

2.5 対策工事の計画

対策工事の計画に当たってはその目的を明確にし、対策施設の機能が最も発揮されるよう考慮する。

【解 説】

詳細については、以下に示す「福岡県砂防技術基準(案)」を参考にすることができる。

<参考> 福岡県砂防技術基準(案) 平成 22 年 11 月改訂版 計画編 p. 2-1～2-57

第 2 章 砂防施設計画

第 1 節 総 説

1-1 施設計画の基本

砂防施設計画は、砂防基本計画に基づき合理的に定めるものとする。

砂防施設は、流域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しなければならない。

砂防施設計画の実施に際しては、施設の目的を明確にし、砂防施設の機能が最も有効に発揮されるよう考慮しなければならない。

【解説】

本文では、当県の砂防事業の大半を占める土石流・流木対策についてのみ計画作成の順序を示す。

1-2 砂防施設とその機能

砂防施設として代表的なものは、堰堤工、床固工、護岸工、溪流保全工、山腹工等がある。

【解説】

砂防施設として代表的なものは、堰堤工、床固工、護岸工、溪流保全工、山腹工等であるが、機能別に分類すると次のようになる。

(砂防施設の機能的分類)

- ① 水源地域における土砂・流木生産抑制……山腹工、堰堤工
- ② 溪岸からの土砂・流木生産抑制……堰堤工、床固工、護岸工
- ③ 溪床における土砂・流木生産抑制……堰堤工、床固工、溪流保全工
- ④ 溪流における流出土砂・流木の捕捉……堰堤工、土石流堆積工、土石流緩衝樹林帯

1-3 施設配置計画の基本

- (1) 地すべりがある場合、地すべり箇所直下流に平常時堆砂量の大きい堰堤を計画する。
ただし地すべり地帯で地盤が動くと思われる箇所に計画してはならない。

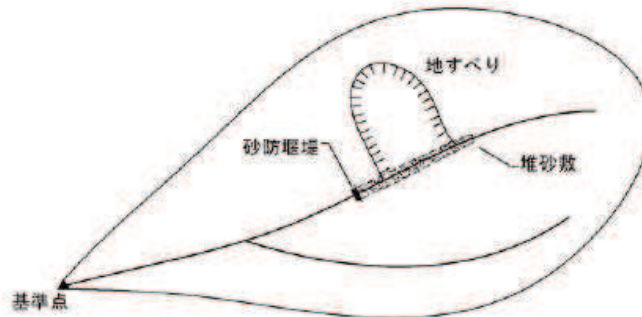


図3-2-1

- (2) 小規模な山脚崩壊や渓岸侵食で有害土砂を発生している場合は、護岸工を計画することもある。

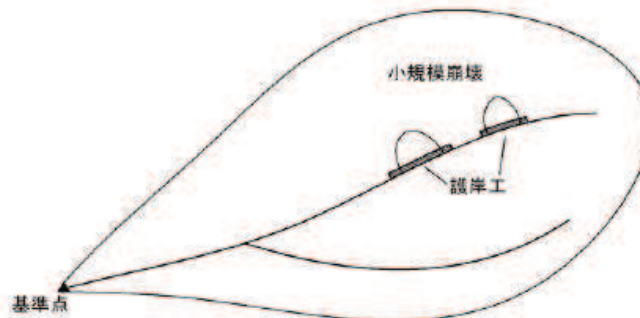


図3-2-2

- (3) とくしゃ地や広範囲な山腹崩壊地においてガリーが発達し、侵食が進んでいる場合は、山腹工を計画する。

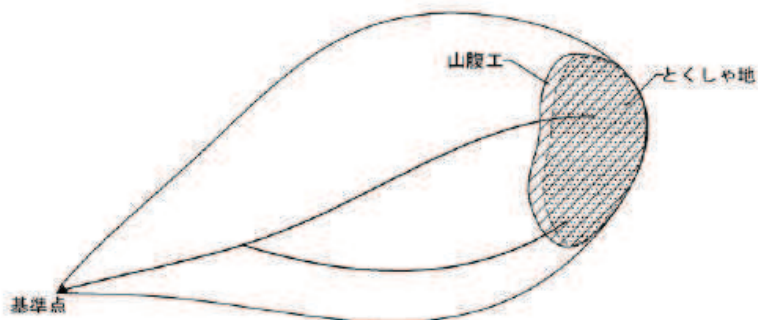


図3-2-3

(4) 溪床に堆積物があり、また、急勾配ゆえ縦侵食による移動可能土砂があつて流出する危険のある場合は、堆積物の抑止を主目的として次のように計画する。

- ① 移動可能土砂が短区間 A点直下流に不安定土砂を包含できる高さの堰堤を計画する。
- ② 移動可能土砂が長区間 階段状堰堤群または床固工群を計画する。

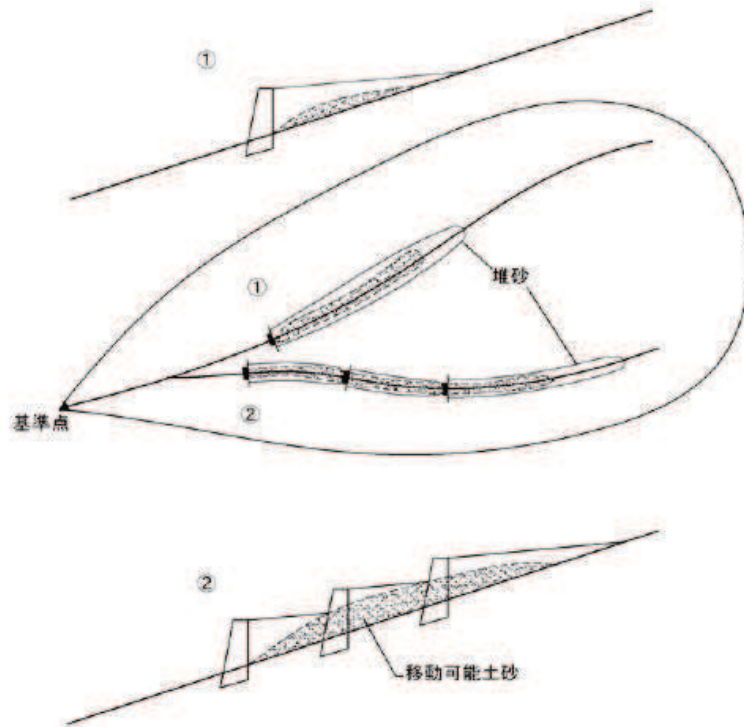


図3-2-4

(5) 溪岸侵食や山脚崩壊が長区間にわたっていて、崩壊残土、拡大見込みの危険性がある場合、山脚固定を主目的として崩壊箇所直下流に堰堤を計画する。

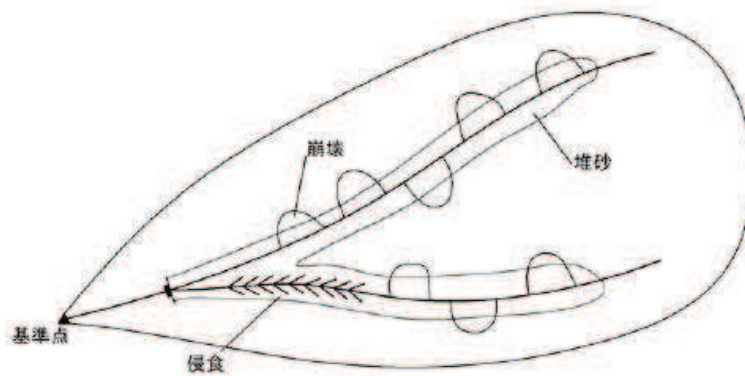


図3-2-5

- (6) ① 急勾配(1/10~1/20)のV字谷を呈する溪流で土石流の危険性がある場合は、比較的堆砂空間の大きい下流に、待受けとして堰堤(土石流捕捉工)を計画する。
- ② 急勾配(1/10~1/20)の比較的広い谷を呈している溪流で土石流の危険性がある場合は、土石流のエネルギーを漸減させ堆積させる目的で低堰堤群を計画する。

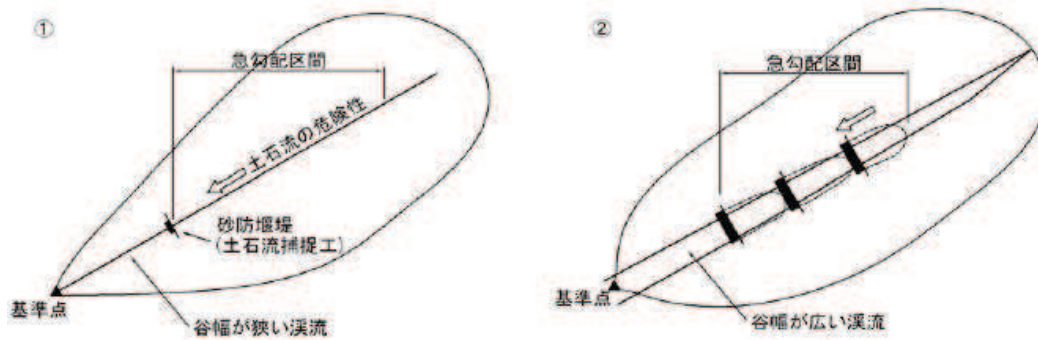


図3-2-6

- (7) 下流区間が蛇行し、縦横侵食及び溪床堆積物がある場合は、当該計画上流端より上流の土砂整備状況を考慮し、止めの砂防堰堤あるいは床固工を設置してから溪流保全工を計画する。

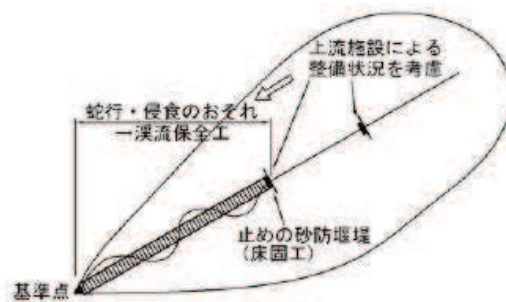


図3-2-7

- (8) 土石流発生の常襲地、溪床勾配が緩勾配になる地域、上流に砂防堰堤の建設適地のない場合、あるいは溪流保全工の概成した溪流の上流端において、上流域の砂防工事で下流流路の許容流砂量まで流出土砂量を減ずることができない場合は、土石流堆積工を計画する。一般的には、土石流堆積工の上流部は、砂防堰堤あるいは山腹工等により極力土砂の生産流出を防止した後、細粒化されて流下する土砂を沈澱貯留させる砂防工作物である。そのため、土石流を直接捕捉することはできないことに注意する。

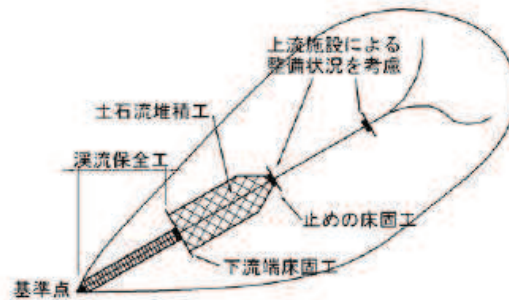


図3-2-8

- (9) 谷の出口より下流側で土石流の堆積区域において土砂の堆積及び流木の捕捉効果を促進するために土石流緩衝樹林帯を計画する。なお、上流域に砂防施設が設置されていない流域では、安全性に配慮して、土石流の堆積区域とされる範囲のうちでも、中流域から下流域に配置するものとする。また、上流域に砂防施設が現存または計画されている流域では、土石流の堆積区域とされる範囲の最上流端付近から下流側の区域に配置することができる。

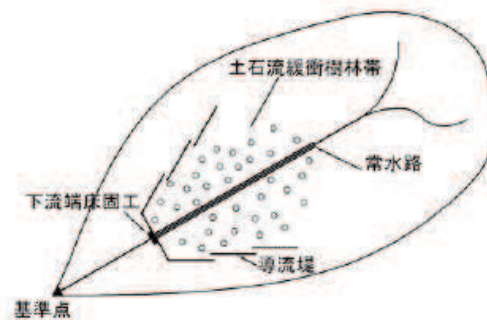


図3-2-9 堆砂ゾーンの概念

1-4 環境に配慮した施設計画

砂防施設計画は、土砂処理計画の観点から必要な施設を効率的に配置することを基本とするが、環境・景観に配慮した施設計画を策定する。

【解説】

砂防施設計画には環境・景観への配慮が不可欠であり、自然環境や景観の保全と復元、溪流の利用に配慮した施設計画を策定する。

砂防施設の配置に当たっては、下記の景観計画等との整合を図りながら、配慮すべき環境・景観要素と砂防施設の機能との関係を考慮し、砂防施設の機能が最も有効に発揮されるように砂防施設の種類とその配置を検討しなければならない。

表3-2-1 配慮する景観計画資料の一覧表

資料名	対象地域
H20 北九州市景観計画	北九州市
H22 豊前市景観計画	求菩提地区
H22 矢部川流域景観計画	八女市、(旧 八女郡部)、筑後市、みやま市
H22 筑後川流域景観計画	大川市、小郡市、大刀洗町、大木町、広川町 (H22.10.1策定、H23.1.1運用予定)
H22 八女市文化的景観計画	八女市(旧 八女市)
H23 京築広域景観計画(策定予定)	行橋市、みやこ町、荻田町、築上町

福岡県内の景観計画進行状況



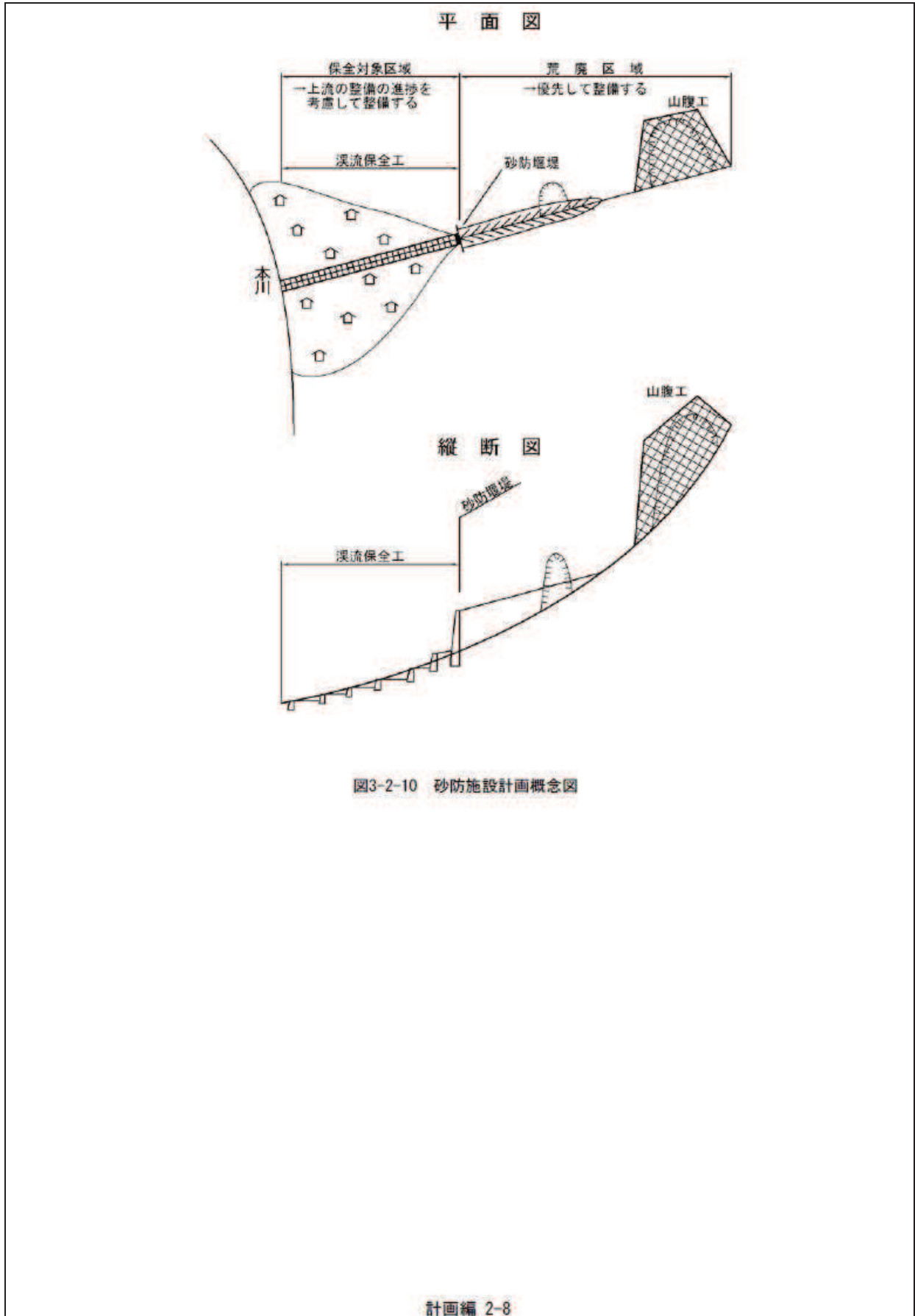
1-5 施設の配置と実施順位

当該河川の地形、地質等の十分な踏査と砂防基本計画に基づく流域全体としての砂防施設計画により、一般的には、以下の施設計画概念図(図3-2-10参照)及び順位により実施される。

【解説】

砂防事業の実施順位は、次の事項を考慮して定める。

- ① 対象地域全体をながめ、荒廃の主原因がどこにあるか、また、激甚地区はどこか見極めて、重点施工地点を定める。全体が荒廃し、施工順位がつけ難い場合は適当な場所に、まず堰堤を施工し、その後の状況の推移に応じて順位を定めることもある。
- ② 溪流工事では堰堤工は現地状況等を考慮し、施工順序を適切に定めるものとする。以下に下流から施工する場合、上流から施工する場合の利点等について示す。
 - (a) 下流側の堰堤から施工する場合の利点
 - (イ) 下流側の堰堤を先に施工すれば、土石流が下流で発生した場合でも下流側の砂防堰堤で対応できるため、防災面から見て有利である。
 - (ロ) 多くの場合、下流側の堰堤の方が上流側の堰堤よりも堆砂容量は大きいため、下流側の堰堤を先に施工することにより早期に土砂整備率の向上が図られる。
 - (b) 上流側の堰堤から施工する場合の利点
 - (イ) 上流部の溪床に多量の移動可能土砂が存在する場合、上流側の堰堤を先に施工することでその土砂を固定できる為、土石流発生抑制の点で有利である。
 - (ロ) 上流側の堰堤から先に施工すれば、資材を運搬するのに下流側の堰堤を乗り越えなくて済むため仮設工事が容易となる場合もある。
- ③ 山腹工事では荒廃が最も著しい部分で河川への影響の最も大きい所から実施する。
- ④ 溪流保全工は、上流端に堰堤又は、床固工を設置した後、上流部より下流へ向って順次施工することが原則である。なお流路新設で河積の拡大をはかる場合は、下流より上流に向って進めることができる。
- ⑤ いずれの工種・工事もある程度工事が進んだ時点で施工に伴う砂防効果と実施順位の再検討を行う。場合によっては砂防計画及び設計の見直しをする。



第2節 堰堤工の計画

2-1 砂防堰堤工の分類

2-1-1 目的による分類

堰堤は、その目的によって次の4種類に分類する。1つの堰堤が2つ以上の目的をかねる場合には、その主たる目的によって分類するものとする。

(1) 土石流発生（流出）防止を目的とするもの

- ① 山脚固定堰堤………溪床を上昇させて山脚を固定し、山腹の崩壊、地すべり等の予防及び拡大の防止を図り、土砂の発生（流出）を抑制することを目的とする。
- ② 縦侵食防止堰堤………溪流の縦侵食を防止して、土砂の発生（流出）を抑制することを目的とする。
- ③ 溪床堆積物流出防止堰堤………溪床に堆積した不安定な土砂の発生（流出）を防止することを目的とする。

(2) 土石流の捕捉を目的とするもの

- ① 土石流捕捉堰堤………土石流を捕捉することを目的とする。

2-1-1-1 山脚固定堰堤

山脚固定堰堤の位置は、整備対象山腹の直下流部を原則とする。堰堤の高さは、山脚の侵食を防止し得るように定める。山脚固定堰堤が、土石流捕捉堰堤を兼ねる場合には、必要に応じて位置及び高さを定めるものとする。

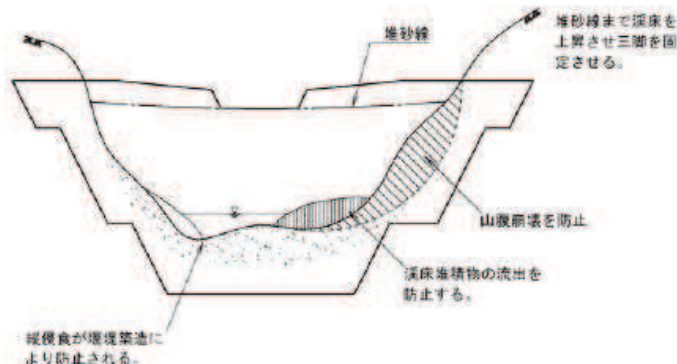


図3-2-11 山脚固定堰堤

2-1-1-2 縦侵食防止堰堤

縦侵食防止堰堤は、縦侵食区域の直下流に設けるものとする。

堰堤の高さは、その堆砂区域に縦侵食区域が包含されるように定める。縦侵食区域が長距離にわたるときは、数基の堰堤を階段状に連続して設けるものとする。

階段状堰堤群においては、基幹となる堰堤は基礎を岩着させることを原則とする。

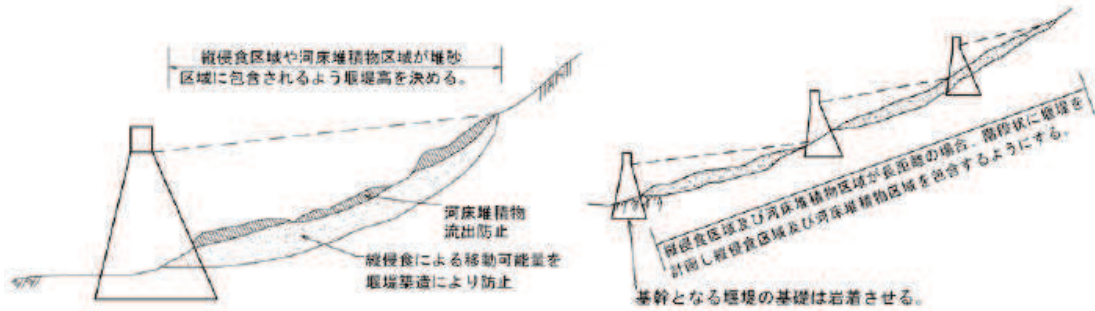


図 3-2-12 縦侵食防止堰堤

図 3-2-13 階段状の縦侵食防止堰堤群

2-1-1-3 溪床堆積物流出防止堰堤

溪床堆積物流出防止堰堤は、溪床堆積物の直下流に設けることを原則とする。堰堤の高さは、堆砂面内に溪床堆積物が包含されるよう計画する。

2-1-1-4 土石流捕捉堰堤

土石流捕捉堰堤は、土石流の捕捉(堰堤への堆砂により捕捉する方法)をその目的として位置及び高さを定めるものとする。

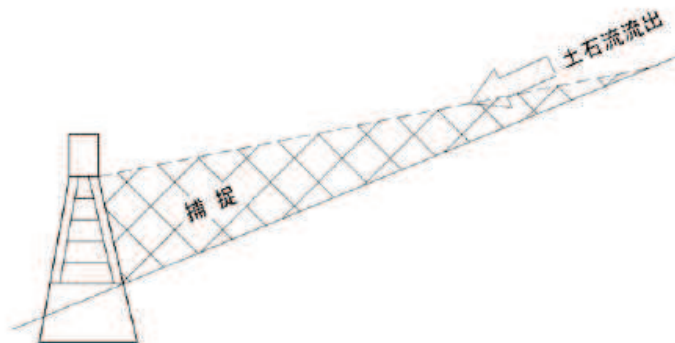


図 3-2-14 土石流捕捉堰堤

2-1-2 機能による分類

土石流・流木対策として用いる砂防堰堤は、不透過型と透過型及び部分透過型に分類することができる。

【解説】

第1章3-8-1-3を参照のこと。

2-1-3 材料による分類

- ① コンクリート堰堤
- ② 鋼製堰堤

2-1-4 鋼製砂防構造物

2-1-4-1 鋼製砂防構造物の分類

鋼製砂防構造物はその機能と特徴により透過形式と不透過形式とに分類される。

【解説】

透過型は、開口部を有するため平常時の流出土砂を流下させ空容量を確保し、土石流時には流下する礫・流木によって透過断面を閉塞して流出土砂を捕捉することを目的としている。不透過型は、不安定土砂の移動を抑制して溪流の安定や山脚の固定を図るものである。

鋼製砂防構造物は、屈撓性や、透過性などの機能面、工程短縮や通年施工、あるいは省力化などの施工面等でコンクリート構造物では得にくい特色があり、これまでにこれらの特長を活かした数多くの製品が開発されてきている。これらを構造形式で分類すると図3-2-15のようになる。



図3-2-15 構造形式による分類

2-1-4-2 鋼製砂防構造物の特徴

鋼製砂防構造物の計画・設計にあたっては、鋼材そのものの性質、あわせて構造体としての特性を十分考慮すること。

【解説】

鋼製砂防構造物の一般的特徴は以下のとおりである。

1) 材料の強度が大きく、韌性に富んでいる。

鋼材は強度が大きく韌性に富んでいるので、断面寸法を小さくすることができる。このため、空間を広くとることができるため、常時の流水と土砂を通過させ、土石流時には水と土砂を分離する透過型砂防堰堤構造として適している。また、枠構造分類に代表されるように屈撓性に富むことから、地耐力の低い基礎地盤や地すべり地域などで効果的に利用できる。

2) 品質が均一で安定している。

鋼製砂防構造物は、規格・寸法などの品質が一定しており、材料のばらつきが極めて少ない。また、部材は工場で作成されるため製品の品質管理がし易く、信頼性の高い構造物を構築することができる。

3) 現地施工が容易である。

部材は工場で作成されるため、形状および寸法の精度がよい。このため、現地での組立が容易である。したがって、現場施工期間を大幅に短縮できる。また、気温・積雪など気象条件にもほとんど左右されず通年施工が可能となる。

4) 材料の運搬が容易である。

鋼製透過型砂防堰堤は、架設を考慮して部材を分割し運搬できるため必要最小限の運搬回数で材料が搬入される。また、鋼製不透過型砂防堰堤は、中詰材料が堰堤計画地点付近で入手できる場合には、重力式コンクリート砂防堰堤に比べ運搬重量が小さい。

5) 腐食に対する抵抗性が小さい。

鋼材は錆びるため、腐食しろを見込んだり、めっきなどによる防食対策を考慮しておかなければならない。また、断面寸法が小さいことから摩耗や礫の衝突の影響も受けやすいので局所的な断面変化に注意する必要がある。

2-1-4-3 鋼製砂防構造物の使用例

従来より鋼製砂防構造物は、砂防施設のみならず地すべり防止施設、急傾斜地崩壊対策施設、その他火山対策施設として計画され施工されている。

【解説】

鋼製砂防構造物の使用例を表3-2-2にまとめているが、ほとんどの施設において使用実績がある。しかし、鋼製砂防構造物の材質や構造による特徴ゆえに、その対象流域の性質と施設の相互関連を十分に考慮し、機能・効果が最も発揮されるように型式の選択、配置を検討する必要がある。

表3-2-2 鋼製砂防構造物の使用例

設 備		目 的	構造物の形式		
			透 過 型	不透過型	
砂防設備	砂防堰堤	三脚の固定、溪流の縦侵食防止、溪床堆積物の流出防止、流出土砂の抑制・調節。		○	
		土石流対策	土石流の発生抑制		○
			土石流の捕捉	○	○ ^{*1}
			土石流の流向制御		○ ^{*1}
		流木対策	流木の発生抑制		○
			流木の捕捉	○	
			火山対策	火山泥流等の発生抑制	
		火山泥流等の捕捉		○ ^{*2}	○ ^{*1*2}
		火山泥流等の流向制御			○ ^{*1*2}
	床固工	縦侵食の防止、河床堆積物の再移動防止、溪岸の決壊・崩壊防止、護岸等の基礎確保		○	
	護岸工	溪流の横侵食防止、溪岸の決壊・崩壊防止		○	
山腹工 (山留工)	植生導入のための荒廃斜面安定化		○		

^{*1}：枠構造は、土石流衝撃力等に耐え得る構造とするが、直接構造物に衝撃力が加わらないように盛土等による緩衝材を併用する。

^{*2}：酸性河川の場合、適切な腐食対策を施す。

2-2 型式選定の要点

堰堤型式の選定にあたっては、堰堤型式の特徴を十分考慮し、機能・部材に応じて安定を確かめた上で選定する必要がある。

【解説】**① 地質（基盤）に問題がない場合**

一般に岩盤基礎は、剪断摩擦抵抗や支持力及び侵食や透水に対する抵抗が比較的高いため、堰堤型式についての制約は少ない。現在は、基礎の問題がない場合、重力式コンクリート堰堤が多用されている。

砂礫基礎でも、基礎に問題ない場合は、重力式コンクリート堰堤を選定するのが普通である。

② 地質（基盤）に問題がある場合

土砂基礎は、地耐力の確認が必要であるが、一般的に、地盤反力の大きいコンクリート重力式堰堤等は適さない場合が多い。この場合は、地盤改良等で基礎地盤の処理を行うか、地盤反力の小さい鋼製堰堤等を採用することにより可能となる場合もある。

③ 基礎地盤以外の制約

鋼製堰堤・枠堰堤等は、地すべり地、軟弱地盤等の堰堤サイトの地形・地質、資材確保の難易、運搬手段、工期短縮等を目的として検討・採用されることが多い。

以上、型式選定にあたっては、各堰堤の特質を考慮し、流出土砂の形態及び計画地点の地形、地質条件、経済性、施工性、安全性、環境との調和などを比較検討して決定する。

本県流域では、コンクリート重力式堰堤が実績も多く施工されているが、基礎地盤の支持力が小さい場合は、鋼製堰堤など実態に即した堰堤型式の比較検討を行う。なお、この場合、地質調査に基づく地耐力の確認が必要である。

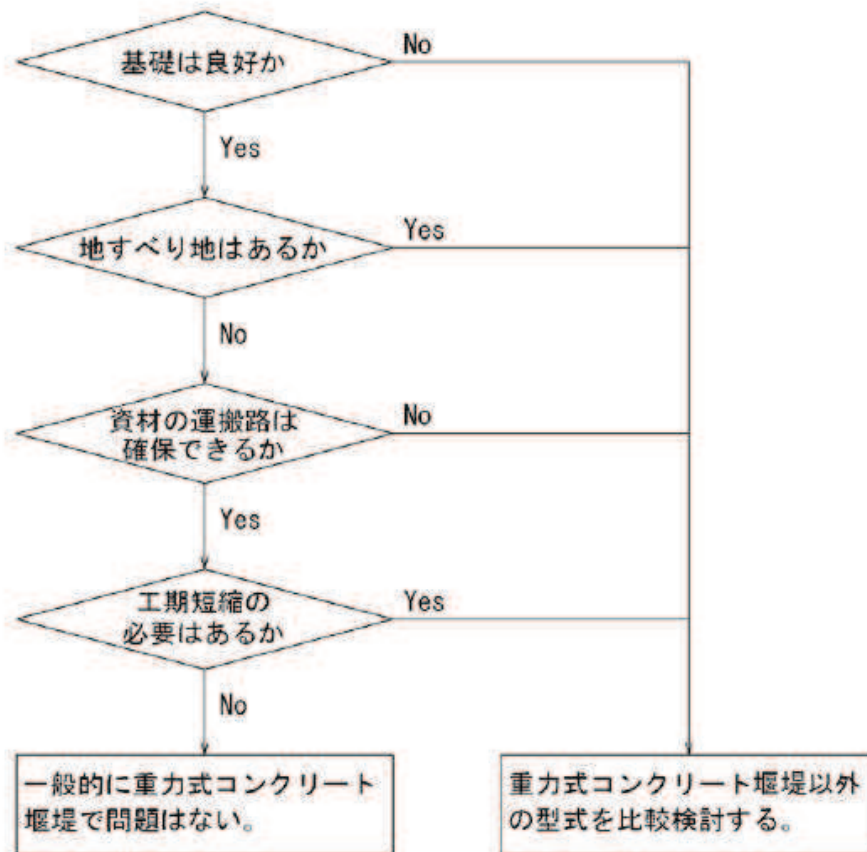


図3-2-16 型式選定の流れ

2-3 計画位置

堰堤計画箇所は、溪床及び両岸に岩盤が存在することが最も好ましいが、目的によっては砂礫層上に計画しなければならない場合がある。この場合には前庭部の保護を十分に考えなければならない。

【解説】

一般に堰堤計画箇所は、越流水による下流のり先の深掘れ、及び両岸侵食による破壊を防止するため、溪床及び両岸に岩盤のある箇所、並びに工費等の関係から、上流部の広がった狭窄部が望ましいのであるが、このような条件に常に恵まれるとは限らない。目的によっては、例えば河床堆積物流出防止の目的の堰堤等では、不利な条件のもとでも計画しなければならない場合がある。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、あるいは副堰堤を計画して、下流のり先の保護を図らなければならない。

この際、浸透水のパイピング現象による水叩きの破壊、副堰堤垂直壁直下流の洗掘等を十分考慮して計画する必要がある。

2-3-1 位置選定

堰堤を計画する場合、支溪の合流点付近においては、一般に両方の溪流の基礎堰堤として役立つように、合流点の下流部に堰堤の位置を選定する。

【解説】

支溪の合流点がある場合には、支溪及び支溪双方の工作物の基礎堰堤として役立つように合流点の下流部に計画するのが望ましいが、主溪及び支溪に一方が荒廃しているような場合には、荒廃溪流を優先して計画する。なお、この場合の堰堤は、堰堤の安全のため、合流点に著しく近付けないことが肝要である。

なお、位置選定については1-3 施設配置計画の基本を参照するほか、下図を参考にすること。

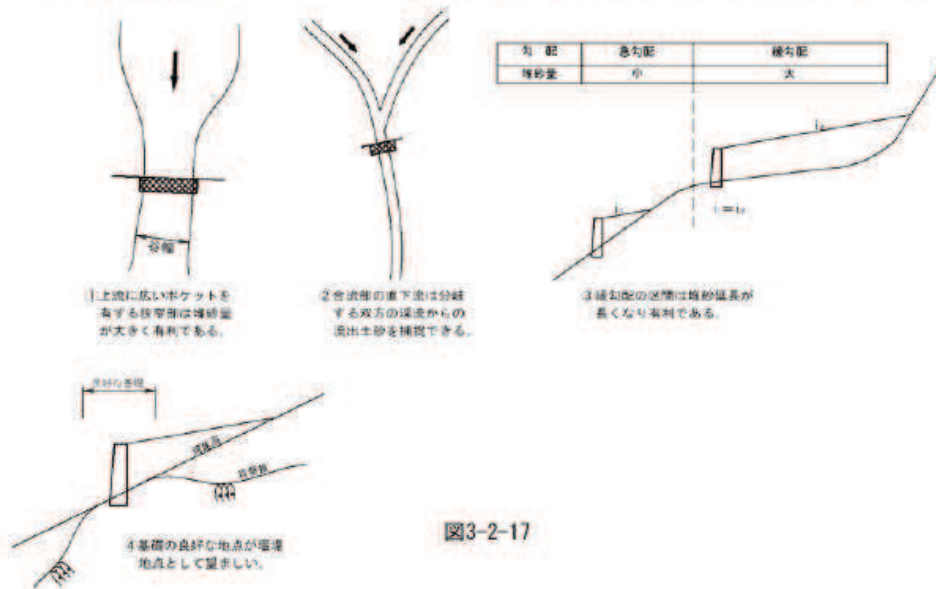


図3-2-17

2-3-2 階段状堰堤群の位置選定

階段状堰堤群においては、原則として一つの堰堤の計画堆砂線が現溪床を切る点を上流堰堤の計画位置とする。

【解説】

荒廃溪流において、縦侵食又は横侵食が著しい区域、あるいは溪岸崩壊の区域が長区間にわたる場合は階段状に堰堤群を計画する。

この場合、堰堤の堆砂線は、計画勾配（現溪床勾配の1/2を原則とする）を用いるのが普通で、縦断面において最下流堰堤から始めて順次計画勾配線を引いていくと計画位置はおのずから決まるが、その位置の堰堤サイトとしての適否、基礎根入等を考える必要がある。

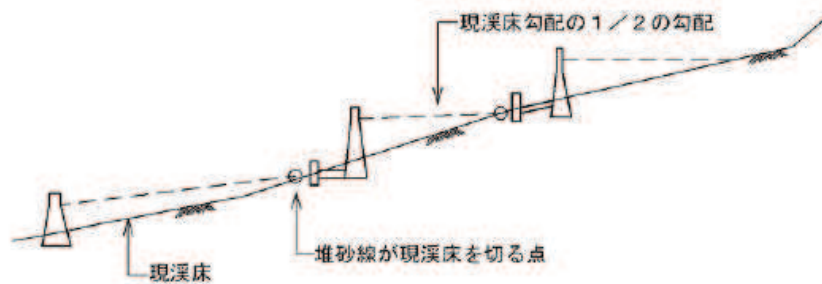


図3-2-18 階段状堰堤群の位置

2-3-3 堰堤基礎

堰堤の高さの決定に際しては、基礎の地質を十分に調査しなければならない。
特に堰堤の高さが15m以上となる場合には岩盤調査を併せて実施しなければならない。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、走向節理などに関する調査をいう。フローティング基礎の場合は、高さ15m以下であることを原則とする。

【解説】

15m以上の堰堤を計画する場合、基礎の地質調査、例えば、地質の良否、支持力等を十分に調査しなければならないが、加えて、本文に示した岩盤調査を十分に行い、良好な堰堤サイトを選択するものとし、岩盤の状態によっては十分基礎処理（コンソリデーショングラウト等）を施さなければならない。

フローティング堰堤の場合は、支持力、パイピング現象に対する安全性を特に考慮すること。

2-3-4 堰堤と保全人家の関係

堰堤の上流堆砂数において計画高水位＋余裕高が上流の保全対象（人家、耕地、公共施設等）に影響しないよう堰堤位置及び堰堤高を決定する。

【解説】

計画高水位及び余裕高は、計画堆砂高と同様に現溪床勾配の2/3程度として設定する。

2-4 方向

2-4-1 堰堤の方向

堰堤の水通しを越流する水流は、一般的に水通し天端下流端の線すなわち堰堤軸に直角に落下するから、堰堤の方向は水通し中心点において計画箇所下流の流心線に直角に定めることを原則とする。

【解説】

堰堤の水通しを越流する水流は、水通し天端下流端の線、即ち堰堤の方向線に直角に落下する。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の原則である。

堰堤の計画箇所が、例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に直角に定め難く、かつ潜り堰となることのない場合には、副堰堤（水叩き工法の場合は垂直壁）を計画し、副堰堤の方向を下流の流心線に直角に定めればよい。

① 本堰堤、副堰堤（垂直壁）とも下流流心に直角の場合

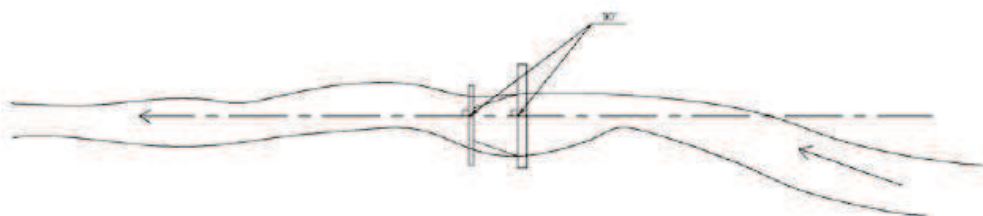


図3-2-19 堰堤の方向(下流流心に直角の場合)

② 本堰堤を下流流心に直角にできない場合

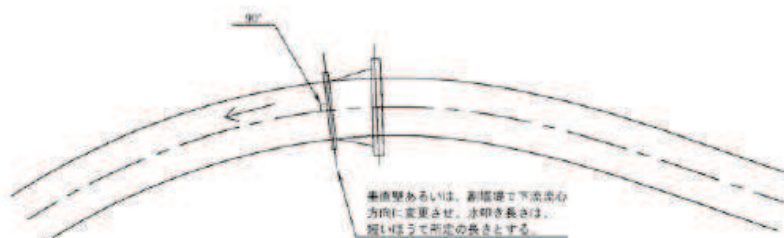


図3-2-20 堰堤の方向(下流流心に直角でない場合)

2-4-2 階段状堰堤の方向

階段状の堰堤群における各堰堤の方向は、原則として各堰堤の水通しの中心点（水通し天端の下流端）において、計画箇所下流の流心線に直角に定めるものとし、各堰堤の水通しの中心点は直上流堰堤の水通しの中心点における流心線上に定めるものとする。

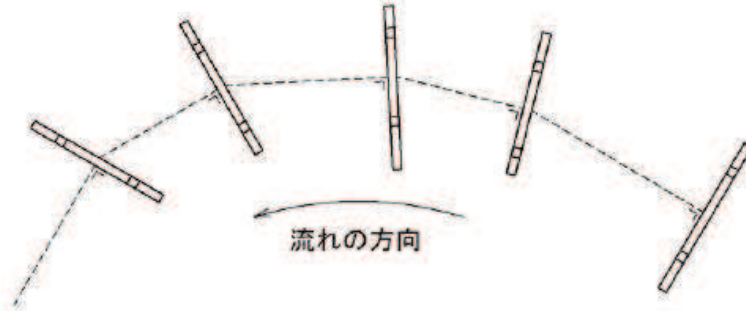


図3-2-21 階段状堰堤の方向

2-5 堰堤軸

- (1) 堰堤軸は、直線を原則として兩岸の等高線に直角となるように計画する。
- (2) 堰堤サイト下流で山脚が逃げている場合は、等高線に直角となるよう袖部を折り曲げ、堤長を減ずるようにする。
- (3) 堰堤サイト直下流部にへコミがある場合で袖が抜ける危険性がある場合は、へコミの地盤線で袖嵌入を計画する。

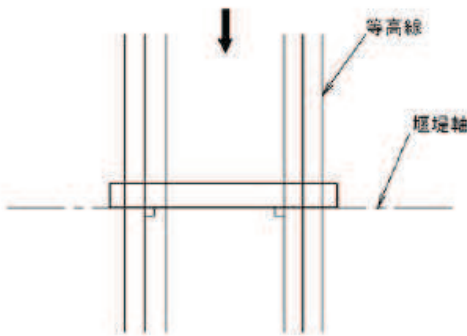


図3-2-22 堰堤軸(直線の場合)

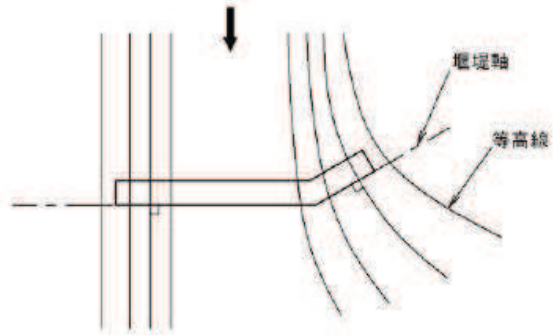


図3-2-23 堰堤軸(屈曲する場合)

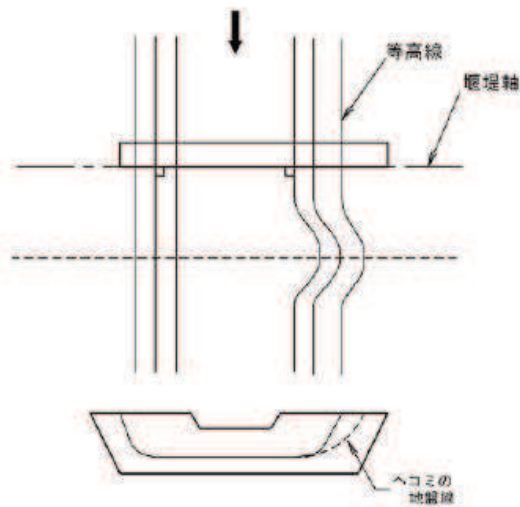


図3-2-24 堰堤袖部の嵌入

第3節 土石流・流木捕捉工の計画

3-1 土石流・流木捕捉工の選定手順

土石流・流木捕捉工は、採用する工法の特性を生かしたものを選定する。

【解説】

土石流・流木捕捉工の選定手順については、図3-2-25(1)～(4)を参考に選定する。なお、最新の動向に留意すること、また最下流透過型堰堤を計画する場合には、砂防課に確認すること。

表3-2-3 不透過型堰堤と透過型堰堤の特徴

	不透過型堰堤	透過型堰堤
長所	<ul style="list-style-type: none"> ・未満砂時には土砂を堆積させる空間があり、その時点での貯砂量分の土砂を確実に捕捉し、満砂後は調節効果により土砂を捕捉することができる。 ・満砂後は、河床に堆積した土砂の再移動を防止する柵止効果が見込める。 ・山脚固定効果 	<ul style="list-style-type: none"> ・中小洪水の土砂を下流へ透過させることから、土石流発生時まで貯砂量を確保することができ、土石流時には、貯砂量分の土砂を捕捉することができる。 ・スリットが現況河床まで入れられるため、堰堤の上流と下流の水位差が小さくなることから、パイピングを起こす可能性は少ない。また、魚類、水生生物等の適上等への影響も少ない。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・河川を寸断することから、魚類、水生生物等の適上等が困難となり、魚道等の付帯施設が必要となる。 ・堰堤高によっては、堰堤の上流と下流で水位差が生じ、堰堤基礎が堆積層の場合にはパイピングを起こす可能性がある。 ・中小洪水時に土砂が溜まり、満砂状態となると除石しない限り、土砂流出の調節効果が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・中小洪水時には堆砂しないことから、積極的な侵食防止が必要な場所には不向きである。 ・土石流堆積物が透過部をふさいだ場合は、速やかに除石して堆砂空間を確保する必要がある。

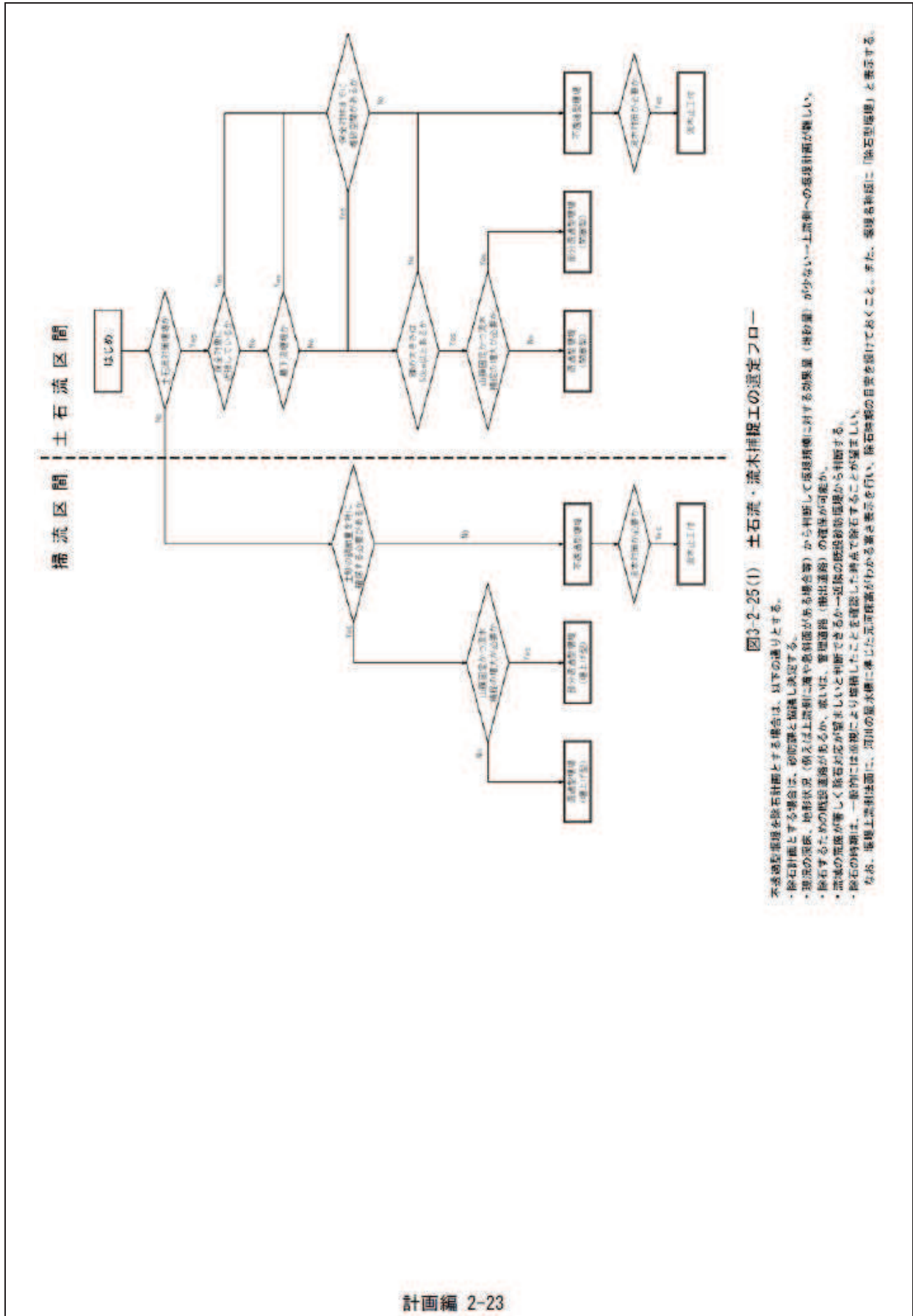
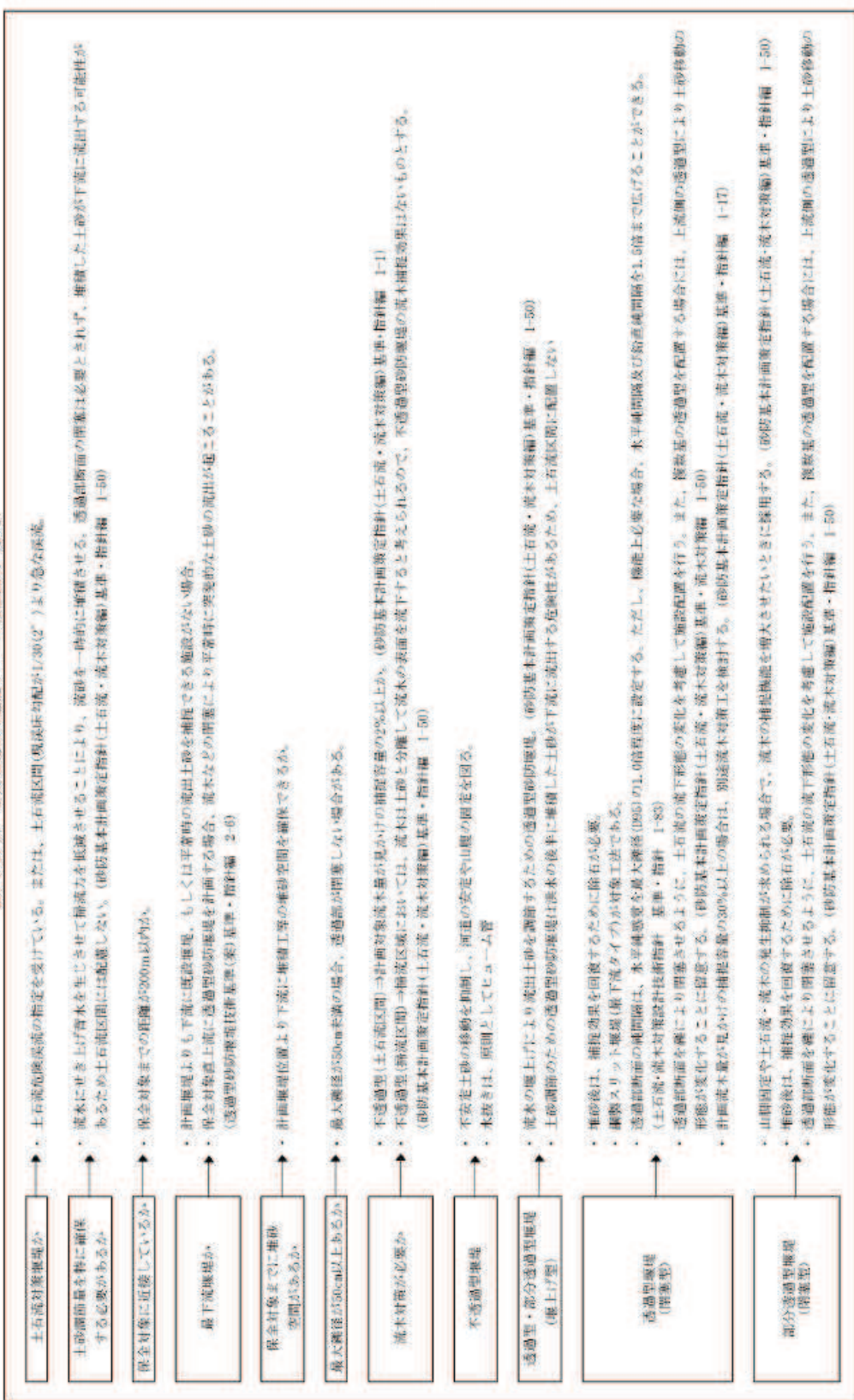


図3-2-25(2) 砂防壁堰形式選定フローの補足説明（参考）



※ 上記補足資料は、フローの判断において参考とするものであり、各々の現場条件等を勘案の上検討するものとする。

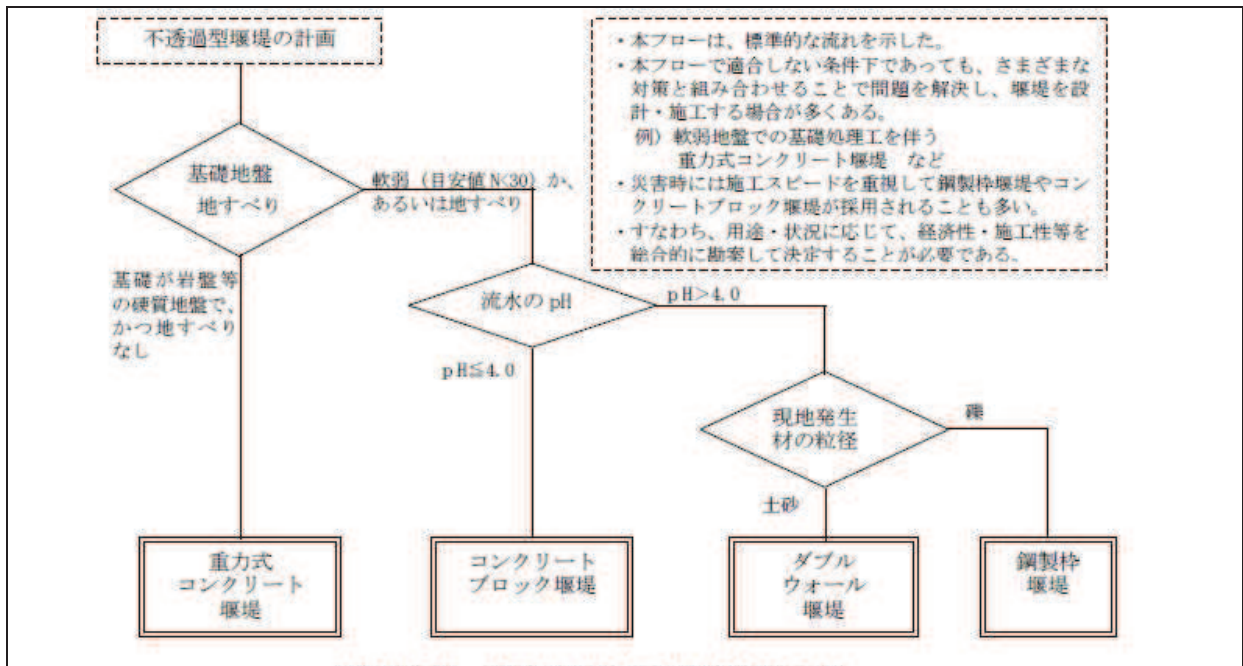


図3-2-25(3) 不透過型堰堤の標準的な選定フロー

製品名/会社名	透過部高(m)	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
鋼製スリット堰堤B型 /日鐵住金建材(株)	~8.0m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
格子型鋼製砂防堰堤2000C / (株) 神戸製鋼所	6.0m~																
J-スリット堰堤 /IFE建材(株)	制限無し	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
CBDO型砂防堰堤 /共生機構(株)	~12m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
鋼製スリット堰堤T型 /日鐵住金建材(株)	~12m	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

※ 鋼製スリット堰堤（閉塞型）については、堤高（透過部高）から適用可能な型式を抽出し、経済性、施工性等を総合的に検討して選定すること。

図3-2-25(4) 透過型堰堤（土石流捕捉工・閉塞型）の堤高別適用範囲

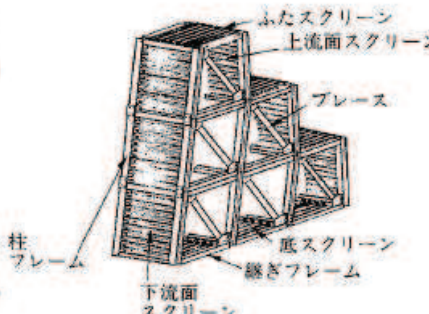
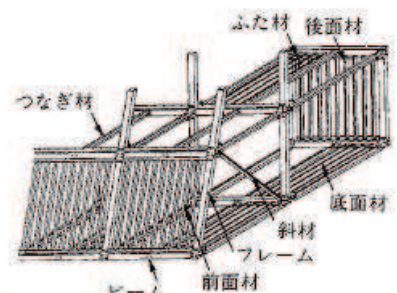
3-2 主な土石流捕捉工の種類と工法概要

土石流捕捉工の工法選定に当たっては、その特性を充分理解しておく。

各種砂防構造物の概要（平成22年4月現在）

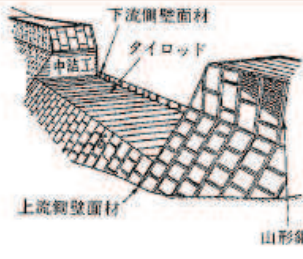
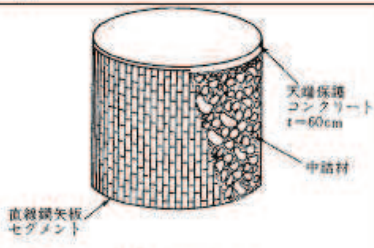

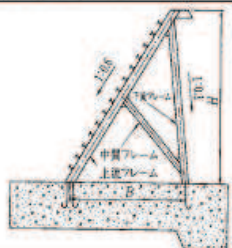
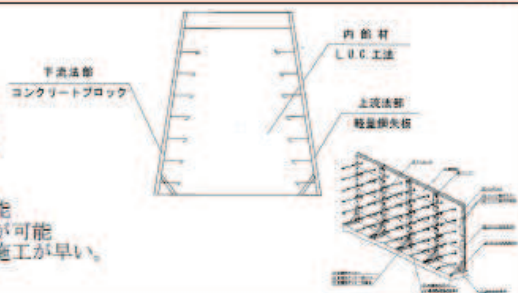
(コンクリートの不透過型堰堤)	
工 種	使用材料・その他
<p>コンクリート重力式砂防堰堤</p> <p>本体:コンクリートにより構築する堰堤である。</p> <p>基礎:直接基礎</p> <p>適用:堤高15m未満</p> <p>特徴:・最も用いられる形式である</p>	<p>材料)</p> <p>・コンクリート</p>
<p>堰堤材料見直し(INSEM工法)</p> <p>本体:①残土や現地発生材にセメントを混合したフィル材料により堤体を構築する</p> <p>②INSEM工法(IN-situ Stabilized Excavation Materials)</p> <p>基礎:直接基礎</p> <p>適用:堤高15m未満</p> <p>特徴:・有効利用によって、経済的な堰堤を建設する。</p>	<p>材料)</p> <p>・コンクリート</p> <p>・現地発生材</p> <p>+セメント</p>
<p>コンクリートブロック砂防堰堤</p> <p>本体:コンクリートブロックを積み上げた構造である。</p> <p>基礎:直接基礎</p> <p>適用:堤高15m未満</p> <p>特徴:・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。</p>	<p>材料)</p> <p>・コンクリート</p> <p>ブロック</p>

各種砂防構造物の概要（平成 22 年 4 月現在）

(枠構造の不透過型堰堤)	
工 種	使用材料・その他
<p>鋼製自在枠</p> <p>本体：H形鋼と溝形鋼骨組 1 段高さ 2.0m の枠（各側面は山形鋼等スクリーン）に砂礫中詰め</p> <p>基礎：直接基礎</p> <p>適用：堤高 15m 未満</p> <p>特徴：・原則として掃流区域に使用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可撓性に富み、沈下等に追随する ・排水性が高い。 ・地すべり地、地盤の悪い箇所、大型の施工機械が進入できない箇所等に適する。 	<div style="text-align: center;">  </div> <p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・H型鋼 ・山形鋼 ・平鋼（折り曲げ加工) ・中詰石材 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昭和 49 年より製作) ・日鐵住金建材（株)
<p>鋼製統枠</p> <p>本体：角形鋼骨組構造、1 段高さ 2.0m の枠（各側面は形鋼スクリーン）に砂礫中詰め</p> <p>基礎：直接基礎</p> <p>適用：堤高 15m 未満</p> <p>特徴：・原則として掃流区域に使用</p> <ul style="list-style-type: none"> ・可撓性に富み、沈下等に追随する。 ・排水性が高い。 ・地すべり地、地盤の悪い箇所、大型の施工機械が進入できない箇所等に適する。 	<div style="text-align: center;">  </div> <p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・角形鋼管 ・形鋼 ・中詰石材 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昭和 53 年より製作) ・JFE 建材（株)

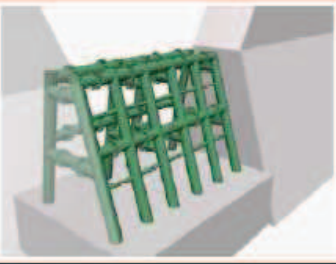
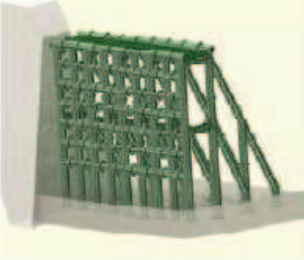
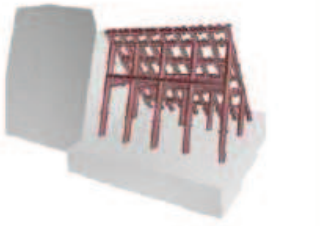
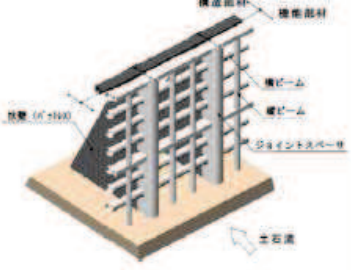

組枠、箱枠は、新規設計を行っていない。

各種砂防構造の概要（平成22年4月現在）

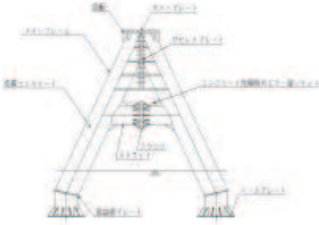
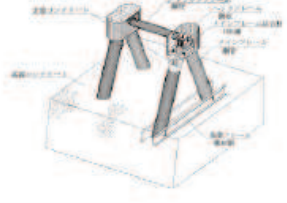
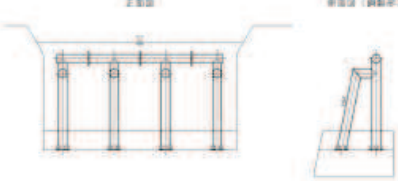
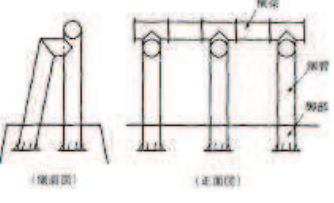
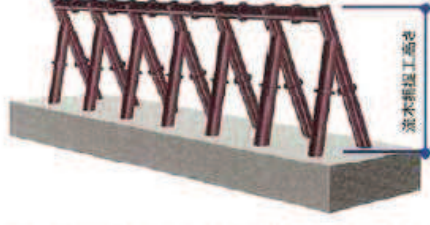
(その他の不透過型堰堤)		
工 種		使用材料・その他
<p>ダブルウォール堰堤</p> <p>本体：鋼矢板もしくはグレーチングパネル等からなる壁面材を多段タイロッドで連結したダブルウォール構造に掘削土砂、河床砂礫、INSEM材等を中詰め</p> <p>基礎：直接基礎または打込式基礎</p> <p>適用：堤高 15m 未満（中詰め材：土砂） 制限なし（中詰め材：INSEM）</p> <p>特徴： ・土石流区域にも使用可能 ・可撓性に富み、沈下等に追従する。 ・大型機械によるため施工が早い。 ・掘削土砂の有効活用が可能 ・地すべり地、地盤の悪い箇所等に適する。</p>		<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鋼矢板 ・エキスパンドメタル ・山形鋼 ・グレーチング ・タイロッド <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昭和58年より製作) ・共生機構(株) ・JFE建材(株)
<p>鋼矢板セル堰堤</p> <p>本体：直線鋼矢板セグメントからなるセル構造に掘削土または河床砂礫等を中詰め</p> <p>基礎：直接基礎または打込式基礎</p> <p>適用：堤高 15m 未満</p> <p>特徴： ・土石流区間に使用可能 ・組立が簡単で施工が早い。 ・セル函を独立配置することで掃流区間の透過型として利用可能 ・掘削土砂の有効活用が可能 ・地盤の悪い箇所、大型の施工機械が進入できない箇所等に適する。</p>		<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鋼矢板 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成2年より製作) ・共生機構(株)
<p>鋼板セル堰堤</p> <p>本体：鋼板製のセグメントを高力ボルトで接合して構築されるセルに掘削土または河床砂礫等を中詰め</p> <p>基礎：直接基礎</p> <p>適用：堤高 15m 未満</p> <p>特徴： ・土石流区間に使用可能 ・組立が簡単で施工が早い。 ・セル函を独立配置することで掃流区間の透過型として利用可能 ・掘削土砂の有効活用が可能 ・地盤の悪い箇所、大型の施工機械が進入できない箇所等に適する。</p>		<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・鋼板 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成2年より製作) ・日鐵住金建材(株)
<p>鋼製スクリーン堰堤</p> <p>本体：H形鋼パットレスフレーム壁材としてスクリーン状にH形鋼を取付け 床砂礫等を中詰め</p> <p>基礎：コンクリート床版</p> <p>適用：有効高 7m 以下</p> <p>特徴： ・掃流区域に使用する ・排水性が高い。 ・組立が簡単で施工が早い</p>		<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・H型鋼 ・コンクリート <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昭和41年より製作) ・日鐵住金建材(株)
<p>S Bウォール工法</p> <p>本体：INSEM材またはLUC材を内部材とし 軽量鋼矢板及びコンクリートブロックを外壁材とする複合構造形式</p> <p>基礎：直接基礎</p> <p>適用：堤高 15m 未満</p> <p>特徴： ・土石流区間に使用可能 ・掘削土砂の有効活用が可能 ・大型機械によるため施工が早い。</p>		<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・軽量鋼矢板 ・アンカー材 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成14年より製作) ・日鐵住金建材(株) ・共和コンクリート工業 ・インボックス

各種砂防構造の概要（平成22年4月現在）

（土石流・流木捕捉を目的とする鋼製透過型堰堤）

工 種	使用材料・その他
<p>鋼製スリット堰堤B型</p> <p>本体：鋼管立体型フレーム構造 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高 2m 以上 8m 未満 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・土石流・流木捕捉に使用 ・機能部材を小径とすることで鋼材質量を軽減している ・施工実績、土石流・流木捕捉実績が多い。 </p> 	<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大径鋼管 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成元年より <p>製作)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日鐵住金建材（株）
<p>格子形鋼製砂防堰堤 2000C</p> <p>本体：鋼管立体格子骨組構造 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高 6.0m 以上（15m 以上も可） 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・土石流・流木捕捉に使用 ・粒径に応じて、捕捉機能材を適切に選択可能であり、機能部材の鋼材質量を低減している。 ・一部が破損しても全体が壊れにくい（冗長性が高い） ・機能材は着脱が可能であり、部材交換、維持管理が容易である。 ・施工実績、土石流・流木捕捉実績が多い。 </p> 	<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大径鋼管 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・昭和 54 年より <p>製作)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・(株) 神戸製鋼所
<p>J-スリット堰堤</p> <p>本体：鋼管フレーム構造 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高制限なし 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・土石流・流木捕捉に使用 ・粒径に応じて、捕捉機能材として適切な間隔の横枝等を取付けでき、機能部材の鋼材質量を低減している。 ・一部が破損しても壊れにくい。 ・縦断方向長さを狭くして、基礎コンクリート量を低減している。 </p> 	<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大径鋼管 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 18 年より <p>製作)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・JFE 建材（株）
<p>CBBO型砂防堰堤</p> <p>本体：土石流捕捉のための着脱可能な縦横ビーム材。それを背後で支える鋼殻 コンクリート扶壁を組み合わせた構造 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高 12m 以下 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・土石流・流木捕捉に使用 ・機能部材である縦横ビーム材を小径として、鋼材質量を低減している。 ・機能部材が前面にあり、構造部材が直撃を受けないため、冗長性が高い。 ・縦横ビーム材が着脱可能なため部材交換、維持管理が容易である </p> 	<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大径鋼管、鋼矢板、コンクリート <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 20 年より <p>製作)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・共生機構（株）
<p>鋼製スリット堰堤T型</p> <p>本体：鋼製フレーム 基礎：コンクリート床版 （3面支持） 適用：透過部高 12m 以下 機能： <ul style="list-style-type: none"> ・土石流・流木捕捉に使用 ・3面支持構造、機能部材の小径化により鋼材質量を低減している ・3面支持のため、冗長性が高い ・鋼管構造のため部材交換、維持管理が容易である </p> 	<p>材料)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大径鋼管 <p>実績)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・平成 20 年より <p>製作)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・日鐵住金建材（株）

3-3 主な流木捕捉工の種類と工法概要

(流木捕捉工)	
工 種	使用材料・その他
<p>鋼製スリット堰堤A型</p> <p>本体：鋼管A型フレーム構造 鋼管内にコンクリート充填 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高2m～5mを標準 機能：・土石流区間にも使用可能であるほか、掃流区間・掃流化区間で用いることが可能である。 ・独立ユニットとして設置可能 ・捕捉流木の除去が容易</p> 	<p>材料) ・大径鋼管 実績) ・昭和51年より製作) ・日鐵住金建材(株)</p>
<p>鋼製△型スリット</p> <p>本体：鋼管骨組 格点：鉄骨コンクリート(充填) 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高2～5mを標準 機能：・掃流区間・掃流化区間で用いる。 ・独立ユニットとして設置可能 ・捕捉流木の除去が容易</p> 	<p>材料) ・大径鋼管 実績) ・平成2年より製作) ・共生機構(株)</p>
<p>鋼製h型スリット</p> <p>本体：鋼管骨組構造 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高2m～5m 機能：・掃流区間・掃流化区間で用いる。 ・捕捉流木の除去が容易。 ・副堤や垂直壁の天端幅が小さい箇所への設置が可能。</p> 	<p>材料) ・大径鋼管 実績) ・平成2年より製作) ・(株)神戸製鋼所</p>
<p>鋼製N型スリット</p> <p>本体：鋼管骨組構造 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高2m、3m 機能：・土石流区間に設置可能 ・既設の主堰堤を改築する場合にのみ用いる</p> 	<p>材料) ・大径鋼管 実績) ・平成13年より製作) ・日鐵住金建材(株) ・JFE建材(株) ・(株)神戸製鋼所</p>
<p>鋼製D-スリット</p> <p>本体：鋼管構造 基礎：コンクリート床版 適用：透過部高2m～5mを標準 機能：・掃流区間・掃流化区間で用いる ・縦断方向長さを狭くして、基礎コンクリート量を低減している。</p> 	<p>材料) ・大径鋼管 実績) ・平成20年より製作) ・JFE建材(株)</p>

A型は指針改訂に伴い流木止めのみ使用。C型、D型は新規設計を行っていない。R型は治山にのみ適用
 ※) 掃流化区間：土石流対策堰堤下流の副堰堤位置への設置


鋼製スリット製品発表(廃止した製品含む)

製品名	販売期間												製作メーカー	製作メーカー旧社名	備考
	昭和						平成								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
鋼製スリットシステムA型													日鐵住金株式会社	日鐵建設株式会社(SSS 10年度) 日鐵建設工業株式会社(SSS 10~H18.12)	H25年度開始 H30に構造的標準化 H30.6.25より形状の標準化 H31.11.20よりサイズが改修 H32.9よりH32年新土佐県基本対策協会の承認に基づき構造へ変更し
C型スリットシステム													日鐵住金株式会社	住友鋼材工業株式会社(H9.10年度) 住友金属工業株式会社(H9.10~H18.12)	H13年度開始 H20年度開始 H20年度販売開始
鋼製スリット標準型													日鐵住金株式会社	住友鋼材工業株式会社(H9.10年度) 住友金属工業株式会社(H9.10~H18.12)	H20年度開始
鋼製スリット標準型													日鐵住金株式会社	住友鋼材工業株式会社(H9.10年度) 住友金属工業株式会社(H9.10~H18.12)	H20年度開始
格子状鋼製スリットシステム													株式会社神戸製鋼所		
格子型100%鋼製スリットシステム													株式会社神戸製鋼所		
鋼製L型スリットシステム													JFE建設株式会社	川崎製鋼株式会社(H10年度)	H25年度開始
J型スリット標準													JFE建設株式会社	H21年度の新規設計開始	
鋼製型スリットシステム													JFE建設株式会社	H19年度開始	H25年度開始
横ばい型H100型鋼製													東三建設株式会社	日本鋼管ラオスシステム株式会社(H15年度)	H19年度開始 H19年度仕様変更に伴い販売終了
鋼製ウェブ標準													東三建設株式会社		
CB30型鋼製標準													東三建設株式会社		

計画編 2-31

製品名	販売期間												製作メーカー	製作メーカー旧社名	備考
	昭和						平成								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
鋼製スリットシステムA型													日鐵住金株式会社	日鐵建設株式会社(SSS 10年度) 日鐵建設工業株式会社(SSS 10~H18.12)	S21年度開始 H19.4より鋼製スリット構造をH25方式に変更
鋼製L型スリット													日鐵住金株式会社	住友鋼材工業株式会社(H9.10年度) 住友金属工業株式会社(H9.10~H18.12)	H25年度開始
スリットE型													日鐵住金株式会社	住友鋼材工業株式会社(H9.10年度) 住友金属工業株式会社(H9.10~H18.12)	H19年度開始 H25年度開始
鋼製L型スリット													JFE建設株式会社	川崎製鋼株式会社(H10年度)	H19年度開始
鋼製L型スリット													JFE建設株式会社	川崎製鋼株式会社(H15年度)	H25年度開始
鋼製L型スリット													東三建設株式会社		H25年度開始

鋼製スリットタイプ別写真一覧(廃止した製品含む)

形状	写真	タイプ	形状	写真	タイプ	形状	写真	タイプ
A型		流木捕捉工	H型		流木捕捉工	CB80型		土石流対策工
B型		土石流對抗策工	I型		土石流対策工	格子型		土石流対策工
C型		流木捕捉工	△型		流木対策工	格子型2000C		土石流対策工
CF型		土石流対策工	L型		土石流対策工	銅板セル		土石流対策工
D型		流木捕捉工	楕円型 HBOスリット		土石流対策工	鋼夾板セル		土石流対策工
			J-スリット		土石流対策工			

第4節 鋼製砂防構造物の配置計画

鋼製砂防構造物設計便覧の配置計画の考え方を以下に示す。

(鋼製砂防構造物設計便覧より引用)

4-1 基本的な考え方

鋼製砂防構造物を砂防計画上どのように取り扱い、また、その設置する場所とその意味づけをどうするかは、重要な問題である。そこで、砂防計画の面からみた鋼製構造物の位置づけについて基本的考え方を整理する。砂防計画をたてる場合、対象流域の性質が最も問題となるわけであるが、ここでは発生する土砂移動現象をもとに、以下に示すように分類して各々の区域における鋼製砂防構造物の配置計画について整理する。

【解説】

- ① 一般の区域(土石流区間、掃流区間)
- ② 地すべり区域
- ③ 活火山区域

表3-2-4 土砂の移動形態別の形式選択

区域	土砂の移動形態	目的	鋼製砂防構造物の形式
土石流区間	土石流	土石流・流木の発生抑制	不透過型
		土石流・流木の捕捉	透過型
掃流区間	掃流	溪岸溪床の侵食防止および流砂の貯留 下流の溪床低下防止	不透過型
地すべり区域	地すべり	地すべり抑止、抑制	不透過型
活火山区域 (地盤変動の激しい区域)	土石流、掃流	溪岸溪床の侵食防止および流砂の貯留	不透過型・透過型

4-2 土石流区間における鋼製砂防構造物

土石流区間とは土石流が発生し、上流で流木が土石流と一体となって流下する、もしくは堆積する可能性のある区間である。土石流区間に施工される砂防設備はその目的によって、土石流・流木発生抑制のための設備、流下する土石流・流木の貯留・減勢および水と砂礫を分離させるための設備、土石流を停止・堆積させるための設備に分けられる。ここでは区間ごとに鋼製砂防構造物を用いる場合の基本的な考え方について整理する。

【解説】

(1) 土石流発生を抑制するための設備

土石流の発生は大別して、以下のように分類される(高橋、2004)

- ① 外部からの水の供給によって溪床堆積物が浸食され、流水と流砂が高濃度に混合されるようになって土石流となる。
- ② 崩壊土塊がそれ自身で含んでいた水の影響によって、あるいは外部から供給される水と混合して土石流に移行する。
- ③ 豪雨に伴って発生する山腹の崩壊土砂は、河川を堰き止め、天然ダムを形成する。天然ダムが急峻な溪流にできた場合、その決壊によって土石流となる。

(鋼製砂防構造物設計便覧より引用)

山腹崩壊に起因する土石流について発生を防止しようとする、第一義的には山腹崩壊の生ずるおそれのあるところに砂防施設を設けて崩壊発生を抑止することが望ましい。しかし、実際の現場では地形条件、工事の施工条件等から、砂防施設を設けることが非常に難しいことが多い。ただし、谷頭部付近で、湧水の多い場所等では、枠堰堤等の透水性のよい構造物を谷止工(床固工)として計画することは一つの有効な対策である。

溪岸や溪床の侵食による土石流発生に対しては、不透過型の鋼製砂防構造物を砂防堰堤や床固工として利用しその発生防止を図るものとするが、土石流がより上流で発生して流下する可能性もあり、設計条件として土石流の衝撃荷重を考慮するか、もしくは盛土等の緩衝材によって衝撃を避ける必要がある。

崩壊土砂によって天然ダムが形成された場合の対策としては応急対策がなされることが多い。この応急対策としては現地の状況にもよるが、施工時間が短縮されかつ施工の容易な工法が要求される。この意味から鋼製構造物の特徴を活かした検討が必要となる。

(2) 土石流・流木を捕捉するための設備

この設備は、土石流・流木の発生した場合に、流下する土石流・流木を捕捉するため設けるものである。このためには常時の出水で貯砂空間が減少することは対策として非効率になるので、常に捕捉あるいは堆積させるための空間を確保することが重要である。鋼製透過型堰堤は、その構造の特徴より常時の出水、もしくは中小出水では流出土砂を下流に通過させ、土石流発生時等に備えて空容量を確保できるため、土石流・流木対策工として多く計画されている。

この区間に設けられる構造物には、土石流が直撃することを前提とした設計荷重を考慮しなければならず、構造物としても十分安全なものとして計画を検討する必要がある。

従来は保全対象の直上流に重力式コンクリート砂防堰堤を設置し、人家人命の保全を図ってきた。しかし、近年では鋼製透過型砂防堰堤の部材間隔を狭めることによって土石流区間最下流部での設置が可能となっている。



土石流・流木捕捉事例



土石流区域における部材間隔を狭めるタイプの施工事例

(鋼製砂防構造物設計便覧より引用)

4-3 掃流区間における鋼製砂防構造物

渓床、渓床侵食防止のためには、枠構造などの不透過型堰堤、床固工等が適用できる。

【解説】

常時の出水では土砂の流出が少なく、下流域では渓床の低下が激しい溪流がある。このような溪流においては、常時や中小出水ではできるだけ土砂を下流域に流下させ、大規模出水時には土砂の調節ができる構造物が望まれる。なお人家等の直上流に透過型の砂防堰堤を計画する場合には、減水時の土砂流出の影響を検討することが必要である。

4-4 地すべり区域における鋼製砂防構造物

地すべりによる災害を防止する防止計画において、鋼製砂防構造物はどのように位置づけられるかを検討する。

地すべりの発生の主要な誘因としては

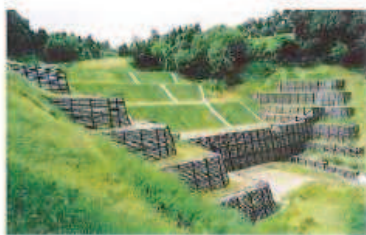
- ① 末端部での溪流による縦横断侵食や切土工、頭部での盛土工による地形変化
- ② 降水、表流水の浸透による地下水の増加
- ③ 浅層地下水の増加または他地域からの地表水の流入
- ④ 深層地下水の増加

があげられる(渡、1983)。

【解説】

①の溪流の縦横断侵食対策については地すべりの運動型に関係なく砂防堰堤等の河川構造物が最もよく用いられる。特に、溪流流水の侵食を防止するには流水に抵抗するための自重があって、しかも屈撓性に富み、かつ地下水位を上昇させないための構造物が望まれており、枠工やブロックを用いた不透過型の砂防構造物が用いられている。

また、②の内、地下水位の上昇に伴う地すべり土塊の滑動の防止には、透水性が高く、かつ地すべり滑動に抵抗する力のある構造物として、枠工等の砂防構造物がよく用いられている。しかし、③や④に関しては、地下水排水工、地下水遮断工などが多く用いられている。



地すべり対策に用いられた鋼製砂防構造物

第5節 床固工の計画

5-1 目的

床固工は、縦侵食（溪流の上流部が安定している場合、もしくは荒廃していても砂防工事を施工した後の下流部において侵食が進行している場合）を防止して溪床を安定させ、溪床堆積物の再移動、溪岸の決壊、崩壊等の防止及び護岸等の工作物の基礎保護のために施工するもの（単独床固工、階段状床固工群）である。

5-2 位置

床固工の位置は、次の事項を考慮して計画するものとする。

【解説】

- (1) 溪床低下の恐れ（縦侵食）がある箇所に計画する。
- (2) 支溪が合流する場合は、合流点下流に位置を選ぶ。
- (3) 工作物の基礎を保護する目的の場合には、それらの工作物の下流部に計画する。
- (4) 溪岸の決壊、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。
- (5) 溪岸の決壊及び崩壊など洗掘区間の長い溪床に計画する床固工は、一基では不足となるので数基を階段状に設ける必要がある。
- (6) 溪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のがよい。
- (7) 溪流の幅員が広く乱流の甚だしい箇所に設けて整流を行う。溪流の屈曲部の下流部とか溪床幅の大なる区間は乱流となりやすく、ここに設ける床固工は水溪の方向を修正して乱流による洗掘を防止、あるいは緩和するもので流路整備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。

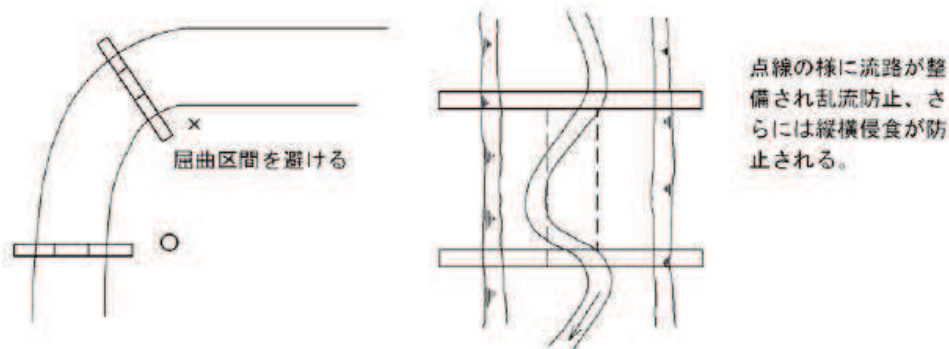


図3-2-26 単独床固工の位置

5-3 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。
- (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部の流心線に直角とし、水通し中心点は、その直上流の床固工水通し中心点における流心線に定めるものとする。

【解説】

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端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当たっては、水通しの幅一杯に越流する洪水流が、床固工上下流部両岸、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のである。

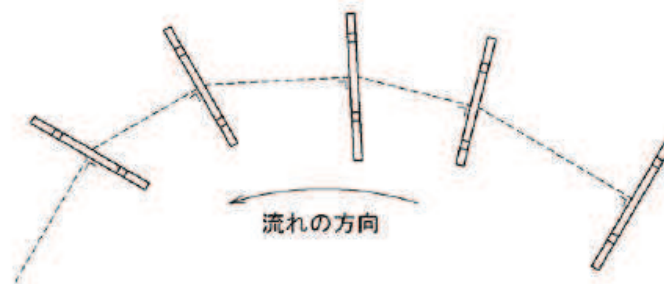


図3-2-27 床固工の方向

5-4 高さ

5-4-1 床固工

- (1) 床固工の高さは、通常の場合5m程度以下とする。水叩き及び垂直壁を設ける場合の有効落差は3.5m～4.5mが限度である。
- (2) 床固工の高さ（水叩き及び垂直壁を設置する場合も含む）が5m程度以上必要とする場合及び床固工を長区間にわたって設ける必要のある場合は、数基に分けて階段状に計画するのが適当である。

【解説】

床固工は原則として縦侵食を防いで溪床を安定せしめあるいは維持し、更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。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、相当長区間にわた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あるが起ってくる。

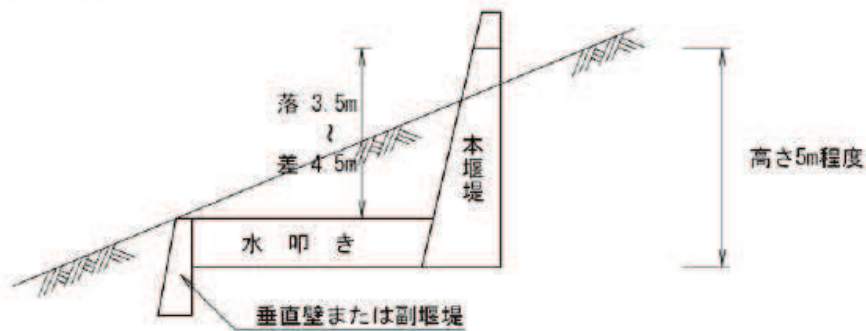


図3-2-28 床固工の高さ

5-4-2 帯工

単独床固工の下流及び階段状床固工群の間隔が大きく、なお縦侵食が行われ、あるいはその恐れがある場合は、帯工を計画する。

【解説】

帯工は原則として落差を考えない床固工であって、帯工の高さはその天端を溪床と同高とし、床固工の形成する安定勾配又は計画溪床勾配の線に沿って計画するのである。

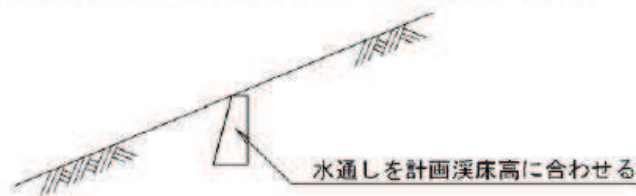


図3-2-29 帯工の高さ

5-5 溪床勾配

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進行している所に計画するもので、床固工によって新しく溪床勾配は形成されることが多く、この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となる。

【解説】

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、床固工の施工は時期が早過ぎるか、又はその必要がない。

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、又はわずかな場合には縦侵食が行われるから、この部分に設ける床固工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良ければ良いほど、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。

5-6 計画縦断勾配

- (1) 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もので、したがって床固工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その流路に適合したものでなければならない。一般溪流においては現溪床勾配の1/2から現溪床勾配の間で決定する事を原則とする。
- (2) 床固工の下流のり先は越流水流によって深掘され、溪床が低下するから階段状床固工群間の基礎は、下流床固工の計画溪床勾配線以下に根入れする。
- (3) 階段状床固工群の施工区間において、溪床勾配の屈折と曲流部の深掘によって局部的に溪床勾配の変動が起こるので床固工の高さと数を検討の上、床固工間の計画勾配はほぼ一致するようにし、根入れ等に注意する。

【解説】

溪流の溪床勾配は下流になるに従って緩やかとなるのが普通で、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、床固工間の計画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溪床が深掘されるのが普通であるから、深掘程度の推定に努め、これが溪床勾配に与える変動を検討する必要がある。

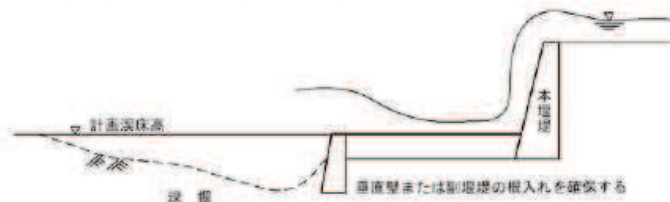


図3-2-30 床固工の根入れ

第6節 護岸工の計画

6-1 目的

護岸工は流勢による溪岸決壊、または崩壊を防止するためのものと、流水の方向を規制して滑らかな流向にすることを目的としたものがあり、特に後者は洪水時に土砂や転石などから、衝撃を受け易いので十分留意しなければならない。

6-2 位置

護岸は、下記の位置の場合選定する。

6-2-1 選定ケースⅠ

溪流において、水流あるいは流路の湾曲によって、水衝部あるいは凹部溪岸山腹の崩壊の増大又は崩壊の恐れがある場合、この部分に護岸工を計画する。

【解説】

山腹の横侵食を防止して崩壊しやすい溪岸斜面の支持および根固めの目的を持って直接に護岸を計画するのも一方法であるが、導流護岸又は流路の変更を図ってこれらの危険な個所に直接水流が衝突するのを避ける方法が良策である場合が多い。(図3-2-30参照)ただし、流路の付替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このため溪床勾配が急となって流速が増すから注意を要する。

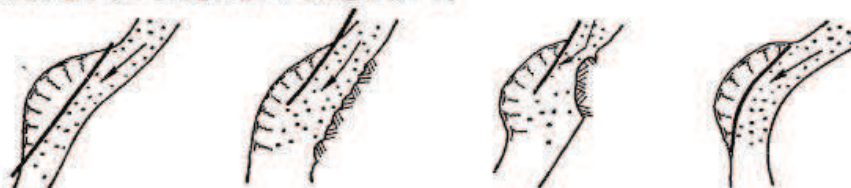


図3-2-31 護岸工の位置

6-2-2 選定ケースⅡ

溪流下流部の土砂堆積地、又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恐れがある場合、護岸工を計画する。

【解説】

溪流の下流部は上流に比べれば溪床勾配は緩やか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、この地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。

6-2-3 選定ケースⅢ

渓岸の決壊又は崩壊防止のためには、床固工あるいは堰堤工のほか、なお山脚の根固に護岸工を必要とする場合が多い。

【解説】

溪流の屈曲部等において、水流の衝突によって凹部に決壊又は崩壊の起こる場合、縦侵食と横侵食が関連して作用するのが普通であるから崩壊個所の下流部に床固工あるいは堰堤工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、床固工又は堰堤工上流部の崩壊の脚部に護岸工を計画して決壊又は崩壊を防ぐ必要のある場合が多い。

6-3 種類の選定

一般に溪流においては、コンクリート護岸工、コンクリートブロック護岸工又は石積み護岸工を計画する。ただし、石積み護岸工及びコンクリートブロック護岸工を用いる場合は練積みとする。空積み護岸は一般に溪流には不適當である。

【解説】

一般に溪流は流速が大き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恐れがある。これを防ぐためにはコンクリート、コンクリートブロック又は石積みによらなければならない。コンクリートブロック及び石積みには胴込めコンクリートを用い、更に強度を必要とする場合には裏込コンクリートを用いなければならない。空石積みは破損の恐れのない場合を除いて用いてはならない。

6-4 高さ

6-4-1 一般

1. 護岸工の天端高は計画高水位に余裕高を加えた高さとするのが原則である。
2. 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、特に天端高を増さなければならない。

【解説】

河川堤防においては、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）まで護岸を施さなければならない。

溪流曲線部の流速が大きくなると、横断面において両岸に水位の差が生じ、凹岸は凸岸に比べて水位が上昇するものであるから、凹部の溪岸は特に護岸を強固にする必要があるばかりではなく、天端高を高める必要がある。

6-4-2 堰堤等への取付け

堰堤及び床固工上流に計画する護岸工天端は、堰堤及び床固工の袖天端と同高又はそれ以上の高さに取付けなければならない。

【解説】

堰堤工及び床固工の袖高は水通しにおける計画高水位以上にとってあるから、この天端と同高又は、それ以上に護岸工の天端を取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付け部分が決壊する恐れがある。同時に堰堤及び床固工における袖の角部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付け、水流に対する突出を避けなければならない。

6-5 溪床勾配

1. 護岸工施工区間の溪床勾配については、床固工及び溪流保全工に準ずる。
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。

【解説】

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、床固工や溪流保全工の溪床勾配を参照して慎重に検討しなければならない。次に溪流の曲流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からあらかじめ検討することが肝要である。

第7節 溪流保全工の計画

7-1 目的

溪流保全工は、流路の是正による乱流防止及び縦断勾配の規制による縦・横侵食の防止を目的として施工するものである。

【解説】

溪流保全工は、種々の目的のために施工され、次の様に目的別に分類される。

- (1) 流路の縦断規制
 - ① 縦断勾配の緩和による縦横侵食の防止
 - ② 天井川の解消
- (2) 流路の平面規制
 - ① 扇状地の乱流防止
 - ② 流水断面の確保
- (3) 特殊な地質の地域における崩壊防止(シラス台地、火山灰地など)

7-2 計画条件

7-2-1 一般

溪流保全工は、一般に床固工と護岸工、帯工とを併用して計画することを原則とする。

7-2-2 上流端処理

溪流保全工計画区域の上流端には、原則として堰堤工もしくは床固工を施工するものとする。

【解説】

溪流保全工の上流端には溪流保全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シャ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。

7-2-3 土砂含有率

溪流保全工の計画に考慮する対象流量は、既に砂防工事が進捗しているものであるので、原則として、土砂含有率の減少した洪水流を対象とする。

【解説】

溪流保全工の計画における土砂の含有率については、次の数字を目途とする。

1. 砂防工事が施工中及び屈曲、乱流防止の場合 —— 土砂含有率 10%
2. 砂防工事が施工済みの場合 ————— 土砂含有率 5%

7-2-4 橋梁等横断構造物

溪流保全工の計画に当たっては、橋梁、配水管等の横断構造物はなるべく少なくするものとする。

【解説】

やむをえず設置する場合には、上流からの流木等による破壊等を考慮して、河川としての余裕高さに0.5m加えた高さ（図3-2-31参照）をとる必要がある。

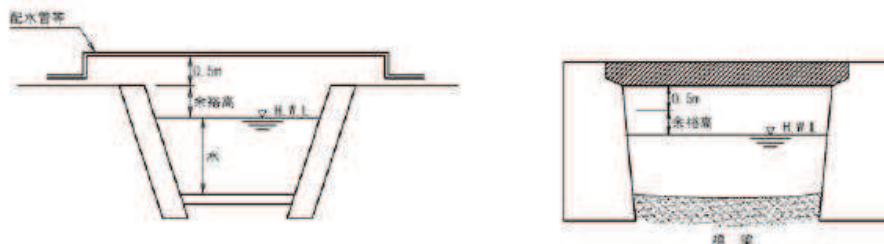


図3-2-32 横断構造物の桁下余裕高

7-2-5 渓床

溪流保全工は、原則として底を張らない構造とするものとする。ただし、溪流保全工を計画する区間において、その渓床を構成する粒径に対する移動限界流速が計画勾配と計画水深によって生ずる流速より小さくなる場合には水路を三面張りとしてもよい。

【解説】

溪流保全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。渓床勾配等で、渓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りを避けること。しかし勾配の緩和及び幅拡大等を考慮しても、なおかつ掃流力のほうが渓床の抵抗力より大なる場合には三面張りとする。

長い三面張り区間では適当に垂直壁を設け、流下水路の発達を防ぐ必要がある。

7-2-6 勾配の変化点

勾配変化のある場合は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ことを原則とする。

【解説】

溪流保全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。この帯工の間隔は通常その勾配を表す分数の分母を距離に読み替えた程度を原則とする。

7-2-7 余裕高

溪流保全工の余裕高は、原則として計画流量によって決定するものとする。

ただし、余裕高は溪床勾配によって変化するものとし、計画高水位(H)に対する余裕高(ΔH)との比($\Delta H/H$)は下表の値以下としないようにすること。

表 3-2-5 計画流量と余裕高

計画流量	余裕高
200m ³ /s 未満	0.6m
200～500m ³ /s	0.8m
500m ³ /s 以上	1.0m

表 3-2-6 溪床勾配による $\Delta H/H$

勾配	～1/10	1/10～1/30	1/30～1/50	1/50～1/70	1/70～1/100	1/100～1/200
$\Delta H/H$ 値	0.50	0.40	0.30	0.25	0.20	0.10

【解説】

勾配の急な溪流では、溪床変動、土砂流出等が起こり易く、流速が大きい関係もあって水面変動が大きい、このため大きな余裕高が必要となる。また、これは河幅との関係もあり、同一流量でも河幅が広げれば、計画高水位の水深が小さくなり、規定の余裕高で十分安全となる。

そこでこれらの計画高水位(H)と余裕高(ΔH)との比をとり、これらの値の下限値を勾配別に規定したものである。

7-2-8 水利

扇状地に溪流保全工を計画する場合、地下水、伏流水等に影響を及ぼす恐れがあるので、溪流保全工周辺の水利用に関しては、十分事前調査を実施すること。

【解説】

三面張り及び掘込み河道の溪流保全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、揚水等）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に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（案）調査編第7章地下水調査及び第10章地すべり及び急傾斜地調査を参考とすること。

7-3 実施の順序

溪流保全工の実施に際しては溪流上流部の荒廃状況を検討しなければならない。

1. 上流部が荒廃している場合

- (1) 砂防工事が未施工……溪流保全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て原則として50%以上（土砂生産抑制、流出土砂抑制、調節量を含める）完了した後に溪流保全工を実施するものとする。
- (3) 砂防工事施工済み……溪流保全工の実施可

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甚だしく、侵食の著しい場合は溪流保全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て原則として50%以上完了した後に溪流保全工を計画するものとする。

【解説】

溪流保全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、溪流保全工は上流からの土砂の流下を十分防止する設備ができた後に着手することが原則である。

7-4 法線

溪流保全工の法線はできる限りなめらかに計画するものとする。

【解説】

溪流保全工の法線は流水のスムーズな流下を図るため、また、将来における維持のため直線に近いことが望ましいのであるが、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、法線の規正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が多い。しかし、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、あくまでも溪流保全工本来の目的を忘れてはならない。

溪流保全工最下流部が河川もしくは海に流入する際、河川の背水水位及び満潮水位については、河川砂防技術基準同解説計画編第2-1章第1節河道計画1・2計画高水位を参考とすること。

7-5 溪床勾配

溪流保全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ものとする。

溪床勾配は掃流力が50%以上変化しないように定める。

【解説】

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溪流保全工の維持に困難を生ずる場合もあるので、勾配変化点においては、その上下流で掃流力が50%以上の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。

7-6 構造

7-6-1 曲流部

溪流保全工の曲線の外カーブ側は、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護岸天端を高くするのが原則である。また、曲線部の外カーブ側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しなければならない。

【解説】

所要嵩上げ高さについては、設計編第2章1-8 湾曲部の横断形を参考とされたい。

また、曲線部の外カーブ側は、洪水時には洪水が集中して流下するため強度の洗掘力が働く。そこで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。特に二面張り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こと。

7-6-2 堰堤の取付け

堰堤と溪流保全工を直結する場合、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、溪流保全工の断面は流量公式によって計算するものとして、その間の結合は副堰堤又は垂直壁より下流でなじみよくすり付けるものとする。

【解説】

堰堤の水通し断面は、通常、水理学上の堰の公式によって計算するものとし、溪流保全工の開水路による計算断面とのすり付けは、副堰堤又は垂直壁より下流で調整するものとする。

ただし、堰堤の副堰堤又は垂直壁に溪流保全工を取付ける場合は、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溪流保全工の直結は、土砂害をまわく恐れが生ずるので、堰堤と溪流保全工の間には、適当な長さの河道調節区間を設けることが望ましい。

7-6-3 底張り部の末端処理

三面張り溪流保全工から二面張り溪流保全工に移行する部分では、流速の差により二面張り溪流保全工の上流端付近の護岸基礎部分に洗掘が生ずる恐れがあり、護床工・減勢工を考慮するものとする。

また、三面張り下流端には少なくとも帯工を設け、吸出しの防止を図るものとする。

【解説】

三面張り溪流保全工に移行する場合、溪床に深掘れが生じる恐れがある場合がある。

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、溪床の維持流速の調整を図るものとする。

7-6-4 掘込み方式の原則

溪流保全工においては、掘込み方式を採用することを原則とし、築堤工は本川との取付部分等に限るものとする。

【解説】

砂防工事としての溪流保全工は、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、またいったん破壊した場合の被害が著しいので、できる限り築堤方式を避け、掘込み式とし、安全性を高める工法を採用すべきである。

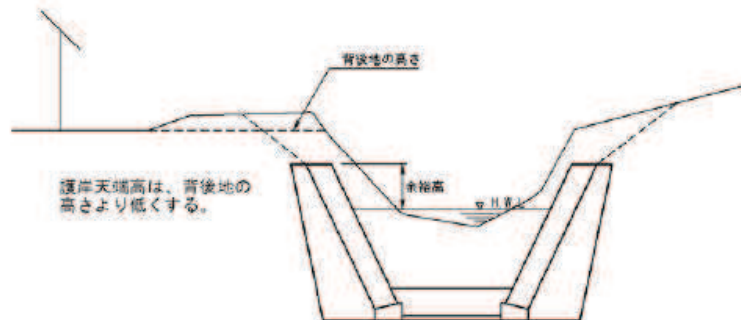


図3-2-33 溪流保全工の天端高

7-6-5 溪流保全工計画の中での床固工の位置

溪流保全工計画では縦断計画の決定が最も重要なものであり、溪床勾配の急な溪流においては、溪床の維持が困難な場合が多い。そのため床固工を設置し、溪床勾配を緩にして溪床の洗掘を防ぎ、計画溪床高を溪床材料のみで維持するのが一般には得策である。このため、溪流保全工の横断形及び縦断形等を総合的に検討して床固工の位置を選定しなければならない。

(設置位置)

床固工の設置位置は、できる限り屈曲部を避け直線部に設け、次の地点を原則とする。

- (1) 溪流保全工計画区域の上下流端
- (2) 計画溪床勾配を維持するため必要とする地点 (計画溪床勾配の変化点)
- (3) 法線形を維持するため必要とする地点 (特に幅員が広く、乱流が甚だしい地点の整流を行う。)
- (4) 溪流保全工の底張りの上下流端、または支川の合流する場合は、合流点の下流地点
- (5) 工作物の基礎を保護するため、それらの工作物の下流部

(床固工の間隔)

床固工の間隔は、設定された法線形及び計画溪床勾配を維持するため、床固工の高さと床固工の間隔をそれぞれ相互に組み合わせて検討を行い決定する。

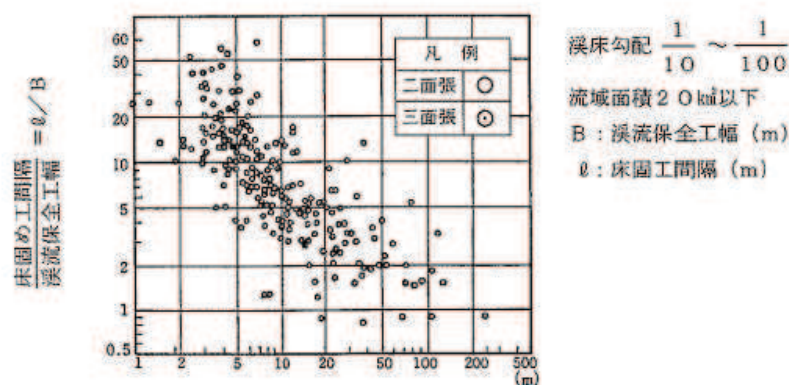


図3-2-34 溪流保全工幅と床固め工間隔の関係

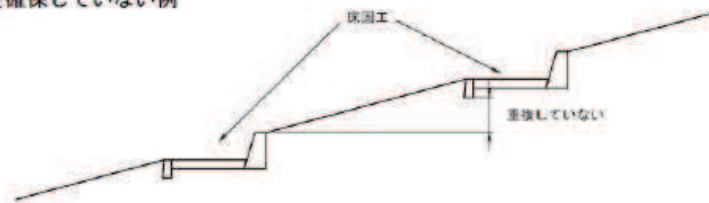
7-6-6 床固工の重複高

溪流保全工における床固工は相互に十分な重複高をとるものとし、隣接する床固工の天端と基礎は少なくとも同高でなければならない。

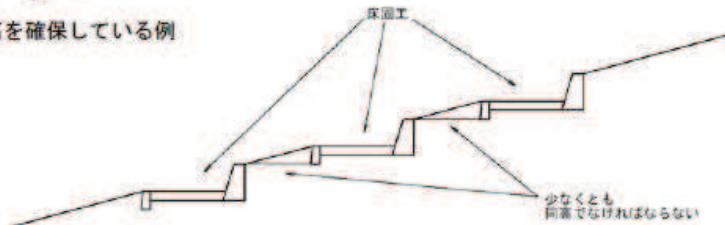
【解説】

溪流保全工における床固工群は、階段状に設けられる。溪床が転石の累積あるいはそれに近い場合は、相互に隣接する床固工の水通しと基礎高を水平としても差し支えないが、溪床が砂あるいは砂利層で形成されている場合は、床固工基礎は、前庭洗掘対策のため、下流床固工の水通し天端と重複させなければならない。ただし、三面張りの場合はこの限りでない。

① 重複高を確保していない例



② 重複高を確保している例



③ 重複高を確保している例（帯工）

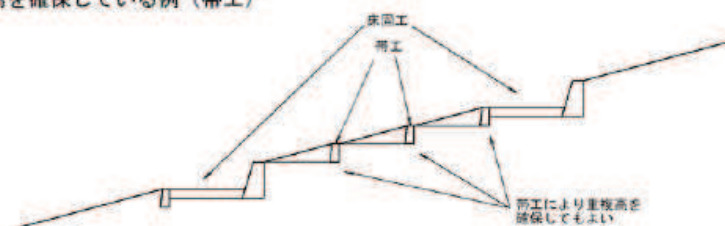


図 3-2-35 床固工の重複高

7-6-7 計画断面

溪流保全工の計画断面は現河道幅を十分考慮し、現状より河幅が狭小にならないようにする。

【解説】

現河道幅を狭めることは、河川の機能を破壊するだけでなく計画洪水流量に対する水深が大となるので、構造上危険サイドとなる。そのため最小現河道幅を活かした計画断面とすることが好ましい。

河幅が広く乱流、異常堆積の恐れの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を置いたりすることが望ましい。更に自然の拡幅部は、不慮の土砂流出に備え、遊砂池として利用することが望ましい。

第8節 土石流堆積工の計画

8-1 目的

土石流堆積工は上流域の砂防工事で、下流流路の許容流砂量まで流出土砂量を減ずることができない場合に、流路の一部を拡大し、許容流砂量以上の土砂礫を堆積させるものである。

8-2 位置

- ① 土石流堆積工は土石流発生の常襲地、縦断勾配の変化点付近、溪流保全工の概成した溪流の上流端に設けるものとするが、砂溜工の堆積土の搬出についても考慮しておかなければならない。
- ② 天井川区域には砂溜工を計画しないこと。

8-3 容量

土石流堆積工の容量は予測される堆積土砂量に、土砂運搬計画を検討の上、年1回程度以下の除去作業で機能の回復ができる容量以上とする。

8-4 形状

平面形状は、地形の特性を考慮して設計する。

【解説】

平面形状には、下图の4形式がある。

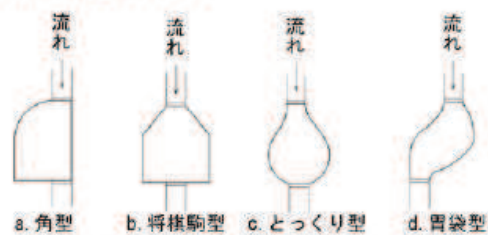


図3-2-36 土石流堆積工の平面形状の例

8-5 基本構造

- ① 土石流堆積工の上下流に堰堤工、または床固工を設けるとともに、溪流に石積またはコンクリートの護岸工を計画する。
- ② 土石流堆積工流入部の摺り付け角度は30度程度とする。

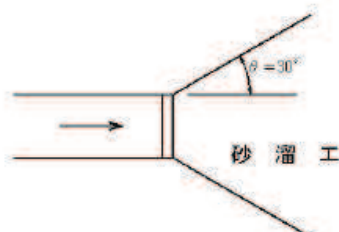


図3-2-37 流入部の拡幅

第9節 土石流緩衝樹林帯

土石流緩衝樹林帯は、樹木により生産土砂を抑制したり、落下してきた土砂を捕捉することを目的として、砂防設備としての樹林帯を育成するもので、併せて流域及び溪流周辺の環境を保全するものである。また、砂防設備としての機能を確保するため、維持管理計画を策定する。

【解説】

土石流緩衝樹林帯は、溪流内部や溪流周辺において砂防設備としての樹林帯を育成し、樹木の固定効果により土砂の移動を抑制したり、樹林帯により流出土砂の捕捉を図るほか、土砂や流水の流下エネルギーの減衰を期待するものである。

土石流緩衝樹林帯の効果は、次の3種類に分類される。このため土石流緩衝樹林帯は目的と効果に応じて分類されるが、二つ以上の目的を兼ねる土石流緩衝樹林帯もある。土石流緩衝樹林帯として実用化されているものは、「緑の砂防ゾーン創出事業（昭和63年～）」と「都市山麓グリーンベルト整備事業（平成8年～）」がある。

- ① 山腹斜面等の土砂抑制効果
- ② 待受け樹林帯による捕捉効果
- ③ 溪畔林として溪流付近の土砂の抑制効果、及び環境効果

土石流緩衝樹林帯における維持管理計画は、樹種の保育計画だけでなく、管理作業の主体となる地元自治体やボランティア団体とのタイアップのほか、待受け樹林帯において土砂の堆積時における緊急除石計画等を含む。

第10節 山腹工の計画

10-1 工種の選定及び配置

山腹工の計画に当たっては、計画対象地域の地形、地質、土壌、気象及び山脚固定堰堤との関連等を十分調査し、最も適正な工種の選定をしなければならない。また、山腹工は、それぞれの工種の機能が相互に有効に働くように、工種の配置、組合せを考慮するものとする。

【解説】

山腹工事は、山腹の荒廃地に土木的工事を補助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、植栽樹種の選定と工種の選定及び位置であり、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。

山腹工として代表的なものは、

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

であり、一般に山腹工は、これらの工種の組合せによって行われる。また、地帯分類留意点は表2-10-1のとおりである。

表3-2-7 地帯区分分類の留意点

地帯分類	留意点
積雪地帯	なだれ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。
多雨破砕帯	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、護岸工等を行うこと。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、山腹工にはなだれ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。

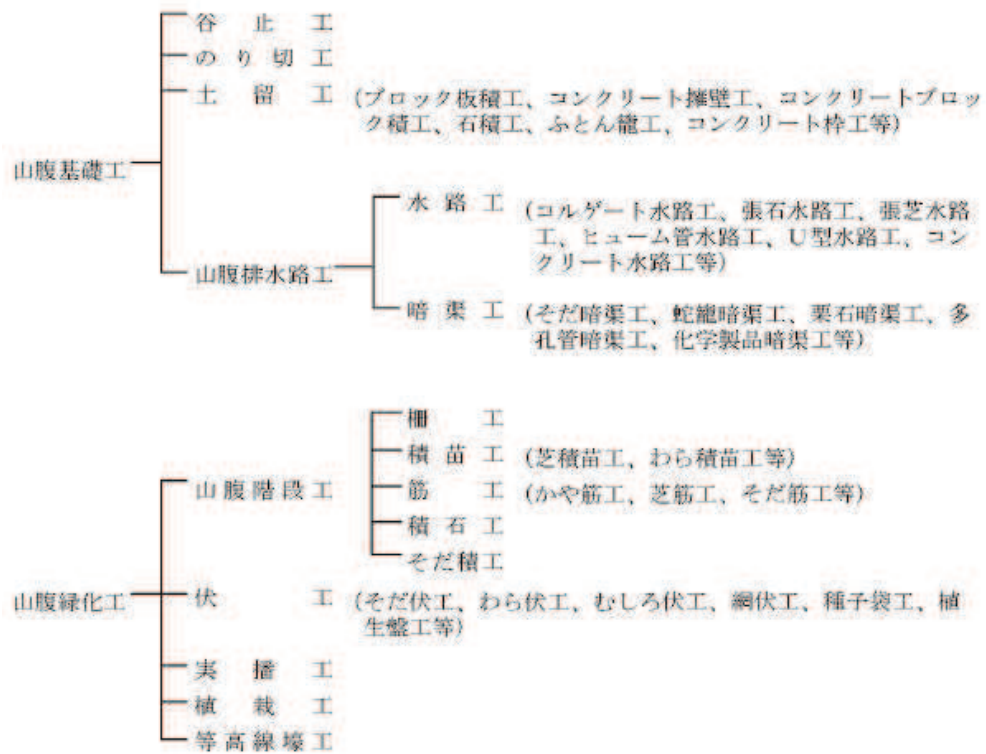


図3-2-38 山腹基礎工、山腹緑化工の工種



図3-2-39 とくしゃ地 (施工例) 断面図 (単位: m)

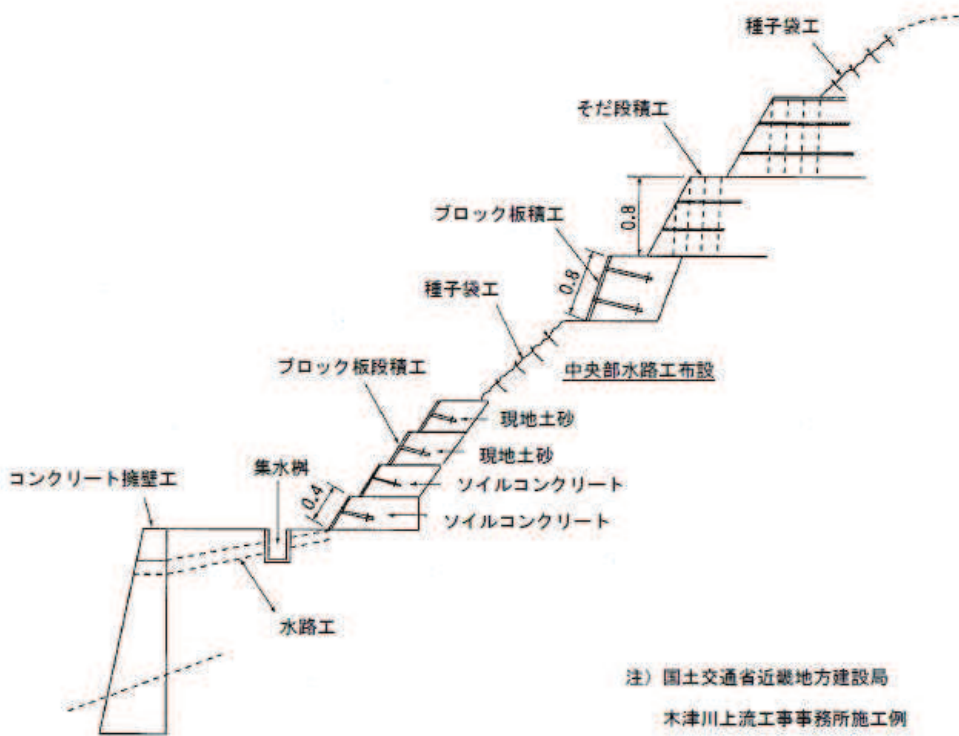


図3-2-40 崩壊地 (施工例) 断面図 (単位: m)

10-2 各工程の概要

10-2-1 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。谷止工の位置は保全対象山腹の直下流部とするのを原則とし、高さは、山脚の侵食を防止し得る高さとし、方向、構造並びに断面計算は、本章第2節2-1～2-4によるものとする。

10-2-2 のり切り

のり切りは、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ものとする。のり切りは、斜面を構成している土砂の安息角まで切り取ることを原則とする。

10-2-3 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他の工作物の基礎となるような個所に計画するものとする。

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計画しなければならない。

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。やむをえず地盤の軟弱な個所に設ける場合は、基礎処理を行わなければならない。

10-2-4 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する必要がある場合に計画する。

水路工の位置は、斜面の凹部で最も効果的に集排水できる位置を選定し、断面は集水される最大流量を安全に流し得るよう十分余裕を持った断面とする。水路は、原則として20～30m間隔に帯工を設け、水路の末端部は、土留工あるいは谷止工等で固定しなければならない。

10-2-5 暗渠工

地下水が多く、再崩壊の恐れが多い個所及びのり切土砂を大量に堆積せざるをえない個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、地下水量、地盤の良否等を考慮して決定する。

10-2-6 柵工

柵工は、山腹斜面の表土の流出の恐れのある個所で、かつ植生導入が可能な個所において計画する。柵工の高さは50cm程度を標準とする。

10-2-7 積苗工

積苗工は、地山が露出した寡雨、乾燥の激しい個所に計画する。

積苗工の配置は、直高1.5m程度ごとに水平階段をきりつけて、積苗するのを標準とする。

10-2-8 筋工

筋工は、比較的表土の深い地味良好な個所又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、筋工の種類等によって決める。

10-2-9 伏工

伏工は、土質が軽少で、かつそのまま放置した場合は、雨、凍上、霜柱および風等によって侵食の恐れのある場合や斜面に種子を実播する際、その種子の流亡、乾燥等を防ぐ場合に計画する。

10-2-10 実播工

実播工は、斜面が短く、かつ緩やかで土壌条件の良好な個所に単独又は他の工種と併用し、早期に緑化することを目的として計画する。

10-2-11 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、土壌条件の悪い個所では、原則として2~4種類組み合わせるものとする。

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、抵抗性が大きいもの。
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ものとする。

- (1) 土砂堆積地区等の土壌条件の比較的良好な地区では、1ha 当たり 3000~5000 本
- (2) 地山露出地区では、1ha 当たり 8000~12000 本

植栽に当たっては、原則として施肥を計画するものとする。