

第Ⅴ編 水系砂防計画 (計画編)

第V編 水系砂防計画（計画編） 目次

第V編 水系砂防計画（計画編）	V-1-1
第1章 総説	V-1-1
第2章 計画規模	V-2-1
第3章 計画基準点	V-3-1
第4章 計画土砂量等	V-4-1
第1節 計画土砂量、土砂移動の形態	V-4-1
第2節 計画生産土砂量	V-4-2
第3節 河道調節量	V-4-5
第4節 最大洪水流砂量（計画流出土砂量）	V-4-7
第5節 計画許容流砂量	V-4-7
第6節 計画超過土砂量	V-4-10
第5章 土砂処理計画、砂防設備配置計画	V-5-1
第1節 砂防堰堤の目的と型式	V-5-1
1.1 土砂生産抑制施設としての砂防堰堤	V-5-1
1.2 土砂流送制御施設としての砂防堰堤	V-5-2
第2節 その他の水系砂防設備	V-5-3
2.1 その他の水系砂防設備の概要	V-5-3
第3節 土砂処理計画	V-5-4
3.1 土砂生産抑制計画（扞止計画）	V-5-4
3.2 流出土砂抑制計画（貯砂計画）	V-5-5
3.3 流出土砂調節計画（調節計画）	V-5-6
第4節 施設効果量	V-5-7
4.1 掃流区間の不透過型砂防堰堤	V-5-7
4.2 土石流区間の不透過型砂防堰堤	V-5-8
4.3 土砂調節のための透過型砂防堰堤（掃流区間）	V-5-8
第6章 水系砂防での流木対策	V-6-1
第1節 流木対策計画	V-6-1
第2節 対象流木量	V-6-1
第3節 水系砂防での流木対策施設計画	V-6-2

第V編 水系砂防計画（計画編）

第1章 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。

(国河計 p48)

第2章 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。
(国河計p49)

解 説

砂防基本計画における土砂量は、その規模に中間段階を想定することが困難なため、想定される最大規模の土砂量を対象に計画規模を定めることとし、原則として計画降雨の降雨量に伴って発生する可能性が高いと判断される規模を推定する。計画降雨としては、年超過確率1/100程度の規模もしくは既往最大のうちどちらか大きい方を用いるものとする。

第3章 計画基準点

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また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。 (国河計 p50)

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。 (国河計 p50)

本マニュアルでは、砂防基本計画において計画基準点、補助基準点が設定されており、原則としてそれを踏襲する。設定の考え方は、次のとおりである。

1 水系砂防計画での計画基準点

水系砂防計画での計画基準点は、河川計画との関連地点に設けるものであり、砂防計画対象区域（砂防事業対象区域）の最下流地点に設ける基準点である。本マニュアルでは、この地点を「計画基準点（水）」と呼ぶ。「計画基準点（水）」において、第5章第3節の式(1)を用いて土砂収支計算を行う。この計画基準点は砂防原点とも呼ばれるものであり、河川管理者と協議して決定されるものであるが、一般的に次の事項を目安に決定されている。

- ・河床勾配がおおむね 1/100 の地点

河床勾配が 1/100 より緩勾配であっても土砂害が多発している場合、または天井川となっている場合は、計画基準点を河床勾配 1/100 以下に設けることもある。

- ・法河川との関連地点
- ・大きな河川との合流点

なお、法河川に砂防事業の対象となる溪流が隣接して流入している場合等では、これら対象溪流群の最下流を目安として設けられる場合もある。この場合、計画基準点は、中小溪流を包含して下流河川領域の保全のために設ける水系上の根幹的なコントロールポイントとして設けられるものである。

2 水系砂防計画での補助基準点

水系砂防計画での補助基準点は、対象地域内での流出土砂の土砂収支のチェック、保全対象の明確化を目的として設ける。補助基準点は、次のような事項に着目して設定する。

なお、補助基準点では第5章第3節の式(1)で示されている複利計算での土砂収支は行わない。

(1) 土石流区間と掃流区間の境界点（補基（掃））

土石流区間とは、土砂の流出が集合運搬の状態で行われる区間をいい、掃流区間とは土砂の流出が流水による各個運搬の状態で行われる区間をいう。境界については第4章第1節を参照されたい。

(2) 保全対象地区の上流

砂防計画上の保全対象の保全を考えて、土砂量をチェックする地点である。なお、下流に溪流保全工を計画する場合、溪流保全工上流端はこれに該当する補助基準点である。

本マニュアルでは、この地点を「補基（保）」と呼ぶ。

(3) 主な支川合流点

計画基準点（水）のある本川への合流点等、土砂収支上の節目と考えられる地点に設ける補助基準点であり、本マニュアルでは、この地点を「補基（合）」と呼ぶ。

計画基準点（水）のある河川を本川と考え、本川合流点が設定の目安となる。なお、法河川に砂防事業の対象となる溪流が隣接して流入している場合は、法河川との合流点に「補基（合）」を設けることとなる。

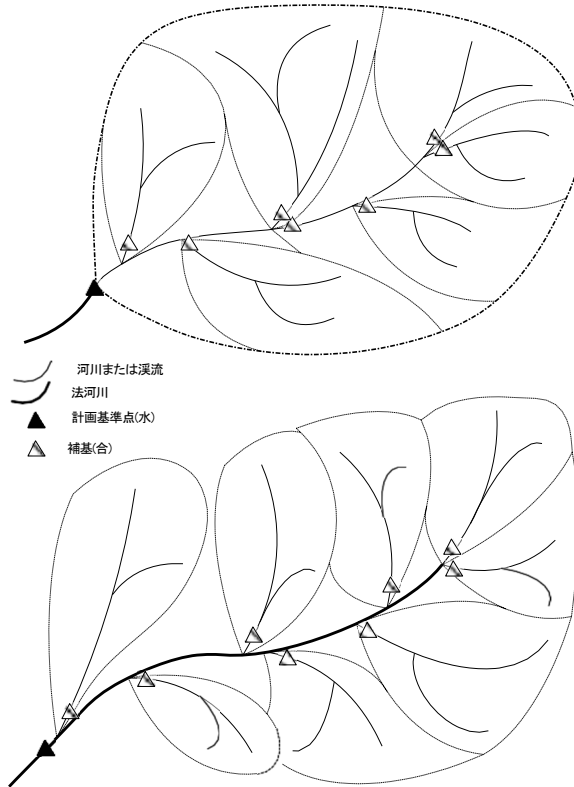


図 3-1 水系砂防での計画基準点設定の模式図(計画基準点(水)、補基(合))

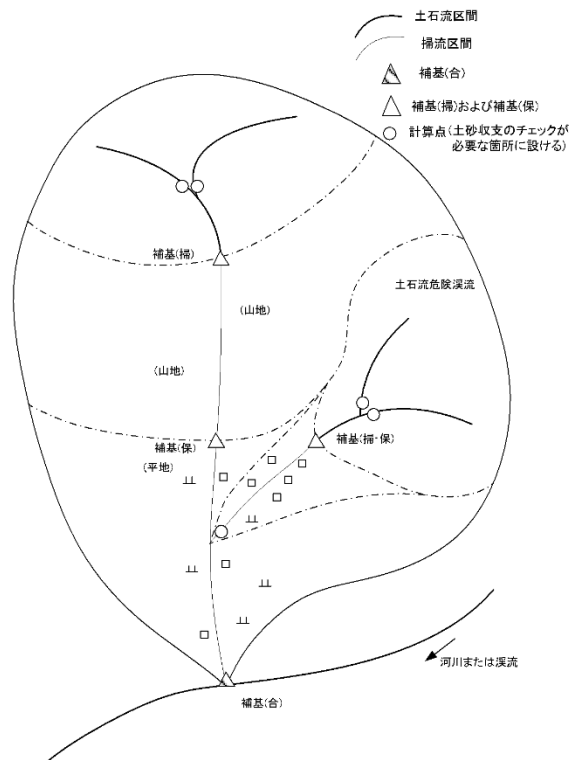


図 3-2 水系砂防での補助基準点設定の模式図(補基(合)、補基(掃)、補基(保))

第4章 計画土砂量等

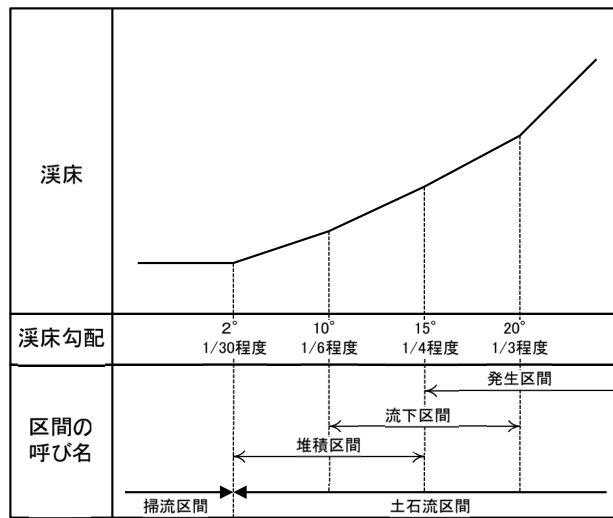
第1節 計画土砂量、土砂移動の形態

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。（国河計 p50）

一般に土砂移動の形態は、掃流、土石流に分類され、それぞれの特性に応じて土砂量を算出する。

解説

溪流での土砂移動の形態は、溪床勾配、溪床幅、流域面積、粒径等の様々な因子を反映したものであり、溪流調査等を参考に総合的に判断することが基本であるが、一般的には溪床勾配 1/30(≒2°)付近が掃流区間と土石流区間の境界と考えられている。



（砂土計 p9）

図 4-1-1 土砂移動形態の溪床勾配による目安

第2節 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、既崩壊残土量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するもの、及び河床等において堆積している土砂量のうち2次侵食を受けるものをいう。

計画生産土砂量は、砂防基本計画の対象となる計画超過土砂量算定の基礎となる土砂量で、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。（建河計p48）

解説

土石流区間における計画生産土砂量は、土石流・流木対策計画における移動可能土砂量を準用する。掃流区間については、その河状の特性を考慮して溪流調査を行い、移動可能溪床堆積土砂量に準じた方法で計画生産土砂量を算出する。

生産土砂量の原因となるものには次のものがある。

- ①山腹及び溪岸の新規崩壊土砂量
- ②既崩壊拡大見込土砂量
- ③既崩壊残存土砂量
- ④河床堆積物の二次侵食による土砂量

生産土砂量は計画基準点ごとに、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土砂抑制施設がない状態で算出する。流域内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

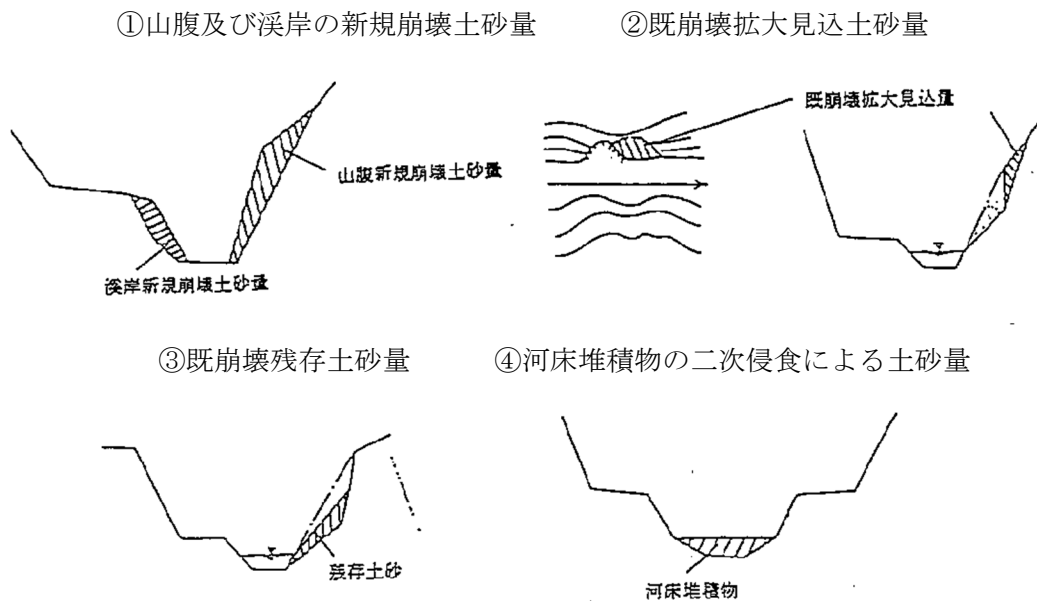


図 4-2-1 生産土砂量

<参考>崩壊土砂の算出方法 山腹及び溪岸の新規崩壊土砂量

新規崩壊土砂量を算出する方法は、①地質別の崩壊面積率及び平均崩壊深を用いる方法、②降雨量から崩壊面積を予測する方法に別れる。

(1) 地質別の崩壊面積率及び平均崩壊深を用いる方法

表 4-2-1、表 4-2-2 より地質別新規崩壊面積、新規崩壊深を求め新規崩壊土砂量を計算する。

$$(\text{新規崩壊土砂量}) = (\text{新規崩壊面積}) \times (\text{新規崩壊深})$$

(2) 降雨量と崩壊面積を予測する方法

①林業試験場による新規崩壊面積及び土砂量の推定新規崩壊土砂量(V_3)は

$$V_3 = (A - A_1) \times h_1 \times r$$

$$r = \frac{A_1}{A} \times (P - 1)$$

ここに、 V_3 : 新規崩壊土砂量

- A : 流域面積(m²)
- A₁ : 現況崩壊面積(m²)
- A₁/A : 荒廃率
- h₁ : 崩壊深(m)<現地調査結果を利用する>
- P : 雨量比、100年確率日雨量/モード値
- γ : 新規崩壊面積率

表 4-2-1 地質別新規崩壊率（流域面積 100km² 以下でほとんどは10~30 km² の値）

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%	た い は い 質 岩	たいはく岩	1.70%
	閃緑岩	0.06		火山砕屑岩	0.22
	凝灰岩砕屑岩	0.04		凝灰岩	0.23
	石英斑岩	0.10		凝灰角れ岩	0.19
	玢岩	1.08		火山岩類	0.39
	輝緑岩	0.46		れき岩	0.10
	石英粗面岩	0.26		角れ岩	0.45
	石英斑岩	0.53		砂岩	0.21
	安山岩	0.22		苔岩	2.04
	安山岩質熔岩	0.29		粘土岩(泥岩)	0.36
	玄武岩	0.11		頁岩	0.10
	玢岩閃緑岩	0.13		粘板岩	0.07
	変成岩				砂岩頁岩
ホルンフェルス	0.07		砂岩粘板岩	0.09	
た い は い 質 岩	頁岩	0.50%		砂岩チャート	0.25
	頁岩	0.05		頁岩凝灰岩	1.01
	第三紀層	0.25		石灰岩	0.27
	洪積層	0.19		チャート	0.16
	沖積層	0.04		チャート凝灰岩	0.73

(ポケットブックより)

(注) 1つの流域で地質がいくつもしめている場合には、地質の面積率で新規崩壊率を除いて、各地質別の値を合計して流域としての新規崩壊率とする。

一般的には3%を超えるような新規崩壊の発生する例は少ないが、昭和34年8月の豪雨による天竜川流域の崩壊では、全流域で6.9%、2次オーダーの谷では7.9%の崩壊率になった。また、支川の四徳川では流域として11.1%、2次オーダーの谷における崩壊率は12.0%となった。

表 4-2-2 地質別平均崩壊率深（ポケットブックより）

地	質	崩壊率	地	質	崩壊率	
火	花崗岩	2~3%	た	たいげい	1~2%	
	閃輝緑岩	5%		火山礫岩	2~3%	
	斑状凝灰岩	2~3%		凝灰岩	2~3%	
	石英斑岩	3~4%		凝灰角れ岩	2~3%	
	珪岩	5%		火山岩類	5%	
	輝緑岩	2~3%		れき	1~2%	
	石英斑岩	5%		砂	1~2%	
	石英斑岩	0~1%		礫	5%	
	珪岩	4~5%		泥	2~3%	
	珪岩	3~4%		頁岩	1~2%	
変成岩	変成岩	2~3%	い	粘板岩	2~3%	
	ホルンフェルス	1~2%		砂岩	2~3%	
たい	可成岩	2~3%		崩	砂岩	1~2%
	中成岩	2~3%			砂岩	2~3%
	凝灰岩	3~4%			頁岩	1~2%
	凝灰岩	3~4%			石灰岩	2~3%
	沖積層	4~5%			チ	2~3%

②打萩の推定式

打萩は、村野解析法（山地崩壊に関する2.3の考察、豪雨山崩れの研究等）を天竜川上流域、釜無川流域、木津川流域、有田川流域に適用し、累加雨量P(mm)と崩壊面積率S/A(%)との間には図4-2-2のような二次曲線で近似できる関係が存在し、次式で表すことを提案している。

$$S/A = 10^{-6} K (P - P_0)^2$$

$$V_3 = K \cdot A \cdot h (P - P_0)^2$$

ここに、S : 崩壊面積(km²)

A : 流域面積(km²)

K : 係数

P : 累加雨量(mm)

P₀ : 崩壊無効雨量(mm)

h : 崩壊深(m)

V₃ : 崩壊土砂量(m³)

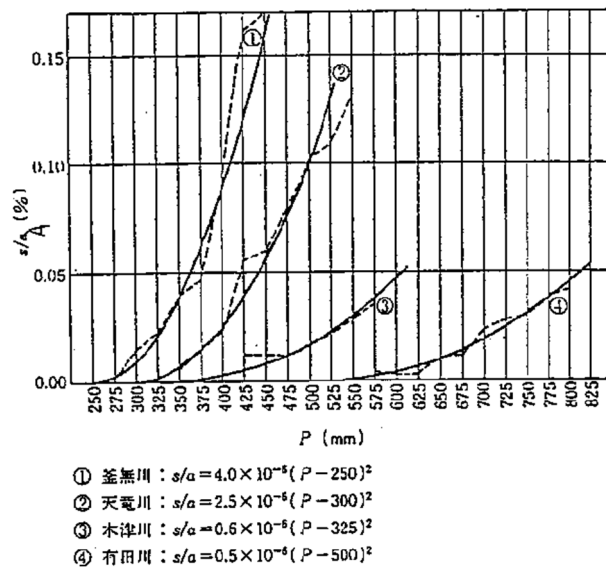


図 4-2-2 累加降雨と崩壊率の関係（打萩珠男原図）

第3節 河道調節量

河道には、勾配、川巾、湾曲、河道延長等により洪水時の流下土砂を一時河道内に貯留し、その後の流水により土砂を徐々に下流に流下させる機能がある。この一時貯留される土砂量が河道調節量であり、河道形状を考慮して定める。（建河計p48）

解説

土石流区域では、（移動可能土砂量） > （運搬可能土砂量）となる場合に、河道調節量が発生し、
 （河道調節量） = （生産土砂量） - （運搬可能土砂量）となる。

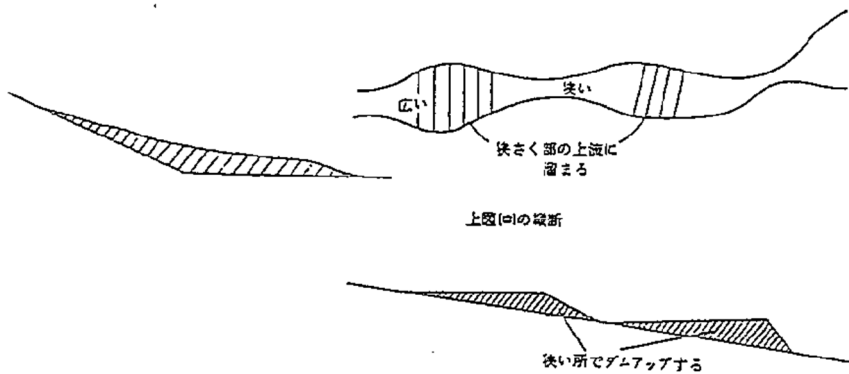
掃流区間では、（移動可能土砂量） > （運搬可能土砂量）となる場合に発生し、
 （河道調節率） = （生産土砂量） - （運搬可能土砂量）となる

また、河道調節量を生産土砂量との百分率（河道調節率）で表す場合は、
 （河道調節率） = （生産土砂量） - （河道調節率） × 100 となる。

注）土石流区域と掃流区域では名称が異なるが、（移動可能土砂量）と（生産可能土砂量）は同じ意味である。

(イ) 勾配の変化点に留まる

(ロ) 川が狭くなる上流に留まる



(ハ) 湾曲部に溜まる

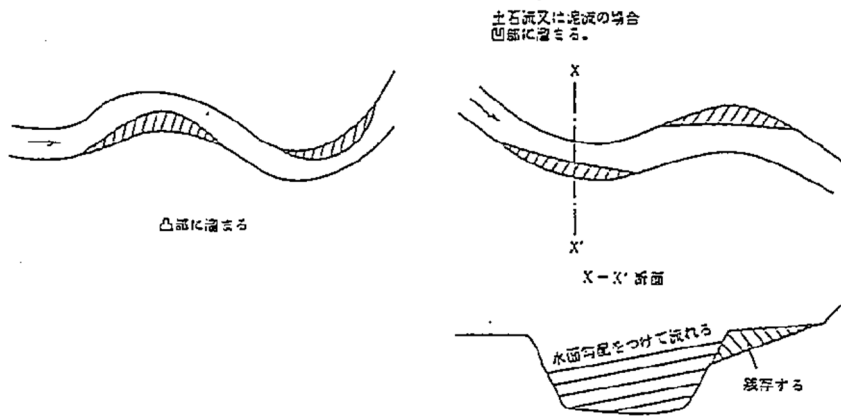


図 4-3-1 河道調節の例

<参考> 掃流区域（土砂流含む）における運搬可能土砂量算出方法

掃流区域（土砂流含む）における運搬可能土砂量の算定には、下記に示す芦田・奥村式等を参考として算出する。

芦田・奥村は、土砂流出量は主としてストリーム・パワーに規定されるとして、わが国の代表的な土砂流出に関する資料から次式を求めた。

$$D = K'(AR_d I_{200})^2$$

ここに、D : 豪雨時流出土砂量(m³)

A : 流域面積(km²)

R_d : 最大日雨量(mm)

I₂₀₀ : 対象地点から標高差 200m の区間の河床勾配

K' : 定数

その結果は、図 4-3-2 に示される。図において、H は年平均比流出土砂量が 1000m³/km²/year 以上の流域を、F は花崗岩の風化域を示している。

一般には、計画流出土砂量の5～10%としているが、許容流砂量決定には、流砂量公式により求める場合もある。これは、洪水流量と流出土砂量の関係が明確な場合、ある程度精度のあるものを求めることができる。

・掃流砂量式

掃流砂の運動は移動と休止の連続であって、その過程はきわめて確率的である。アインシュタイン(Einstein)が砂礫の流送過程に内在する確率的特性を検討して、著名な掃流砂関数を提案したのは周知のとおりである。その後、砂礫の確率的な運動特性に関して詳細な研究が進められ、多くの知見が集積されるとともに、これに基づいた掃流砂量式がいくつか提案されている。一方、平均的な掃流砂量式を表示するためには、必ずしも砂礫の運動特性から論議する必要はなく、適当な流砂モデルによる解析も多く行われている。移動床では、ほとんどの場合河床波が形成されるが、こうした場合の砂礫の運動特性を完全に記述して流砂量式を組み立てるまでには至っていない。しかも、流砂量に及ぼす河床波の影響は非常に大きい。したがって、流砂モデルによる解析は有力な手法となっている。アインシュタインは早くから流砂に及ぼす河床粗度の影響に注目して、河床波が形成されたときの全せん断力は、砂粒面に働くせん断応力と河床波によって生じるせん断応力の2つに分割できると考え、前者を有効掃流力として、次式で示した。

$$\frac{U}{u_{*e}} = 5.751 \log 10 \frac{12.27xR'}{d_{65}} \dots\dots\dots (1.2.7)$$

ここに、 u : 断面平均流速

u_{*e} : 有効摩擦速度 (=)

x : 砂粒レイノルズ数 $u_{*e}d_{65}/\nu$ の関数

R' : 流砂に有効に作用する径深

d_{65} : 65%の粒径

である。

アインシュタインの掃流砂関数は、式(1.2.1)で与えられる有効摩擦速度を用いて記述されている。メイヤーピーター・ミュラー(Meyer-Peter・Muller)も多くの実験結果から、流砂に有効に作用する摩擦速度 $u_{ee}(n_b/n)^{3/4} \cdot u_*$ を用いた流砂量式、

$$\phi = 8(\tau_{*e} - 0.047)^{3/2} \dots\dots\dots (1.2.8)$$

を提案した。

ここに、 $\tau_{*e} = u_{*e}^2/(\sigma/\rho - 1)gd$

n_b : 砂粒抵抗を表すストリックラー型の粗度係数

n : 流れ全体の粗度係数

q_B : 単位幅当たりの掃流砂量

d : 粒径

u_* : 摩擦速度

次元解析的手法によって誘導された篠原・椿の式は、

$$\phi = 25\tau_{*e}^{1.3}(\tau_{*e} - 0.8\tau_{*e}) \quad u_{ee} = u_* \cdot \sqrt{\frac{\phi'}{\phi_0}} \dots\dots\dots (1.2.9)$$

ここに、 $\phi' = u/u_*$ 、 $\phi_0 = 6.0 + 5.751 \log_{10}(R/d_{65})$ 、 $\tau_{*c} = u_{*e}^2/(\sigma/\rho - 1)gd$

u_{*e}^2 : 砂礫の移動限界摩擦速度

R : 径深

である。上式では、有効掃流力として、ここに示すような砂粒抵抗では過小な値を取りすぎると考え、 u_* を全抵抗と砂粒抵抗の幾何平均で与えることを提案して、流砂量式を導いている点が特徴と

なっている。

佐藤・吉川・芦田らによって、提案された次式も河床粗度によって流砂量が大きく変化することを示している。

$$\phi = \phi F(\tau_0 / \tau_c) \tau_*^{3/2} \dots\dots\dots (1.2.10)$$

ここに、 $F(\tau_0 / \tau_c)$: τ_0 / τ_c の関数

$$\tau_0 = \rho u_*^2$$

$$\tau_c = \rho u_{*c}^2$$

$$\tau_* = u_*^2 / (\sigma / \rho - 1)gd$$

ϕ : $n \geq 0.025$; $\phi = 0.62$, $n \leq 0.025$; $\phi = 0.62(40n)^{3.5}$ の値が実験値から求められている。

バグノルド (Bagnold) は粒子を含む流れの研究から、次の仮説が成立することを実験的に検証した。

i) 全せん断応力 τ_0 は粒子の衝突によって生じるせん断応力 τ_c と流体自身のせん断応力 τ_F との和として、

$$\tau_0 = \tau_c + \tau_F$$

として表される。

ii) 流体中の粒子の衝突によって鉛直応力 σ_G が生じ、 τ_G と σ_G の間には、

$$\tau_G = \sigma_G \cdot \mu f$$

が成立する。ここに、 μf : 粒子の動摩擦係数である。

芦田・道上はバグノルドの考え方に基づいて、次のような掃流砂量式を導いた。

$$\phi = 17\tau_{*e}^{3/2} \left(1 - \frac{\tau_{*e}}{\tau_*}\right) \left(1 - \frac{u_{*e}}{u_*}\right) \dots\dots\dots (1.2.11)$$

ここに、 τ_{*e} を算定するための有効摩擦速度 μ^*e は、次式で与えられる。

$$\frac{u}{u_{*e}} = 6.07 + 5.751 \log_{10} \frac{R}{d(1+2\tau_*)} \dots\dots\dots (1.2.12)$$

混合砂礫床においては、粒径別の移動限界の相違によって、河床砂礫の一部が移動しないような条件のもとではアーミング現象が生じる。このような条件のもとでは粒径別に流砂量を算定することが必要である。芦田・道上は限界掃流力を一様砂の式に適用して各粒径ごとの流砂量を次式で表した。

$$\frac{q_{Bi}}{f_0(d_i)u_{*e}d_i} = 17\tau_{*ei} \left(1 - \frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*i}}\right) \left(1 - \frac{u_{*ci}}{u_*}\right) \dots\dots\dots (1.2.13)$$

ここに、 q_{Bi} : 粒径 d_i の砂礫の流砂量

$f_0(d_i)$: 粒径 d_i の砂礫が河床において占める割合

$$\tau_{*ei} = u_{*e}^2 / (\sigma / \rho - 1)gd_i$$

$$\tau_{*i} = u_*^2 / (\sigma / \rho - 1)gd_i$$

$$\tau_{*ci} = u_{*ci}^2 / (\sigma / \rho - 1)gd_i$$

である。芦田・道上は式 (1.2.13) を用いて、アーミングを伴う堰堤下流部の河床変動を解析し良好な結果を得ている。

その後、芦田・高橋・水山は芦田・道上と同様な考え方に基づき、さらに、流体から河床へ伝達される掃流力は粒子の移動限界掃流力ではなくて停止限界掃流力になるはずであるとして、式(1.2.13)の τ_{*c}/τ_* および u_{*c}/u_* の項にその条件を導入するとともに、定数も若干変化させて、平たん河床を対象として次式を提案した。

$$\phi = 12\tau_*^{3/2} \left[1 - 0.85 \frac{\tau_{*c}}{\tau_*} \right] \left[1 - 0.92 \frac{u_{*c}}{u_*} \right] \dots \dots \dots (1.2.14)$$

芦田らは、山地河川のような河床勾配が急で砂礫の流度分布が広い条件にまで適用できるように配慮して、式(1.2.14)に勾配Iの影響を導入して、次式を提案した。

$$\phi = \frac{12-24\sqrt{I}}{\cos\theta} \tau_*^{3/2\sqrt{I}} \left[1 - 0.85 \frac{\tau_{*c}}{\tau_*} \right] \left[1 - 0.92 \frac{u_{*c}}{u_*} \right] \dots \dots \dots (1.2.15)$$

式(1.2.15)のIの項が導入されているのは抵抗係数がIによって変化することによる。すなわち、同じ τ_* に対して、Iが大きくなると抵抗係数は増加し砂礫移動に関する粒子近傍の高さにおける流速は減少し、したがって、掃流砂量は減少するが、式(1.2.15)にはその影響が考慮されている。qBに対するIの影響の程度は τ_* によって異なり、 τ_* が大きくなるほど大きい。 $\tau_*=0.1$ では、I=0.03程度以下であればqBに対するIの影響はほとんどない。しかし、 $\tau_*=0.3$ では、I=0.01程度でも、掃流砂量はI=0の場合に比べて10%程度減少し、さらにIが増加するとその影響は大きくなる。

混合砂礫床で、流砂量が粒径ごとに平衡し、河床砂の粒度構成が時間的に変化しない場合には、流体から河床へ伝達される掃流力が各粒子の停止限界掃流に等しくかつその値は粒径に無関係に等しいと考えられる。実際にこのことは実験によって確かめられている。したがって、混合砂礫床に対しても、流砂が平衡している場合には式(1.2.14)あるいは(1.2.15)はそのまま適用できる。 τ_*C として平均粒径に対する値を用いることができる。この場合の粒径別の掃流砂量の式(1.2.14)あるいは式(1.2.15)で求めた流砂量にその粒径の河床構成の割合を乗じたものになる。

第6節 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、計画基準点ごとに計画流出土砂量から、計画許容流砂量を差し引いた量で定める。 (建河計p50)

解説

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ものとする。

第5章 土砂処理計画、砂防設備配置計画

第1節 砂防堰堤の目的と型式

砂防堰堤は、土砂生産抑制施設および土砂流送制御施設として用いる。

1.1 土砂生産抑制施設としての砂防堰堤

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または拡大の防止または軽減」、②「溪床の縦侵食の防止または軽減」あるいは③「溪床に堆積した不安定土砂の流出の防止または軽減」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、施設の規模およ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。

(国河計 p180)

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およ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およ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、溪床およ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、構造および材料によって分類される。型式・構造・材料の選定にあたっては、周辺環境や経済性などを基に検討する。

砂防堰堤の型式には、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。

(国河計p180)

1.2 土砂流送制御施設としての砂防堰堤

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、不透過型および透過型がある。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、規模およ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。

(国河計 p183)

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、洪水を堰上げることにより流出土砂量およ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域に堆積させて、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などにより機能の回復を行う必要がある。また、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。

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、溪床およ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、その型式、構造および材料によって分類される。型式・構造・材料の選定にあたっては、周辺環境や経済性などを基に検討する。

砂防堰堤の型式には、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。

(国河計 p183)

第2節 その他の水系砂防設備

2.1 その他の水系砂防設備の概要

その他の水系砂防設備は、表 5-2-1 に示したとおりであり、適切な施設を配置する。

解説

その他の水系砂防設備は、表 5-2-1 に示したとおりであり、流域の状況を勘案して適切な施設配置を行う。

表 5-2-1 その他の水系砂防設備

工種	床固工	帯工	護岸工	溪流保全工	水制工	遊砂土工
目的	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・溪岸の侵食または崩壊などの防止または軽減 ・護岸工などの基礎の洗掘防止、保護 	<ul style="list-style-type: none"> ・縦侵食の防止 	<ul style="list-style-type: none"> ・溪岸の侵食・崩壊などの防止 	<ul style="list-style-type: none"> ・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・偏流の制御による溪岸の侵食・崩壊防止 ・縦断勾配の規制による溪床・溪岸侵食などの防止 	<ul style="list-style-type: none"> ・流水の流向の制御や流路幅の限定による溪岸の侵食・崩壊防止 ・流勢の緩和による土砂の堆積による溪岸の保護 	<ul style="list-style-type: none"> ・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による流送土砂の制御
配置	<ul style="list-style-type: none"> ・溪床低下のおそれのある箇所計画する ・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 ・溪岸の侵食、崩壊およ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 ・溪岸侵食・崩壊の発生箇所も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、溪床溪岸の安定を図る 	<ul style="list-style-type: none"> ・単独床固工の下流およ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 	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂の移動もしくは流水により、水衝部などの溪岸の侵食または崩壊が発生し、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どところに計画する 	<ul style="list-style-type: none"> ・幅根部や狭さく部などの自然の地形などを活かす、必要に応じて床固工、帯工、水制工、護岸工などを配置する 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・溪流上流部でも流水の衝撃に起因する崩壊の拡大などの防止等で必要な場合には、崩壊地の脚部などに設ける 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・上流に砂防えん堤、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る
施設効果	施設影響範囲の計画生産土砂量を計画生産抑制土砂量として評価する	床固工参照	床固工参照	溪流保全工区間の計画生産土砂量を計画生産抑制土砂量として評価する	施設影響範囲の計画生産土砂量を計画生産抑制土砂量として評価する	<ul style="list-style-type: none"> ・施設影響範囲の計画生産土砂量を計画生産抑制土砂量として評価する ・計画堆積量を計画流出抑制土砂量とする
設計	土石流・流木対策施設の床固工参照	土石流・流木対策施設の溪流保全工参照	土石流・流木対策施設の護岸工参照	土石流・流木対策施設の溪流保全工参照	設計に際しては床固工を参考にする	「土流設」の土石流堆積工参照
設計等の留意事項	床固工の高さは、通常の場合5m程度以下である	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	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	自然の地形を活かすつ必要箇所のみ砂防設備を適切に配置するよう計画する	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	流木が遊砂土工から流出するおそれがある場合は、流木対策施設の配置を検討する

(国河計p181～184 より要約)

第3節 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、土砂生産抑制計画およ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。(国河計p50)

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および計画流出調節土砂量を定める。

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

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(河道調節率)

C : 計画流出抑制土砂量

D : 計画流出調節土砂量

(国河計 p51)

上式は、上流からの流出土砂量に対して $(1 - \alpha)$ を乗ずることになるので、いわば複利計算により流出土砂量を算出することとなり、上式の計算回数を増やす（上式の計算地点を増やす）ほど流出土砂量は少なくなるので、計算にあたっては注意を要する。複利計算を行う地点に関しては、第3章計画基準点を参照されたい。

土砂整備率の一般式は次のとおりである。

$$\text{整備率} = \left(1 - \frac{(Q + A - B)(1 - \alpha) - C - D - E}{(Q + A)(1 - \alpha) - E} \right) \times 100(\%)$$

3.1 土砂生産抑制計画（扞止計画）

土砂生産抑制計画（扞止計画）は、山崩れ、河床・河岸の侵食等を直接扞止することによって生産源地域の荒廃を復旧し、更に新規荒廃の発生を防止するとともに有害な土砂の生産を抑制するための計画である。

生産源の状況、土砂の生産形態、土砂の流出形態、保全対象区域等を考慮し、砂防堰堤、溪流保全工、護岸工、山腹工を合理的に配分する。(建河計p52)

解説

砂防設備の扞止量（土石流発生抑制量）算出方法を次に示すが、扞止量は、本来、降雨等によって生産されるであろう土砂を施設で直接止める量であるから、その施設の影響範囲内の生産土砂量によって決定すべきである。現況調査（水源崩壊調査及び溪流調査）により生産土砂量を算出している場合にはその結果を利用して扞止量を算定する。比流出土砂量（1km²当たり流出土砂量）により生産土砂量（流出土砂量）を算出している場合には次の方法で扞止量を算出してもよい。但し、扞止量が生産土砂量より多くなることはあり得ないので注意する。

①砂防堰堤………堆砂区間（砂防堰堤から現溪床と堆砂線の交点までの距離）の溪床堆積土砂量なお堆砂勾配は現溪床勾配の 1/2 を基準とする。

概略値を求める場合は、

$$B = A_1 \times 2$$

$$l = \frac{h_e}{I_0 - I_1}$$

ここに B：抑止量(m³)

A₁：溪床堆積物の平均断面積(m²)

l：堆砂延長 I₀：現溪床勾配

I₁：堆砂勾配 h_e：砂防堰堤の有効高

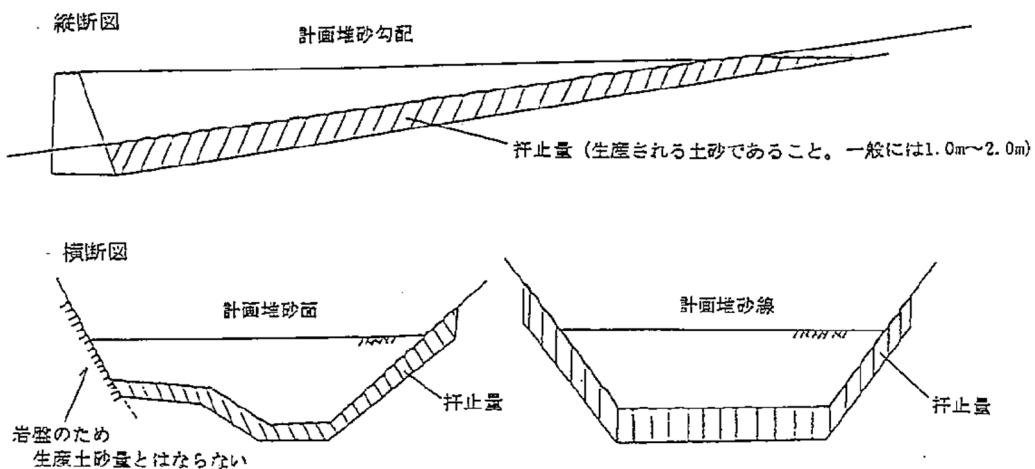


図 5-3-1 砂防堰堤の抑止量（土石流発生抑制量）

②護岸工………施工区間の堆積土砂量

③山腹工………工事施工面積×表層厚(通常 1.0~2.0m)

3.2 流出土砂抑制計画（貯砂計画）

流出土砂抑制計画（貯砂計画）は有害な流出土砂を砂防設備に貯留して、土砂の流出を防ぐ計画である。

計画の策定にあたっては土砂の流出形態、保全対象地区、地形、河床勾配、計画超過土砂量及び粒径、河道等の荒廃状況、砂防設備の土砂捕捉機能等を考慮して、計画流出抑制土砂量を砂防堰堤、沈砂池等の計画貯砂量に合理的に分配する。
(建河計p52)

解説

① 砂防堰堤の貯砂量の算定

掃流区域では、標準として堆砂勾配を現溪床勾配の 1/2として算定する。

土石流区域では、『第Ⅲ編第4章1.1 土石流・流木捕捉工（砂防堰堤）の種類と効果』によるものとする。

- 1.原則として、20m ピッチの横断面により算出する。
- 2.概略値を求める場合は次によっても良い。

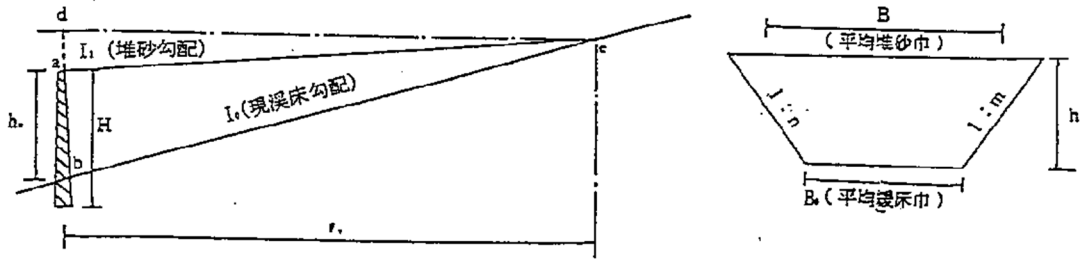


図 5-3-2 砂防堰堤の貯砂量

貯砂量の一般式

$$C2 = \left(\frac{1}{I_0 - I_1}\right) \left(\frac{1}{2} B_0 + \frac{m+n}{6} b_1\right) h_e^2$$

で求められる。

ここに、 I_0 : 現溪床勾配

I_1 : 堆砂勾配

h_e : 砂防堰堤の有効高

B_0 : 平均溪床幅

m, n : 堆砂地左右岸の平均側法勾配

3.3 流出土砂調節計画（調節計画）

流出土砂調節計画（調節計画）は、有害な土砂を砂防設備に一時的に貯留して、その後の流水によって土砂を安全に流下させる土砂量の調節機能のほか、流出土砂の粒径を調節する計画である。

計画の策定にあたっては、土砂流出の形態、量、粒径、河道の現況及びその計画、保全対象地区等を考慮し、計画流出調節土砂量を砂防堰堤等で合理的に配分するものとする。 (建河計p52)

解説

流出土砂調節計画（調節計画）にあたっては、堰堤の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。砂防堰堤の調節量は堆砂の安定勾配と洪水勾配との間の量で求められる。

なお洪水勾配は地形、流出土砂量、粒径等によって異なるが、掃流区域では現河床勾配の 2/3 を標準とする。

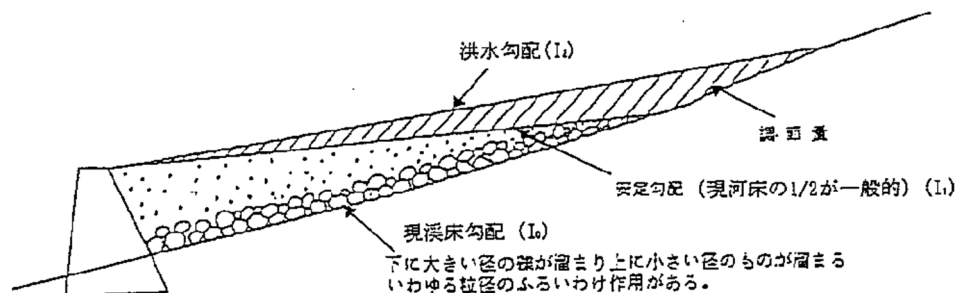


図 5-3-3 掃流区域における調節計画

土石流区域では、『第三編第4章1.1 土石流・流木捕捉工(砂防堰堤)の種類と効果』によるものとする。

第4節 施設効果量

4.1 掃流区間の不透過型砂防堰堤

不透過型砂防堰堤の施設効果量には、計画生産抑制土砂量と計画流出調節土砂量があり、除石を前提とする場合には計画流出抑制土砂量が評価できる。

解説

1 計画勾配等

掃流区間の施設効果を模式的に示すと図 5-4-1 のとおりであり、ここでの堆砂勾配の定義は、次のとおりである。

計画堆砂勾配：堆砂の安定勾配を計画堆砂勾配とする。

本マニュアルでは、現溪床勾配の1/2を計画堆砂勾配の標準とする。

洪水勾配：洪水直後一時的に堆積する勾配を洪水勾配と言う。

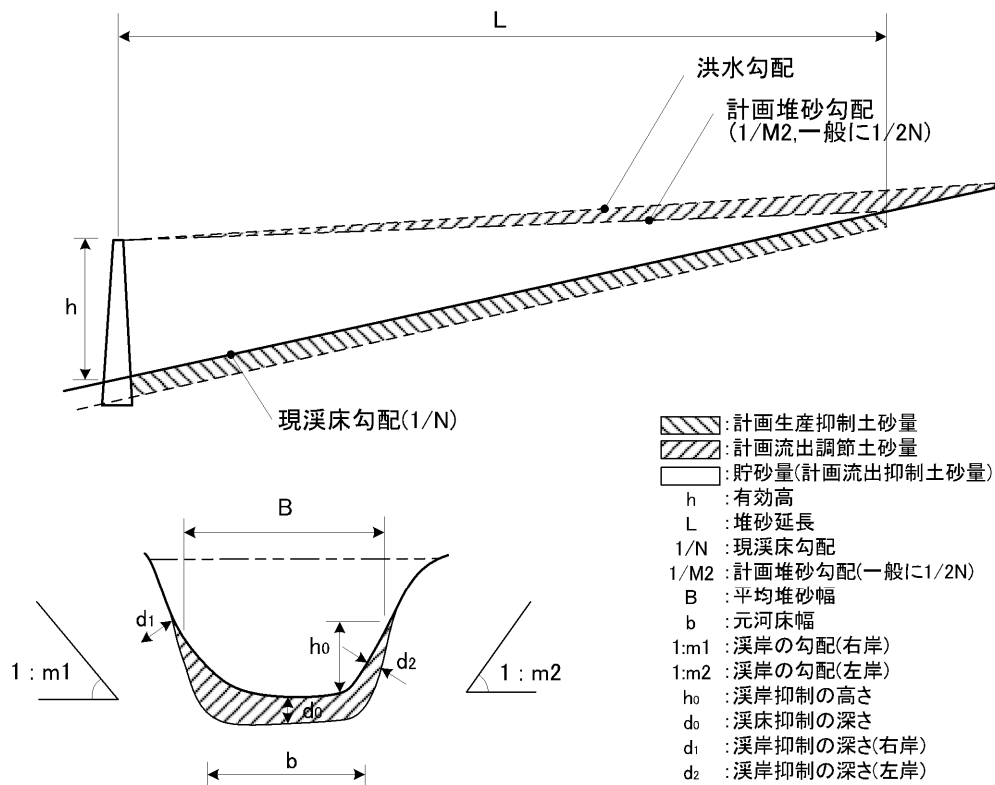


図 5-4-1 不透過型砂防堰堤の効果(掃流区間)

(1) 計画流出抑制土砂量(貯砂量)

計画流出抑制土砂量(貯砂量)は、堰堤箇所上流の横断測量による方法を用いるものとする。

①貯砂量(V_1) (図 5-4-1 参照)

掃流区間の貯砂量(V_1)は、計画堆砂勾配～元溪床間の容量である。

なお、各勾配を標準で設定した場合の貯砂量(V_1)の略算式は、次のとおりである。

$$V_1 = N \cdot B \cdot h^2 \quad B = \frac{2 \cdot B + h(m_1 + m_2)}{3}$$

h：有効高、1/N：現溪床勾配、B：平均堆砂幅、b：元溪床幅

1：m₁、1：m₂：溪岸の勾配（右岸、左岸）

②計画流出抑制土砂量

除石を前提として、貯砂量のうち計画上復元させる容量が計画流出抑制土砂量となる。

(2) 計画流出調節土砂量

計画流出調節土砂量は、洪水、土石流等で一時的に堆積する（調節される）土砂量をいう。掃流区間では、貯砂量の10%を計画流出調節土砂量とする。

(3) 計画生産抑制土砂量

計画生産抑制土砂量は、堤体および堰堤の堆砂により生産が抑制される土砂量をいう。

掃流区間では、計画堆砂面下に包含された、計画生産土砂量を計画生産抑制土砂量として求める。（図5-4-1参照）

4.2 土石流区間の不透過型砂防堰堤

土石流区間の不透過型砂防堰堤の施設効果量は、土石流・流木対策施設に準じて算出する。

解説

施設効果量は、水系砂防計画では、次のように読み替える。

計画捕捉量 → 計画流出調節土砂量

計画堆積量 → 計画流出抑制土砂量

計画発生（流出）抑制量 → 計画生産抑制土砂量

4.3 土砂調節のための透過型砂防堰堤（掃流区間）

土砂調節のための透過型砂防堰堤の施設効果量は、計画流出調節土砂量と計画生産抑制土砂量である。

解説

1 計画流出調節土砂量

洪水中に透過型砂防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。（建透指p13）

(1) 既往の水理実験によれば、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生じると、堆砂区間に水中安息角 $\theta = 30^\circ \sim 35^\circ$ で砂防堰堤上流側から堆砂肩が形成される。
- ② 堆砂肩の前面は砂防堰堤の上流側に達し、上流に向けては元河床勾配の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5-4-2）。（建透指p14）

(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。

$$Z_s = \left\{ \frac{Fr^2}{2} \left(\frac{1}{\sqrt[3]{\gamma^2}} - 1 \right) + \frac{\sqrt[3]{\gamma}}{\gamma} - 1 \right\} \left(\frac{nQ}{B_s \sqrt{i}} \right)^{0.6}$$

Z_s : 堆砂肩の高さ、 Fr : 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 : 計画洪水流量

土砂調節のための透過型砂防堰堤の計画流出調節土砂量は、透過部の形状、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およ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。

堰上げ断面は、堰堤下流の河積等の状況も考慮して決定する。なお、堰堤箇所上流の横断測量による方法により、効果量を算出する。

また、連続して透過型砂防堰堤を設置する場合や透過型砂防堰堤と不透過型砂防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。 (建透指p14)

2 計画生産抑制土砂量

土砂調節のための透過型砂防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、計画生産抑制土砂量を評価する。 (建透指p15)

計画生産抑制土砂量を評価する範囲は、図5-4-2を参照のこと。

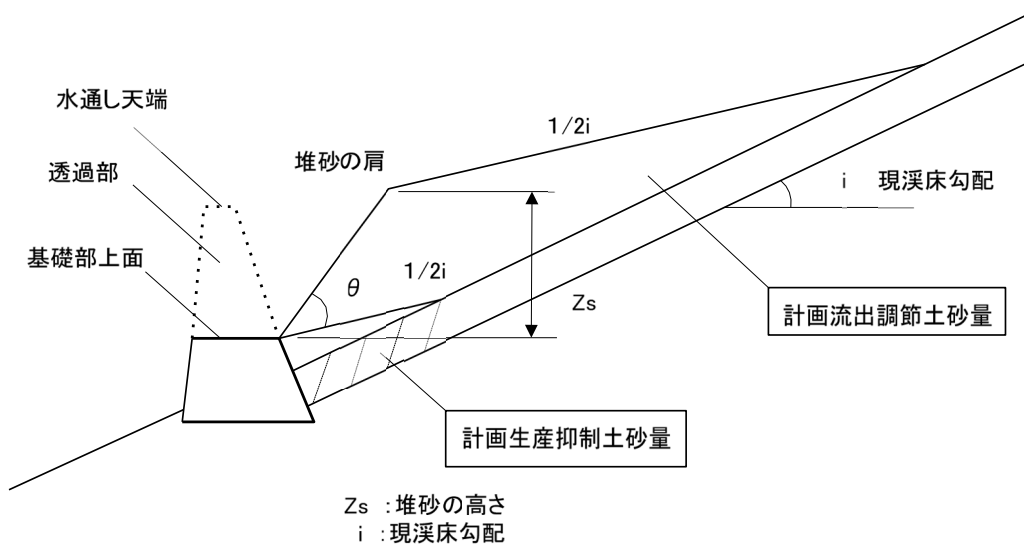


図5-4-2 土砂調節のための透過型砂防堰堤の効果

(建透指p14)

第6章 水系砂防での流木対策

第1節 流木対策計画

水系砂防においても、必要に応じて流木対策を実施する。

解説

ダム貯水池対策、掃流域での溪流保全工区間など流木対策が必要な場合は、流木対策を実施する。

第2節 対象流木量

土石流、掃流区間など土砂の移動形態に対応して、計画流出流木量等の基本量を算出する。

解説

1 発生流木量

(1) 土石流区間

土石流区間では、土石流・流木対策計画に準じて発生流木量を算出する。

(2) 掃流区間

掃流区間では、溪岸侵食等で流木の発生が考えられるところで発生流木量を算出する。発生流木量は侵食面積に対象箇所の単位面積当たりの立木材積量を乗ずることにより求められる。

2 計画流出流木量

計画流出流木量は、発生流木量に流出流木率を乗じて求める。流出流木率は土石流区間では土石流・流木対策計画での0.9を用いる。掃流区間でも土石流・流木対策計画に準じて決定しても良いが、流木流出率を知り得る場合は、それを用いる。

3 計画流下許容流木量

計画流下許容流木量は、土石流区間では、土石流・流木対策計画に準じて決定しても良いが、明らかな許容量を知り得る場合は、それを用いる。

第3節 水系砂防での流木対策施設計画

流木対策施設配置計画では、掃流区間、土石流区間と土砂の移動形態に対応した計画を策定する。

解説

1 流木収支

(1) 土石流区間

土石流区間では、土石流・流木対策計画に準じて、土砂と一体となった流木の収支計算を行う。

(2) 掃流区間

掃流区間では、河道へ流出した流木は単独で流下するものとする。

2 対策の考え方

(1) 土石流区間

土石流区間は土石流・流木対策計画に準拠して対策計画を策定する。

(2) 掃流区間

掃流区間では、上流の土石流区間からの流出流木や掃流区間で発生する流木に対する対策計画を策定する。掃流区間での対応は、次のように考えられる。

① 護岸工等による流木の発生の抑制

② 流木止め（掃流域の流木捕捉工）による流木の捕捉

掃流区間に設ける流木捕捉工の場合、流木止めにより捕捉される流木の量は、堆積木相互に隙間はあるが施設の付近ではある程度の重なりがあることを考慮して、堆砂面を流木が（一層で）全て覆いつくすものとして算定する。一方、捕捉される流木の投影面積は、流木の平均長さ（ l_{av} ）×流木の平均直径（ d_{av} ）の合計により算定される。

これらより、計画対象流木捕捉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_d ）は、次式により推定する。

$$A_d \geq \Sigma (l_{av} \times d_{av})$$

このとき、堆砂地または湛水池に堆積する流木実立積（ V_{r2} ）は、下記の式で求める。

$$V_{r2} \doteq A_d \cdot d_{av}$$

掃流区間においては、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。

（流木対策指針(案)計画編(平成12年7月、建設省砂防課)p16)