

第3章 砂防施設の計画

第1節 砂防施設配置計画（総説）

1. 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対策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。

砂防施設配置計画は、砂防基本計画に基づき、合理的に定めるものとし、実施に際しては、その効果が最も有効に発揮されるよう順位を考慮しなければならない。

解説

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、表 9-3-1に整理する。

表 9-3-1 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	砂防堰堤、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	砂防堰堤、床固工、帯工、護岸工、水制工、溪流保全工、導流工、遊砂地工

砂防施設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、山腹保全工等がある。機能別に分類すると次のようになる。

- | | | |
|--------------|---|--------------------------------|
| 土砂生産抑制施設配置計画 | } | 水源地域における土砂生産抑制 … 山腹保全工、砂防堰堤 |
| | | 溪岸からの土砂生産抑制 …… 砂防堰堤、床固工、護岸工 |
| | | 河道における土砂生産抑制 …… 砂防堰堤、床固工、溪流保全工 |
| 土砂流送制御施設配置計画 | } | 河道における流出土砂抑制 …… 砂防堰堤、遊砂地工 |
| | | 河道での流出土砂調節 …… 砂防堰堤、床固工 |
| | | 河道での流出土砂捕捉 …… 砂防堰堤、遊砂地工 |

2. 土砂生産抑制施設配置計画

2.1 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。

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、溪流保全工等の砂防施設を適切に組み合わせて策定される。

2.2 山腹保全工

2.2.1 総 説

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等において切土・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等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。

解 説

崩壊地とは、山腹崩壊に起因した裸地等のことをいう。

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等のことをいう。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。

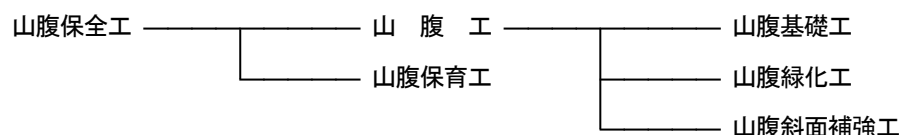


図 9-3-1 山腹保全工の体系図

山腹保全工事は、山腹の荒廢地に土木的工事を補手段として植生を導入し、植生によって水源地域における土砂生産の抑制を図るものである。

山腹保全工事の成否を決定する最も重要な事項は、植栽樹種の選定と攻守の選定及び配置であり、このために現地の地形、地質、土壌、気象等の諸条件について調査し、十分検討した後、これらの事項を決定しなければならない。

山腹保全工として代表的なものは、以下に示すとおりであり、一般に山腹保全工は、これらの工種の組み合わせによって行われる。

- | | | | | | |
|-------|--------|-------|-------|-------|------|
| ① 谷止工 | ② のり切工 | ③ 土留工 | ④ 水路工 | ⑤ 暗渠工 | ⑥ 柵工 |
| ⑦ 積苗工 | ⑧ 筋工 | ⑨ 伏工 | ⑩ 実播工 | ⑪ 植栽工 | |

また、地帯分類別の留意点は表 9-3-2のとおりである。

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。

表 9-3-2 地帯区分別の留意点

地帯分類	留意点
積雪地帯	なだれのため、山腹保全工は困難であるので主として溪間工事を行う。山腹保全工を行う場合には、階段幅を広くし、柵工等を併用する。
凍土地帯	溪流工事を十分にいき、山腹保全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、山腹保全工は排水工を十分に行うこと。
多雨三・四紀層地帯	溪流工事を少なくし、低い谷止工、護岸工等を行うこと。山腹保全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、山腹保全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	山腹保全工事に重点を置き、全面被覆を図ること。

2.2.2 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等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等を十分に調査し、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、周辺植生等との調和に十分配慮するものとする。

解 説

(1) 山腹基礎工

山腹基礎工は、切土、盛土や谷止工等の構造物の設置により山腹斜面の安定を図るとともに、水路工等で、表面流による斜面等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、筋工等の工法も含まれる。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の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等により、斜面そのものの崩壊抵抗力を高めるものである。

崩壊地等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等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、一つの崩壊地等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等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等、山腹工と砂防堰堤や溪流保全工を組み合わせて計画することがある。

2.2.3 山腹保育工

山腹保育工は、山腹工施工後の山腹の斜面等において、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等を行うものである。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。

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等と異なり、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等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等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、山腹工施工地等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等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。

2.3 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等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等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等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。

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、山腹の崩壊等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等を行って、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等河床変動計算や水理模型実験等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、その型式、構造及び材料によって分類される。型式・構造・材料の選定に当たっては、安全性や周辺環境、経済性等を基に検討する。

砂防堰堤の型式には透過型と部分透過型、不透過型があり、構造には重力式、アーチ式等がある。また材料には、コンクリート、鋼材、砂防ソイルセメント等がある。

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り、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。

2.4 床固工

床固工は、溪床の縦侵食防止、溪床堆積物の再移動防止により溪床を安定させるとともに、溪岸の侵食又は崩壊等の防止又は軽減を目的とした施設である。なお、床固工は、護岸工等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 溪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 溪岸の侵食、崩壊及び地すべり等の箇所においては、原則としてその下流に計画する。

解 説

床固工の高さは、通常の場合 5 m 程度以下である。

また、床固工は、流水の掃流力等による溪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等の発生を抑制する機能や溪床の低下の防止と溪床勾配の緩和、乱流防止により溪岸の侵食・崩壊を防止・軽減する機能を有する。

溪岸侵食・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等の検討を行い、溪床溪岸の安定を図る。

2.5 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溪床高とし、落差を与えないことに留意するものとする。

2.6 護岸工

護岸工は、溪岸の侵食・崩壊等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、水衝部等の溪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。

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。

2.7 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等において、乱流・偏流を制御することにより、溪岸の侵食・崩壊等を防止するとともに、縦断勾配の規制により溪床・溪岸侵食等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、水制工等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、拡幅部や狭窄部等の自然の地形等を活かし、必要に応じて床固工、帯工、水制工、護岸工等を配置するよう計画するものとする。

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。

3. 土砂流送制御施設配置計画

3.1 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。

解 説

土砂流送制御のための施設には、流出土砂の捕捉、調節等のための砂防堰堤や遊砂地、土石流堆積工（土石流分散堆積地、土石流堆積流路）等がある。

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。

3.2 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、その型式には、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、施設の型式、規模及び構造等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等を勘案し、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等の効果的な場所に設置するものとする。

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（流木の除去を含む）により機能の回復を行う必要がある。砂防堰堤の堆砂敷では、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等を固定したり、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。

土石流を捕捉し減勢させることを目的とした砂防堰堤は、砂防堰堤が満砂の状態である場合には、一時的に安定勾配より急な勾配で土石流を堆砂敷に堆積させて、これを捕捉する。堆積容量を活用する場合には、堆積容量に土石流を捕捉することで土石流の捕捉機能を発揮するが、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（流木の除去を含む）により機能の回復を行う必要がある。また、満砂の状態である場合、堆積容量を活用する場合ともに、溪床勾配を緩和させることにより、土石流形態から掃流形態に変化させて減勢させる機能も有している。

なお、土石流を捕捉し減勢させることを目的とする透過型及び部分透過型砂防堰堤は、土石流により透過部を閉塞させて土石流を捕捉することを基本とする。そのため、透過部断面の閉塞を必要とされない土砂調節のための透過型砂防堰堤は、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、土石流区間には設置しない。

3.3 床固工

本章第1節2.4 床固工を参照

3.4 帯工

本章第1節2.5 帯工を参照

3.5 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、扇状地等の乱流区間で、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等を防止するため、必要な場合には崩壊地の脚部等に設けるものとする。

解 説

崩壊の脚部等、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等に留意する必要がある。

3.6 護岸工

本章第1節2.6 護岸工を参照

3.7 堆積工

堆積工は、掘削等により溪流の一部を拡大して土砂等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、堆積工は、上流に砂防堰堤、下流端に床固工等を配置するほか、低水路、導流堤、砂防樹林帯等を適切に組み合わせて計画するものとする。

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等流木対策施設の配置を検討するものとする。

除石（流木の除去を含む）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。

3.8 溪流保全工

本章第1節2.7 溪流保全工を参照

3.9 導流工

導流工は、土石流等が氾濫して保全対象を直撃することがないように、土石流等を安全に下流域に導流する施設である。土石流等は保全対象の上流側において捕捉・堆積することが原則であるが、地形条件等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、土石流等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、土石流等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、土石流等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。

解 説

導流工は、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。

4. 流木対策施設配置計画

4.1 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等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等で配置する砂防設備との整合を図るものとする。

4.2 流木対策施設

4.2.1 流木発生抑制施設

流木発生抑制施設は、山腹、溪岸・溪床等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。

解 説

流木発生抑制のための施設には、主に崩壊地等の流木・土砂の生産源地域に設ける山腹保全工等、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、護岸工等、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、護岸工等がある。

4.2.2 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。

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、山腹等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等に設置される流木止工、透過型砂防堰堤等がある。

5. 火山砂防施設配置計画

5.1 総 説

火山砂防施設配置計画は、火山砂防計画に基づき、火山砂防地域において降雨及び火山活動に起因して発生する土砂災害を防止・軽減することを目的として、砂防設備等の配置について計画するものとする。火山砂防施設配置計画の策定に当たっては、対象としている土砂移動現象の特性、地域計画等を考慮して、工種・工法、施設規模を定め、砂防設備等を適切に配置するように策定するものとする。

降雨等に起因して発生する土石流等については、本章第1節2. 土砂生産抑制施設配置計画、3. 土砂流送制御施設配置計画、及び4. 流木対策施設配置計画に準じて策定するものとする。

火山活動に直接起因して発生する火山泥流については、火山泥流対策施設配置計画を策定するものとする。噴火時において緊急な対応が必要な場合には、状況に応じて無人化施工等の活用により、砂防堰堤等の堆砂敷内の除石、導流堤、遊砂地等を計画するものとする。

解 説

火山砂防施設とは火山砂防計画により計画された砂防堰堤、溪流保全工、床固工、帯工、護岸工、遊砂地工及び山腹工等をいう。対象とする現象のうち溶岩流、火砕流については、その規模、人為的な制御の実効性、事業の効率性を踏まえ、必要に応じ流出制御、導流等の機能を有する火山砂防施設を適切に組み合わせるが、発生場所や規模についての推定が困難であることが多いことに留意する必要がある。

5.2 火山泥流対策施設配置計画

火山泥流対策施設配置計画は、火山泥流が流下・堆積する区間において、侵食による火山泥流の発達を防ぐ生産抑制のための砂防設備、流出土砂の捕捉やピーク流量の減少といった流送制御のための砂防設備、また、導流や流木捕捉等の機能を有する砂防設備等を適切に組み合わせるが、発生場所や規模についての推定が困難であることが多いことに留意する必要がある。

なお、火山泥流対策施設配置計画は、本章第1節2. 土砂生産抑制施設配置計画、3. 土砂流送制御施設配置計画、4. 流木対策施設配置計画に準じて策定するものとする。

5.3 溶岩流対策施設配置計画

溶岩流対策施設配置計画は、溶岩流の規模、人為的な制御の実効性、事業の効率性等を踏まえ、必要に応じて、溶岩流の流出抑制、流向制御、導流等の機能を有する砂防設備等を適切に組み合わせ策定するものとする。

解 説

溶岩流の流出抑制とは、溶岩流の貯留によってその流出量を減少させることである。そのため溶岩流の流下区間に当たる溪流では、溶岩の貯留を目的とした砂防堰堤を計画する。また、溶岩流の流下・堆積区間では遊砂地等を計画する。

溶岩流の流向制御とは、溶岩流の流下方向を人為的に制御することであり、また、溶岩流の導流とは、溶岩流を安全なところまで導くことであり、これらのための主な工法として導流工等がある。

6. 総合土砂災害対策施設配置計画

6.1 総合土砂災害対策施設配置計画の基本

総合土砂災害対策施設配置計画は、総合土砂災害対策計画に基づき、輻輳して発生する土砂災害の防止・軽減を図ることを目的として、砂防設備、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設等の配置について、適切な施設配置となるよう計画するものとする。

6.2 都市山麓グリーンベルト施設配置計画の基本

都市山麓グリーンベルト施設配置計画においては、都市山麓グリーンベルト整備計画に基づき、樹林の整備・保全等を推進するため、砂防設備、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設等の配置について適切な施設配置となるよう計画するものとする。

解 説

都市山麓グリーンベルト整備計画は、都市山麓グリーンベルト整備構想に基づき、各種法令による樹林帯の開発規制、荒廃を防ぎ健全な樹林を維持するための育成方針とともに、必要に応じて土砂生産抑制・流送制御を図るため、山腹保全工や砂防堰堤工等の砂防設備、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設の整備に関する事項を定めるものであり、その施設配置に当たってはあくまで、健全な樹林の維持に主眼をおく必要がある。

また、施設配置を検討する際には、都市山麓グリーンベルト整備構想において定めた自然環境や景観のあり方と整合がとれていなければならない。

第2節 土石流・流木対策施設配置計画

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）抑制量を満たすように、土石流・流木対策施設を配置する。

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。併せて、自然環境や景観への影響について十分配慮するものとする。

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、計画で扱う土砂量等、土砂移動の形態、保全対象との位置関係を考慮して、土石流及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。

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ことで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等は土石流・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た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。

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。

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。土石流・流木対策施設の種類を図 9-3-2に示す。

【土石移動の区間】 【土石流・流木処理計】 【土石流・流木対策施設の種類の
画上的機能】

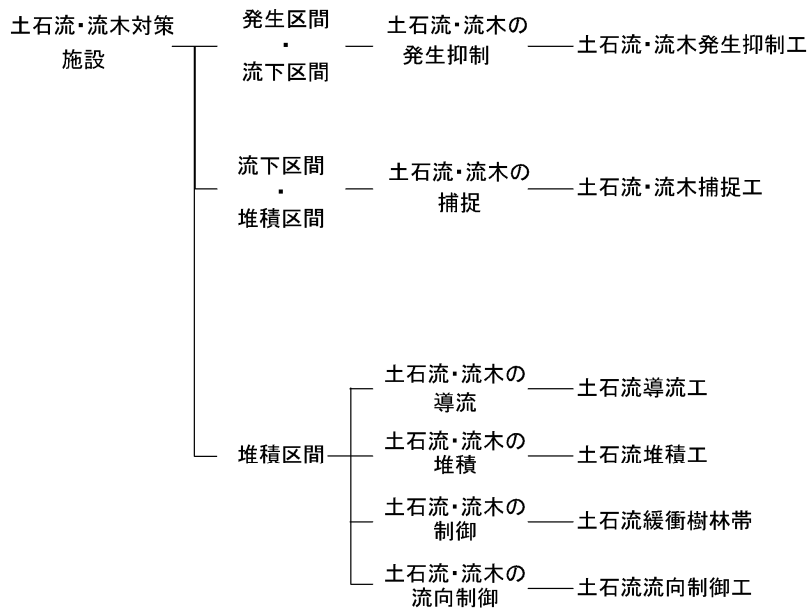


図 9-3-2 土石流・流木対策施設の種類の種類

3.1 土石流・流木捕捉工

土石流・流木捕捉工は、土石流及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。

解 説

土石流・流木捕捉工を計画・配置するにあたっては、想定される土砂及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）、流木の多寡等を想定し、型式・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、堆砂敷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・流木捕捉工と考える。土石流区間において流木捕捉工の設置が必要な場合は、砂防堰堤の副堰堤に流木捕捉工を設置することができる。

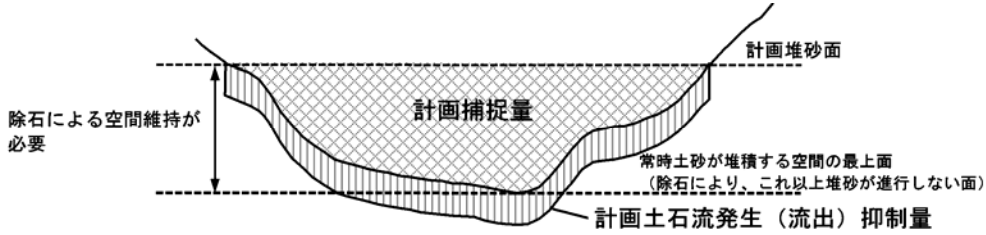
3.1.1 砂防堰堤の型式と計画で扱う土砂量等

砂防堰堤の型式には、透過型、不透過型、部分透過型がある。砂防堰堤に見込める計画で扱う土砂量等は、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。

解 説

砂防堰堤が有する計画で扱う土砂量等は、図 9-3-3及び図 9-3-4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。なお、計画堆砂勾配（ θp （°））で傾いた平面より下で移動可能土砂量あるいは発生流木量を評価している場合のみ、計画発生（流出）抑制量を見込める。

(a) 透過型



(b) 不透過型及び部分透過型

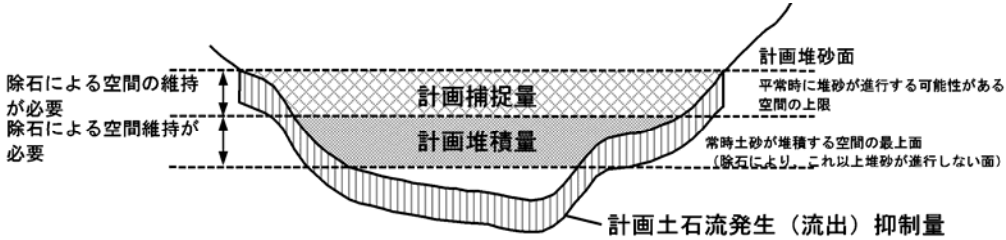
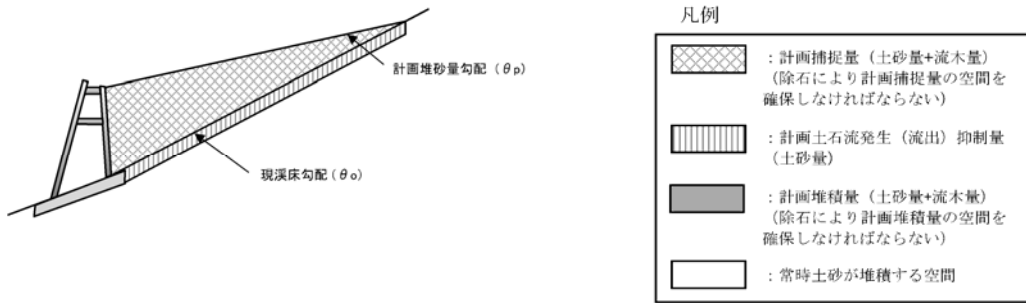


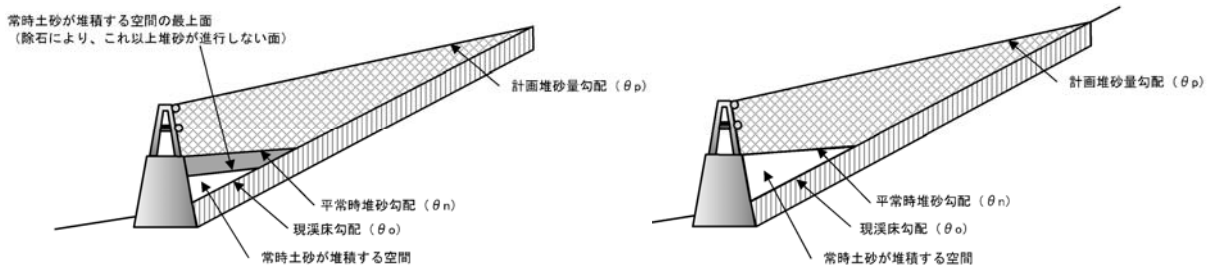
図 9-3-3 砂防堰堤の型式別の計画で扱う土砂・流木量等の模式横断面図

(a) 透過型



(b) 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)) (計画堆積量を確保しない場合)



(c) 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)

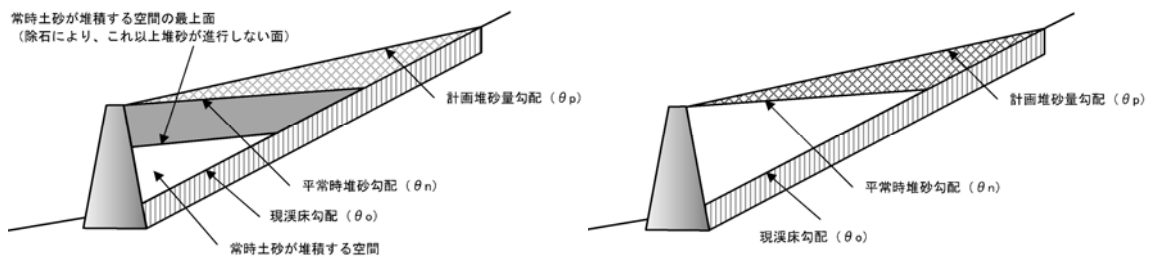


図 9-3-4 砂防堰堤の型式別の計画で扱う土砂・流木量等の模式縦断面図

3.1.2 砂防堰堤の型式の選定（透過型・不透過型・部分透過型）

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等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。

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。流下区間及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。

- ① 土石流の捕捉
- ② 土砂とともに流出する流木等の捕捉
- ③ 計画捕捉量に相当する空間の維持（除石のし易さ、頻度）
- ④ 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、流木捕捉工等）が必要となる。そのため、計画流下許容流量が0 m³/日でない場合や流木対策を別途計画する場合等を除き、流木の捕捉のための砂防堰堤は、透過型又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。

3.1.3 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。

解 説

(1) 透過型及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、流水に堰上げ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

透過型及び部分透過型砂防堰堤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。
- 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。

透過型砂防堰堤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。透過型と部分透過型砂防堰堤は、不透過型砂防堰堤同様、土石流の捕捉後には除石（流木の除去を含む）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、土石流及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、山脚固定や土石流・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）の泥流等を下流路に導きたいとき等は、部分透過型の採用を検討する。

(3) 土石流・流木処理計画を満足する溪流の最下流堰堤の配置に関する基本的な考え方

土石流・流木対策施設により、土石流・流木処理計画を満足する（整備率が100%）溪流の最下流に配置する砂防堰堤は、本章第2節3.1.2に示すとおり、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、副堰堤に流木捕捉工を設置した不透過型砂防堰堤）を原則とする。

3.2 土石流・流木発生抑制工

土石流・流木発生抑制工は、土石流及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。

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。

3.2.1 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定化を図る。

解 説

土石流及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。

3.2.2 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。

解 説

溪床堆積土砂の移動及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。

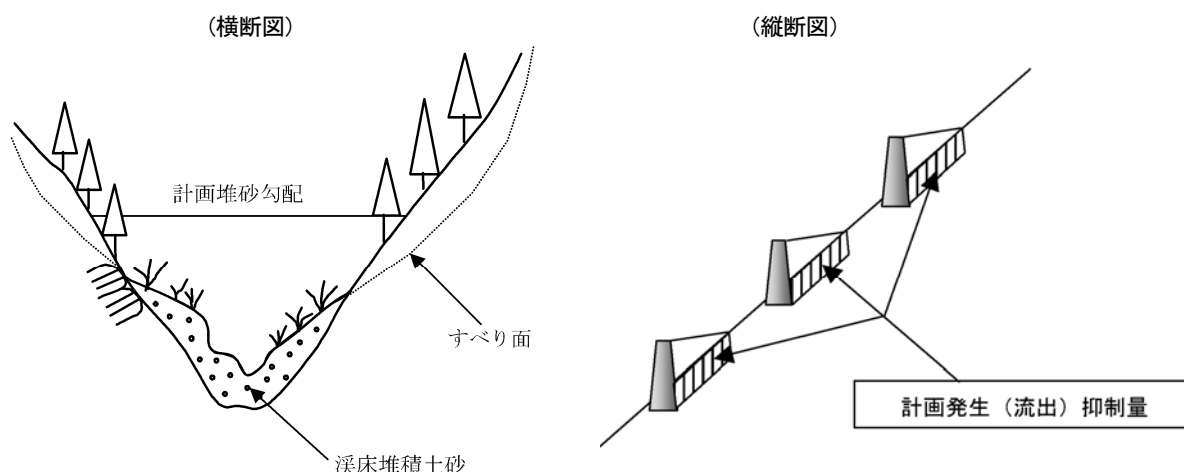


図 9-3-5 溪床堆積土砂移動防止工の計画で扱う土砂・流木量等のイメージ

3.3 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。

解 説

土石流導流工は、流出土砂の粒径等を十分検討し、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。

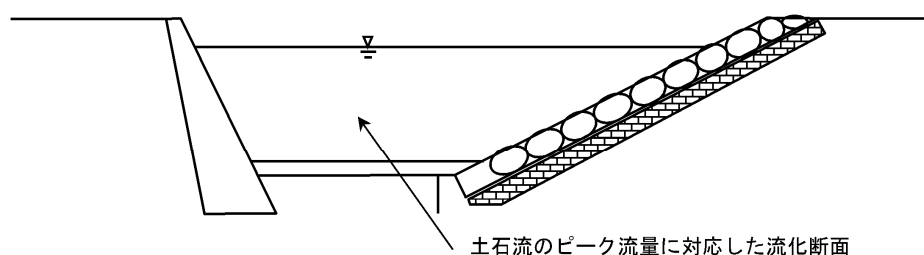


図 9-3-6 土石流導流工のイメージ

3.4 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。

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。

3.4.1 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・流木処理計画に必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。

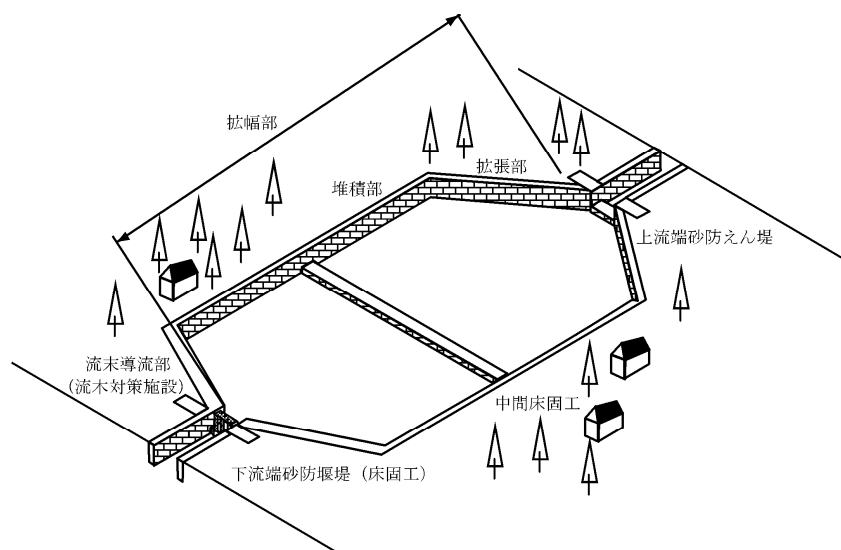


図 9-3-7 土石流分散堆積地のイメージ

3.4.2 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連担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・流木処理計画に必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。

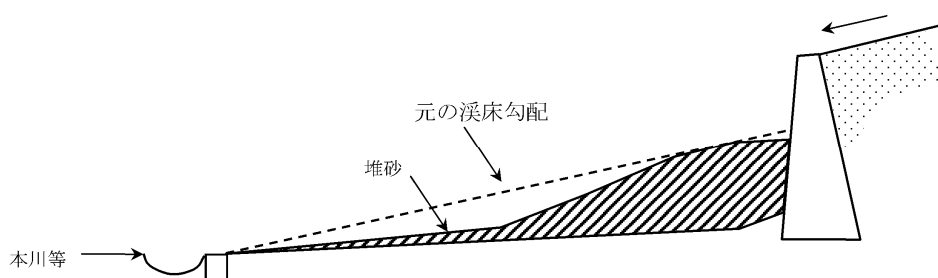


図 9-3-8 土石流堆積流路のイメージ

3.5 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。

解 説

土石流緩衝樹林帯は、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、補助施設等を組み合わせて配置したものであり、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。

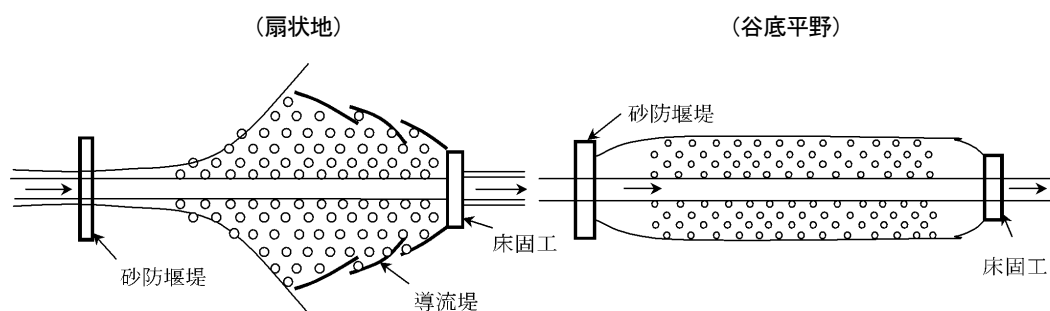


図 9-3-9 土石流緩衝樹林帯のイメージ

3.6 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。

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。