄部でその上流の谷幅が広がっているところや支川合流点直下流部などの効果的な場所に設置するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.2)

【解説】

土砂流送制御施設配置計画における砂防堰堤は、土砂流送制御の目的に加えて土砂生産抑制も目的として計画される場合が多い。

流出土砂の抑制を目的とする砂防堰堤は、堆積容量に流出土砂を貯留させることで、土砂の流出抑制機能を発揮する。この機能は堆砂によって失われるので、計画上これを見込む場合は除石などにより機能の回復を行う必要がある。

砂防堰堤の堆砂域では、多量の土砂の流入があると、砂防堰堤がないときの溪床と比較して、溪床勾配が緩くなるため、溪床幅が広くなり、一時的に安定勾配（静的平衡勾配に近い）より急な勾配（動的平衡勾配）で土砂が堆積する。流出土砂の調節を目的とする砂防堰堤はこの機能を活用して、流出土砂の調節を行うものである。また、土砂調節を目的とする透過型砂防堰堤は、格子等により大粒径の石などを固定したり、洪水をせき上げることにより流出土砂量及びそのピーク流出土砂量を調節する。なお、透過型砂防堰堤は透過部断面より溪流の連続性を確保することができる。

砂防堰堤の設置については、構造物の安全、特に基礎の洗掘、袖部地山の流失防止のために、溪床及び溪岸に岩盤が存在する場所に計画することが望ましい。また、単独の砂防堰堤にするか、連続する低堰堤群にするかは、その地域の土砂流送形態の特性、施工、維持の難易により選定される。

砂防堰堤は、その形式、構造及び材料によって分類される。形式・構造・材料の選定に当たっては、周辺環境や経済性などを基に検討する。

砂防堰堤の形式には、透過型と不透過型があり、構造には重力式、アーチ式などがある。また、材料にはコンクリート、鋼材、ソイルセメントなどがある。

なお、原則として透過型砂防堰堤は、山脚固定の機能を必要とする場所には配置しない。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.2<解説>)

4.2.1 土砂調節のための透過型堰堤

(1) 目的

土砂調節のための透過型堰堤は、洪水を堰上げることによる流出土砂量及びそのピーク流出土砂量の低減、中小洪水時及び平常時における溪流の連続性の確保を目的とする。

なお、閉塞によって土石流を捕捉することを目的としないことに留意する。

(京都府)

【運用】

土砂調節のための透過型堰堤は、流出土砂を一時的に堆積させ、洪水流出土砂量及び洪水期間中のピーク流出土砂量を低減（調節）させる。つまり、洪水時は堰上げにより堰堤上流の流速、土砂輸送能力を低下させて堆砂を促進させるが、洪水後半（減水期）及び洪水後の中小洪水を含む平常時には、一度堆積した土砂を流出させる。

また、自然の流水だけで堆砂・排砂を繰り返すので除石を実施せずともその効果を維持できる。

(2) 透過型堰堤の選定

施設設計においては、対象とする土砂流出特性、下流河道の特性及び溪流に求められる連続性を考慮して、適切な種類の透過型堰堤を選定する。

なお、鋼製透過型堰堤は土石流の捕捉を目的としたものであるため、土砂調節区間で用いてはならない。

(京都府)

【運用】

1) コンクリートスリット堰堤

コンクリートスリット堰堤は、コンクリート堰堤堤体に流水及び土砂を通過させる開口部を設けたもので、開口部が細長い形状（スリット）をしているものである。スリットは、流出する土砂により閉塞せず、洪水時には堰上げが生じるように設計する。

2) 大暗渠堰堤

コンクリート堰堤の堤体の一部に暗渠を設置したもので、洪水の堰上げにより流砂量を調節するものである。

(3) 堰堤の配置

土砂調節のための透過型堰堤は、掃流区域に設置する。

(京都府)

【運用】

透過型堰堤は出水後半に堆積した土砂の流出が起こるため、堰堤下流に十分な堆砂空間を確保できるような位置に計画することが望ましい。保全対象が近い場合には、その区間が河床上昇を生じ、土砂・洪水氾濫を引き起こすことが予想されるので、下流の保全対象の安全を確保できる位置に透過型堰堤を設置することを原則とする。

保全対象の直上流に設置する場合には、透過型堰堤の直下流の溪床勾配を緩和するための遊砂地、不透過型堰堤を配置する等、出水後半に土砂が急激に流出しないように留意する。

4.3 床固工

「第3節3.4 床固工」を参照

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.3)

4.4 帯工

「第3節3.5 帯工」を参照

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.4)

4.5 水制工

水制工は、流水の流向を制御したり、流路幅を限定することにより、溪岸の侵食・崩壊を防止する施設である。なお、水制工は流勢を緩和して土砂の堆積を図り、溪岸を保護する機能も有する。

水制工は、原則として溪流の下流部、あるいは砂礫円錐地帯、扇状地などの乱流区間で、溪床勾配が急でないところに計画するものとする。ただし、溪流上流部においても、流水の衝撃に起因する崩壊の拡大などを防止するため、必要な場合には崩壊地の脚部などに設けるものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.5)

【解説】

崩壊の脚部など、片岸に水制を設ける場合には、対岸が水衝部となることが多いので対岸の状況などに留意する必要がある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.5<解説>)

【運用】

次のような目的の場合に水制工を計画する。

- (1) 流水の方向を変えて横侵食を防止する。
- (2) 流勢を緩和して、土砂の堆積を図り、護岸工の保護をする。
- (3) 流路幅を限定し乱流偏流を防止して横侵食を防ぐ。

また、流水が水制の天端を越流するか否かによって越流水制と非越流水制に分けられる。砂防工事としての水制は一般に非越流水制とする。

4.5.1 水制工の位置

- (1) 水制工は、一般に溪流の下流部または砂礫円錐地帯の溪床幅が大で溪床勾配の急でない箇所に計画する。
- (2) 直線に近い地域で兩岸に水制を計画する場合、水制の頭部を対立させ、その中心線の延長が中央で交わるように位置を定める。
- (3) 溪流上流部においても、溪流沿いの水流の衝撃に起因する崩壊の脚部等に水制を設け、水流を遠ざけて崩壊の増大を阻止する。

(京都府)

【運用】

水制工は一般に溪流の下流部、あるいは砂礫円錐地帯の乱流区域に計画することが多く、かかる区域では左右兩岸対象の位置に計画して各水制頭部間の新水路河床を水流で低下させ、同時に水制間で土砂を堆積させ、流路が固定するに及んでは水制頭部を導流工あるいは護岸工で連結させ、整治を完了するとされている。

荒廃溪流の上流部においては、水制工を計画することはまれであるが、有利な場合が相当ある。すなわち、短区間の崩壊地においては、崩壊の上流端に下向き非越流水制を一つ計画し、水流を崩壊の脚より遠ざけることによって、崩壊の増大を防止することができる。

また、崩壊地が長区間にわたる場合は、多数の非越流水制を計画する。一般に崩壊箇所に対しては片岸のみ計画するケースが多い。

4.5.2 方向

溪流においては上向き水制が有利であるが、一般に直角水制を用いることが多い。角度をつける場合は、流線またはその接線に対して 70° ～ 90° の間とする。

(京都府)

【運用】

直角水制においては水制間の中央に土砂の堆積を生じ、頭部における溪床の洗掘は比較的弱い。

下向き水制においては水制間の砂礫堆積は直角水制より少なく、また頭部の洗掘は最も弱い。

上向き水制の場合は水制間の砂礫の堆積は溪岸や水制に沿い前二者よりもはるかに多いが、頭部の洗掘作用は最も強い。

溪流において水流が水制を越流する場合、直角水制においては偏流を生ずることはないが、下向き水制では岸に向かって偏流し、上向き水制では溪流の中心に向かって偏流する。したがって、一般には越流下向き水制はできる限り避けるべきである。

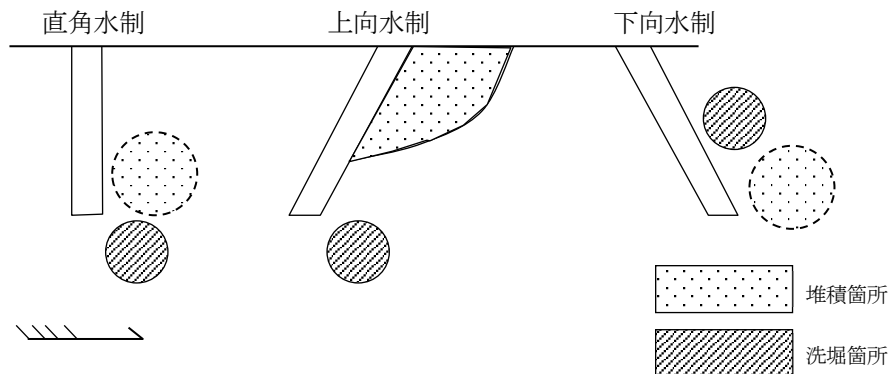


図 4-1 水制の向きと堆積・洗掘

4.6 護岸工

「第3節3.6 護岸工」を参照

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.6)

4.7 遊砂地工

遊砂地工は、掘削などにより溪流の一部を拡大して土砂などを堆積させることで、流送土砂の制御を行う施設である。遊砂地工は、一般に谷の出口より下流側において土砂を堆積する空間を確保できる区域に設置するものとする。また、遊砂地工は、上流に砂防堰堤、下流端に床固工などを配置するほか、低水路、導流堤、砂防樹林帯などを適切に組み合わせて計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.7)

【解説】

流木が遊砂地工から流出するおそれがある場合は、下流端の床固工を流木捕捉機能を備えた構造とするなど流木対策施設の配置を検討するものとする。

除石を行うことにより、土砂流出制御機能を見込む場合には一般的に砂溜工という。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.7<解説>)

4.8 溪流保全工

「第3節3.7 溪流保全工」を参照

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.8)

4.9 導流工

導流工は、土石流などが氾濫して保全対象を直撃することがないように、土石流などを安全に下流域に導流する施設である。土石流などは保全対象の上流側において捕捉・堆積させることが原則であるが、地形条件などによりそれにより難しく、下流域に安全に土石流を堆積させることができる空間がある場合には導流工を計画するものとする。導流工は原則として掘り込み方式とし、土石流などの捕捉のための砂防堰堤又は遊砂地工を設けた後、それらの下流側に接続し、土石流などを安全に堆積させることができる空間に導流するように計画するものとする。

なお、現地条件により掘り込み方式とすることが困難な場合には、土石流などの流向を制御し安全に下流域に導流するため、導流堤を設置することができる。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.9)

【解説】

導流工は、流出土砂の粒径などを十分検討し、導流工内で堆積が生じて越流、氾濫しないように計画しなければならない。

なお、計画の土石流が上流側で十分処理される場合は通常の溪流保全工を計画する。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第3節3.9<解説>)

4.10 計画諸元

「第3節3.8 計画高水流量」参照

(京都府)

第5節 流域・水系における流木対策施設配置計画

5.1 総説

流木対策施設配置計画は、流木対策計画に基づき、土砂の生産・流送に伴い流木が発生、流下する区間において、土砂の発生やその流下形態に応じた流木の挙動を考慮し、計画流木量に応じて、流木対策施設を適切に配置するように策定するものとする。

流木対策施設は、大別して、流木の発生防止を目的とする流木発生抑制施設及び発生した流木を溪流などで捕捉し下流への流出防止を目的とする流木捕捉施設からなる。

なお、流木対策施設は、土砂生産抑制施設配置計画、土砂流送制御施設配置計画などで配置する砂防設備との整合を図るものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第4節4.1)

5.2 流木対策の手法

流木の対策には、施設による対策と施設によらない対策があるが、原則として施設による対策を基本とする。流木対策施設は流出土砂対策施設と密接な関係を持つ。

(京都府)

【運用】

施設による対策には、大別して流木の発生防止を目的とするもの（流木発生抑止）と、発生した流木を溪流や河道で捕捉し下流への流出防止を目的とするもの（流出捕捉）とがあり、これらの施設は、流出土砂対策施設と密接な関連を持つ。

土石流区間では流木対策施設、流出土砂対策施設は、それぞれ流木だけ、土砂だけを捕捉するのではなく、いずれをも捕捉することから、両者の効果量を適切に評価することが必要である（「第1章第3節3.7 土石流・流木処理計画」参照）。

5.3 流木対策施設

流木対策施設は、土石流の発生やその流下形態に応じた流木の挙動を考慮する。
 流木対策堰堤は、流出流木の抑制等その目的に応じて位置及び高さを定める。
 また、流木の規模及び量に対して適切な施設形状を選定する。

(京都府)

【運用】

流木対策堰堤は、大別して流木の発生防止を目的とするもの（流木発生抑止）と、発生した流木を溪流や河道で捕捉し下流への流出の防止を目的とするもの（流木捕捉）とがあり、これらの施設は、流出土砂対策のための施設と密接な関連を持つ。

対策施設は土石流と同時に流木を捕捉する方式と流木のみを捕捉する方式に分類され、計画流域からの流出形態を考慮して総合的に検討しなければならない。

流木発生抑止のための施設には、主に崩壊地等の流木・土砂の生産源地域に設ける斜面安定工、土石流が発生・流下・堆積する区間（以下、土石流区間という）に設ける護岸工、床固工、堰堤、及び主に溪流の土砂が掃流状態で運搬される区間（以下、掃流区間という）に設ける流路工、護岸工等がある。

なお、本堤で土石流のすべてが捕捉されると想定される場合は、土石流区間で副堤に設置される流木捕捉工は掃流化区間として扱う。

流木捕捉のための施設には、過去に発生し山腹斜面等に堆積した倒木が溪流に流入するのを防止するために山腹斜面に設ける流木止工、主に土石流区間に設ける透過型堰堤、部分透過型堰堤、遊砂地（砂溜工を含む）＋流木止工等がある。

なお、図 5-1 に一般的な流木対策施設の種類を、図 5-2 に流木対策施設配置の概念を示す。また、流木捕捉工は鋼管構造の既製品を堰堤に付加するタイプが主流となっている。

☞参考Ⅲ編 関連資料編 第5章 鋼製砂防構造物関係資料

流木対策施設	山腹斜面	流木発生抑止工：斜面安定工 流木捕捉工：流木止工
	土石流区間	流木発生抑止工：斜面安定工、護岸工、床固工、堰堤等 流木捕捉工：透過型堰堤、流木止工
	掃流区間	流木発生抑止工：堰堤、床固工、護岸工 流木捕捉工：流木止工、遊砂地＋流木止工、不透過型堰堤＋流木止工

図 5-1 流木対策施設の種類

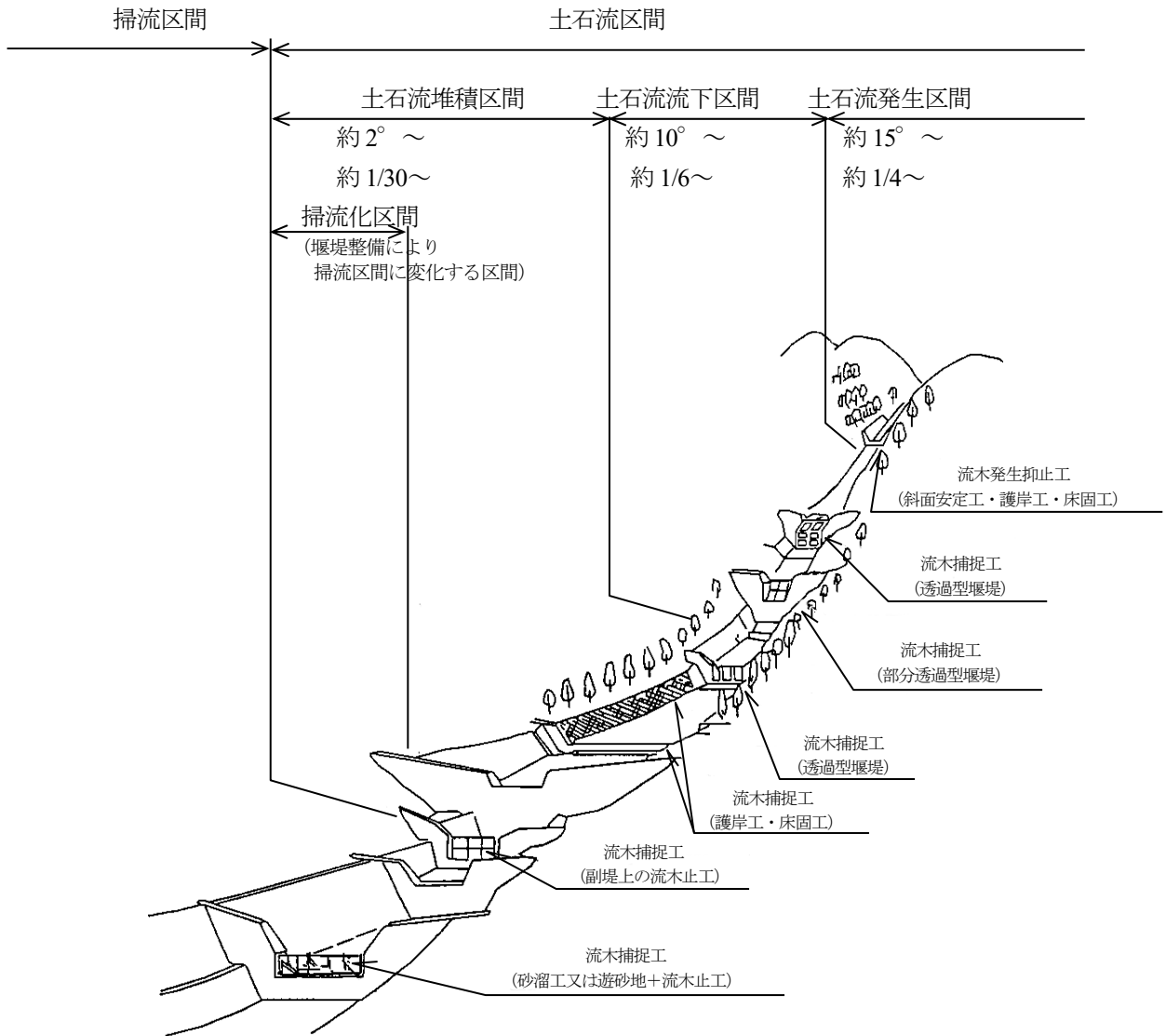


図 5-2 流木対策施設配置の概念図

5.3.1 流木発生抑制施設

流木発生抑制施設は、山腹、溪岸、溪床などを保護して土砂の生産を防止することにより、土砂とともに流出する流木の発生を防止・軽減する施設であり、土砂及び流木の発生源に計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第4節4.2.1)

【解説】

流木発生抑制のための施設には、主に崩壊地などの流木・土砂の生産源地域に設ける山腹保全工など、土石流が発生、流下する区間に設ける山腹保全工、砂防堰堤、床固工、護岸工など、及び主に溪流の土砂が掃流形態で運搬される区間に設ける溪流保全工、護岸工などがある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第4節4.2.1<解説>)

5.3.2 流木捕捉施設

流木捕捉施設は、土砂とともに流出する流木を捕捉する施設であり、倒木が堆積した山腹の斜面、あるいは土砂及び流木の流下する溪流において計画するものとする。なお、土石流区間と掃流区間とは、施設の捕捉機能に違いがあることに留意し計画するものとする。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第4節4.2.2)

【解説】

流木捕捉施設は、土石流区間では土砂と流木を一体で捕捉するが、掃流区間では流木を土砂と分離して捕捉する。

流木捕捉のための施設には、山腹などに堆積した倒木が溪流に入るのを防止するために山腹に設ける流木止工、土石流区間に設ける透過型砂防堰堤、部分透過型砂防堰堤等、また、掃流区間での不透過型砂防堰堤の副堰堤や遊砂地工下流端などに設置される流木止工、透過型砂防堰堤などがある。

(河川砂防技術基準同解説 計画編(H17.11) 施設配置計画編 第3-2章第4節4.2.2<解説>)

土石流区間で発生した流木が下流域の掃流区間まで流下する場合や、下流域の掃流区間で発生する流木の場合は、土砂と分離して流下するため、掃流区間での流木捕捉施設は主に流木を捕捉できる施設とし、土砂流出対策施設と併設して設ける。

以下に掃流区間で計画される流木対策施設を示す。

1) 不透過型砂防堰堤+流木止め工（副堰堤等に設置）

流出土砂の抑制・調節や、河道の流路固定を図るとともに、流木の捕捉を期待する場合に適応する。

2) 遊砂地（砂溜工）+流木止め工

流出土砂の貯留や調節を図るとともに、流木の捕捉を期待する場合に適応する。

3) 流木止め工（単独設置）

流木の捕捉のみを期待する場合、または緊急時の流木対策に適応する。



図 5-3 掃流区間に設置された流木捕捉工

(鋼製砂防構造物設計便覧(H21.9) 5章 5.3.3)

第3章 除石（流木の除去を含む）計画

第1節 総説

土石流・流木対策施設が十分機能を発揮するよう、土石流等の発生後や定期的に堆砂状況等の点検を行い、必要に応じて除石（流木の除去を含む）等を行う。

また、土石流・流木処理計画上、除石（流木の除去を含む）が必要となる場合は、搬出路を含め、あらかじめ搬出方法を検討しておくものとする。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第5節）

【解説】

土石流・流木処理計画上、除石が必要となる場合は、搬出路の敷設等土砂及び流木の搬出方法や搬出土の受入先、除石（流木の除去を含む）の実施頻度等の除石（流木の除去を含む）計画を土石流・流木処理計画で検討する必要がある。なお、溪床堆積土砂移動防止工は除石（流木の除去を含む）を原則として行わない。

また、除石（流木の除去を含む）には、土石流発生後等の緊急的に実施する「緊急除石（流木の除去を含む）」と、定期的な点検に基づいて堆積した土砂及び流木を除去する「定期的な除石（流木の除去を含む）」とがある。その基本的な考え方は、以下に示すとおりである。

(1) 緊急除石（流木の除去を含む）

土石流発生等の出水により捕捉された土砂及び流木を緊急的に除石することは、砂防堰堤の計画捕捉量・計画堆積量を確実に確保する観点から重要である。

このため、土石流発生後等に土石流・流木対策施設の捕捉状況について臨時点検を行い、必要に応じて次期出水にそなえて緊急に除石（流木の除去を含む）を実施する。

(2) 定期的な点検に基づく除石（流木の除去を含む）

定期的な点検に基づく除石（流木の除去を含む）は、堆積する土砂及び流木等から主として、計画堆積量を確保するために行うものである。

土石流・流木対策施設について定期的に点検を行い、その結果、土石流・流木処理計画上で必要としている計画捕捉量・計画堆積量を確保する必要が生じた場合に除石（流木の除去を含む）を実施する。

なお、除石を実施する際に、透過部断面を閉塞した礫がほぐれて突発的に下流へ流出する危険があるため、除石は直下から行わず、原則として上流から実施する。

（砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説(H28.4) 第5節〈解説〉）

■砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 国総研資料第904号 Q&A/No.45

質問：除石を行うに当たって、搬出路は必要なのでしょうか？

回答：管理用道路は必ずしも必要ではありません。仮設道路等でも可能と考えておりますが、実行可能な除石計画である必要があります。そのため、どのような手段で土砂（流木を含む）を除去し、どのように運搬しておくかをあらかじめ決めておく必要があります。

【運用】

計画上、除石管理高は施設効果量＝計画流出量となる位置に設定し、現場の管理においては、水通し天端高からの下がりで設計し、施設効果量 \geq 計画流出量となるよう、設定する。

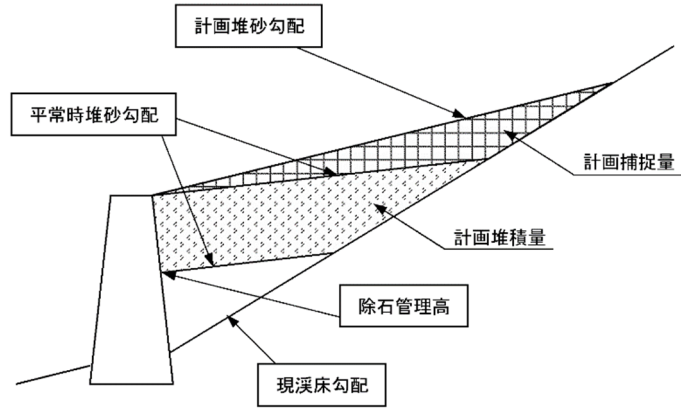


図 1-1 除石管理高

第2節 維持管理

2.1 土石流対策施設

土石流対策施設が十分機能を発揮するよう、定期的及び出水の後に、堰堤堆砂状況等施設の点検を行い、必要な処置を講ずる。

(京都府)

【運用】

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、不透過型堰堤では、定期的または出水後に堆砂状況を調査する。

透過型堰堤についても、流木等によって閉塞しないよう管理する。土石流発生後は、施設の被害を調査し、必要な処置を講ずる。

なお、詳細については、「参考Ⅰ編基準・指針編 第3章第8節 除石管理」を参照のこと。

2.2 流木対策施設の維持・管理

2.2.1 流域の状況変化の点検と調査

対象流域の流木発生源の森林等状況が大きく変化したり、大きな変化が予想される場合には補足調査を行い適切な対策を講ずる。

(京都府)

【運用】

流木の主な発生源である上流域の樹木は年々生長するものであり、さらに伐採、植林、台風、山火事、火山噴火、病虫害の発生によっても林相が大きく変化したり、倒木や枯木が増加することがある。このため、定期的な調査の他に、流木の発存量、発生場所、大きさ等が当初の計画と大幅に変化する可能性があるような重大な現象の発生後は流木発生源調査を行う必要がある。これらの補足調査の結果をもとに当初の流木対策計画で十分かどうか検討を行い、必要に応じて流木対策施設の増設等の処置をとる。

2.2.2 流木対策施設の点検・補修と流木の除去

流木対策施設が十分に機能を発揮できるように、定期的あるいは出水の後に流木の対策施設の点検を行い必要な処置を講ずる。特に、流木捕捉工に捕捉された流木、土砂、ゴミ等は必要に応じて除去する。また、出水後に溪流等に堆積している流木についても、調査の上必要に応じて除去する。

(京都府)

【運用】

流木対策施設が施工された後は、その機能を保持させるために流木対策施設の点検・維持が必要である。流木対策施設について定期的あるいは出水後に点検を行い、流木止に流木等が詰まっている場合には取り除いたり、鋼製流木止に著しい部材変形等が生じている場合には、その補修など所要の対策について検討する。

また、出水後に溪岸や溪床に流出して堆積している流木のうち、次回の出水でさらに下流へ流出して災害を引き起こす可能性のあるものについては除去することが必要である。