

第 I 編 共通一般

同左

第 I 編 共通一般 目次

第 I 編 共通一般	I-1-1
第 1 章 砂防計画・設計の基本事項	I-1-1
第 1 節 砂防基本計画	I-1-1
1.1 総説	I-1-1
1.2 本県の砂防基本計画	I-1-1
第 2 節 用語等の関係	I-1-2
第 3 節 砂防等設備の効果	I-1-3
3.1 砂防等設備の評価	I-1-3
3.2 砂防等設備の効果	I-1-3
第 2 章 設計一般	I-2-1
第 1 節 標準的な示方書等	I-2-1
第 2 節 安定計算等に用いる数値	I-2-1
第 3 章 計画高水流量	I-3-1
第 1 節 計画高水流量の算定	I-3-1
第 2 節 流出係数	I-3-1
第 3 節 平均雨量強度	I-3-2
第 4 節 流域面積	I-3-9
第 4 章 基本的検討事項	I-4-1
第 1 節 環境への配慮	I-4-1
1.1 環境への配慮の基本	I-4-1
1.2 生態系への配慮	I-4-2
1.3 景観、溪流利用への配慮	I-4-3

第I編 共通一般

第1章 砂防計画・設計の基本事項

第1節 砂防基本計画

1.1 総説

砂防基本計画は、流域等における土砂の生産およ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・流木対策計画、火山砂防計画および天然ダム等異常土砂災害対策計画がある。(国河計p47一部改)

解説

有害な土砂とは、土砂災害を起こすような生産土砂および流出土砂をいう。

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・流木による災害を防止・軽減するための土石流・流木対策計画、火山砂防地域において降雨およ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ともな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。(国河計p47一部改)

1.2 砂防基本計画

土石流・流木対策計画および水系砂防計画を対象とする。

解説

対象とする砂防基本計画は、土石流及びこれに伴う流木による直接的被害から人家等の保全対象を保全することを目的とした「土石流・流木対策基本計画」と、水系全体（源頭部から河口に至る河川全体）にわたって河川の正常な機能を保全し、安全な環境の確保を図るよう、総合的に土砂の生産と流出の調整を行うことを目的とした「水系砂防計画」とする。

第1章 砂防計画

第1節 総説

砂防基本計画は、流域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することによって、望ましい環境の確保と河川の治水上、利水上の機能の保全を図ることを目的として策定するものとする。

建.計 p47

解説

土砂の生産とは、豪雨、融雪、地震等による山崩れ、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う。

土砂災害の防止とは、山崩れ、土石流の直撃等の直接土砂災害、あるいは流出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の間接土砂災害から、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。

砂防基本計画は、土砂災害が発生する場の条件や目的に応じて水系砂防計画と地域防災砂防計画（地先砂防計画）の2つに大別される。

(1) 水系砂防計画

比較的大規模に荒廃した流域（水系）の水源部からの流出土砂を抑制することにより、下流河川の治水、利水上の機能の保全を図ることを目的とするもので、河川改修等との整合を図り、水系一貫した長期計画を樹立するものである。

(2) 地域防災砂防計画（地先砂防計画）

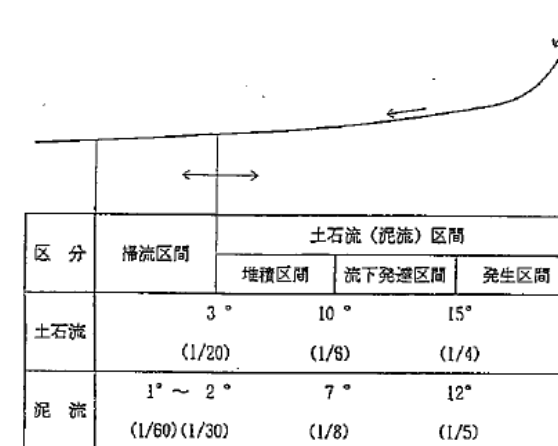
中小河川で発生する土砂災害、特に人的被害をもたらす土石流災害を主とした土砂災害から、当該地域を保全するための計画を樹立するものである。

さらに土砂の流下形態の変化を考慮して、砂防基本計画の対象となる地域を土石流区域（土石流の場合1/20以上、泥流の場合1/30以上の区域）と掃流区域に区分して計画の策定を行うものとする。

・土砂移動形態区分（土石流区間と総流区間*）

土砂移動形態区分は、溪床勾配、堆積土砂の粒度、堆積形状、堆積構造、水理計算等により判別するが、溪床勾配が大きな要因となる。その目安は下図のとおりである。

*：土砂流（掃流状集合流動）を含む



第 I 編 共通一般 第 1 章 砂防計画・設計の基本事項

第 2 節 用語等の関係

本マニュアルでは、水系砂防計画と土石流・流木対策計画に対して、それぞれ用語等を使い分けて策定する。

解 説

土石流・流木対策計画では、砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説(平成 19 年 3 月国土交通省国土技術政策総合研究所)に、水系砂防計画は、国土交通省河川砂防技術基準同解説計画編(平成 17 年 11 月 国土交通省河川局)に基づく用語を使用する。

表 1-2-1 本マニュアルで用いる主な用語

国土交通省河川砂防技術基準 計画編	砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)		本手引き	
			土石流・流木対策計画	水系砂防計画
計画生産土砂量	-	-	-	計画生産土砂量
計画流出土砂量	計画流出土砂量		計画流出土砂量	計画流出土砂量
計画許容流出土砂量	計画流下許容土砂量		計画流下許容土砂量	計画許容流出土砂量
-	計画流下許容流量		計画流下許容流量	計画流下許容流量
計画生産抑制土砂量	計画土石流発生(流出)抑制量		計画土石流発生(流出)抑制量。略称「土石流抑制量」も用いる。	計画生産抑制土砂量
-	計画流木発生抑制量		計画流木発生抑制量。略称「流木抑制量」も用いる。	計画流木発生抑制量
計画流出抑制土砂量	計画堆積土砂量		計画堆積土砂量。略称「土石流堆積量」も用いる。	計画流出抑制土砂量
-	計画堆積流量		計画堆積流量。略称「流木堆積量」も用いる。	-
計画流出調節土砂量	-		-	計画流出調節土砂量
-	計画捕捉土砂量		計画捕捉土砂量。略称「土石流捕捉量」も用いる。	-
-	計画捕捉流量		計画捕捉流量。略称「流木捕捉量」も用いる。	計画捕捉流量
基準点等に流出する流量	計画流出流量		計画流出流量	計画流出流量
山腹保全工、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	土石流・流木発生抑制山腹工	山腹保全工
砂防えん堤、床固工、帯工、護岸工、溪流保全工、流木発生抑制施設		渓床堆積土砂移動防止工	総称を渓床堆積土砂移動防止工。構成要素として砂防えん堤、床固工、帯工、護岸工、溪流保全工を用いる。	砂防えん堤、床固工、帯工、護岸工、溪流保全工
砂防えん堤、流木捕捉施設	土石流・流木捕捉工		総称を土石流・流木捕捉工とし、構成要素として砂防えん堤を用いる。	砂防えん堤
導流工	土石流導流工		土石流導流工	-
遊砂地工	土石流堆積工	土石流分散堆積地	遊砂地工	遊砂地工 (広義の意味で用いる)
		土石流堆積流路	土石流堆積流路	
砂防樹林帯	土石流緩衝樹林帯		土石流緩衝樹林帯	砂防樹林帯
導流堤	土石流流向制御工		総称を土石流流向制御工とし、構成要素として導流堤を用いる。	-
溪流保全工	溪流保全工	溪流保全工	溪流保全工	溪流保全工

第3節 砂防設備等の効果

3.1 砂防設備等の評価

砂防設備を計画するにあたっては、計画砂防設備、既設施設（他官庁の施設を含む）の効果を適切に評価しなければならない。

解説

1 他官庁施設を含め、既設施設の効果については、想定される外力に対する施設の安全性が十分な場合に施設効果を評価できる。

(1) 土石流区間

土石流・流木対策設計技術指針解説にもとづいて設計されている砂防設備は3.2で示した施設効果を評価できる。それ以外のものは土石流発生時に被災する恐れがあるため、その施設が満砂している場合においてのみ施設効果量（計画発生(流出)抑制量(土石流・流木対策計画)、計画生産抑制土砂量(水系砂防計画)）を評価する。

(2) 掃流区間

掃流区間の施設については、すべて3.2に示した施設効果を評価する(水系砂防計画)。

2 土石流区間と掃流区間については、第IV編第4章第4節4.1を参照されたい。

3.2 砂防設備等の効果

砂防設備等は、工種等に応じて適切に評価する。

解説

1 土石流・流木対策計画

○：評価する
△：評価する場合がある
×：評価しない

施設名称	計画捕捉量 ^{注1)}	計画堆積量 ^{注2)}	計画発生(流出)抑制量 ^{注3)}	参照場所	
土石流捕捉工	不透過型	○ ^{注4)}	△ ^{注5)}	○	II編4章1節1.1
	透過型	○ ^{注4)}	×	○	〃
	部分透過型	○ ^{注4)}	△ ^{注5)}	○	〃
土石流導流工	×	×	△ ^{注6)}	II編4章2節2.1.6	
土石流堆積工	×	○	△ ^{注6)}		
土石流・流木発生抑制工	×	×	○		

注1) 計画捕捉量は、計画捕捉土砂量と計画捕捉流木量からなる
注2) 計画堆積量は、計画堆積土砂量と計画堆積流木量からなる
注3) 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からなる
注4) 緊急除石を前提とする場合に評価できる
注5) 定期的な除石を前提とする場合に評価できる
注6) 該当区間で移動可能土砂量を計上している場合に評価できる
除石の扱いについては、管理編を参照されたい

○：評価する
△：評価する場合がある
×：評価しない

4-2 砂防施設とその機能

4-2-1 砂防ダム

(1) 分類

ダムは、その目的によって次の5種類に分類する。一つのダムが二つ以上の目的を兼ねる場合には、その主たる目的によって分類するものとする。

1. 山脚固定ダム …… 河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の防止を図り、土砂の生産を制御することを目的とする。
2. 縦侵食防止ダム …… 河道の縦侵食を防止して、土砂の生産を抑制することを目的とする。
3. 河床堆積物流出防止ダム …… 河床に堆積した不安定な土砂の流出を防止することを目的とする。
4. 土石流対策ダム …… 土石流を抑止あるいは抑制することを目的とする。
5. 流出土石流抑制・調整ダム …… 流出土砂の抑制及び調節を目的とする。

建. 計 p172

(イ) 山脚固定ダム

山脚固定ダムの位置は、保全対策山復の直下流部を原則とする。ダムの高さは山脚の侵食を防止し得るように定める。
山脚固定ダムが流出土砂抑制・調整ダムを兼ねる場合には、その必要に応じて位置及び高さを定めるものとする。

建. 計 p172

(ロ) 縦侵食防止ダム

縦侵食防止ダムは、縦侵食区域の直下流に設けるものとする。ダムの高さはその堆砂区域に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、数基のダムを階段状に連続して設ける物とする。階段状ダム群においては、基幹となるダムは基礎を岩着させることを原則とする。

建. 計 p172

(ハ) 河床堆積物流出防止ダム

河床堆積物流出防止ダムは、河床堆積物の直下流に設けることを原則とする。ダムの高さはその堆砂面内に河床堆積物が包含されるように定めるものとする。

建. 計 p172

第 I 編 共通一般 第 1 章 砂防計画・設計の基本事項

2 水系砂防計画

施設名称		計画流出抑制土砂量 (貯砂量)	計画流出調節土砂量	計画生産抑制土砂量	参照場所
砂防堰堤	不透過型	△ ^{注1)}	○	○	IV編5章2節2.1
	透過型 (土石流区間)	×	○	○	II編4章1節1.1
	透過型 (掃流区間)	×	○	△ ^{注2)}	IV編5章2節2.3
	部分透過型 (土石流区間)	×	○	○	II編4章1節1.1
床固工		△ ^{注1)}	△ ^{注3)}	○	IV編7章1節
護岸工		×	×	○	//
水制工		×	×	○	//
溪流保全工		×	×	○	//
遊砂地工(広義)		○	×	○	//

注 1) 除石を前提とする場合に評価できる

注 2) 平常時の堆砂線以下の土砂に限り評価できる

注 3) 貯砂機能がある場合に評価する

第2章 設計一般

第1節 標準的な示方書等

本県の砂防設備の設計等で用いる示方書等は、次のとおりである。

名 称	監修または編集
砂防関係法令規集	建設省河川局砂防部
改定 解説・河川管理施設等構造令	(財) 国土開発技術研究センター
改訂新版 建設省河川砂防技術基準(案) 同解説 調査編, 計画編, 設計編Ⅰ, 設計編Ⅱ	建設省河川局
国土交通省河川砂防技術基準 同解説 計画編	国土交通省河川局
砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説	国土交通省国土技術政策総合研究所
土石流・流木対策設計技術指針解説	国土交通省国土技術政策総合研究所
透過型砂防堰堤技術指針(案)	建設省河川局砂防部
砂防における自然環境調査マニュアル(案)	建設省河川局砂防部
砂防関係事業災害対策の手引き	建設省河川局砂防部
砂防設計公式集	(社) 全国治水砂防協会
鋼製砂防構造物設計便覧	(財) 砂防・地すべり技術センター
既設砂防ダム(本堤)を利用した鋼製流木捕捉工 設計の手引き	建設省土木研究所
コンクリート標準示方書 基準編, 設計編, 施工編	土木学会
水理公式集	土木学会
道路橋示方書・同解説 下部構造編	(社) 日本道路協会
道路土工指針	(社) 日本道路協会
林道規程 一解説とその運用一	森林科学研究所
共通仕様書 土木工事編Ⅰ・Ⅱ、土木工事委託編	宮城県土木部

第2節 安定計算等に用いる数値

砂防設備の安定計算に用いる数値は、解説に示す値を標準とするが、砂防設備の重要度が高い場合は実測により求めるものとする。

解 説

1 堤体材料の単位体積重量

- (1) コンクリート (H_c): $2.30\text{tf/m}^3\{22.56\text{kN/m}^3\}$ (建河Ⅱp8) (2) 鋼材: $7.85\text{tf/m}^3\{77\text{kN/m}^3\}$ (鋼砂便p34)
- (3) 中詰材料: 鋼製ダムに使用する中詰材料は表2-2-1の値を基本としてよい。 (鋼砂便p35)

表2-2-1 中詰材料

種別	単位体積重量 (kN/m ³)	せん断抵抗角 (度)	備考
碎石	17	35	「砂防設計公式集：(社) 全国治水砂防協会、昭和59年10月より抜粋 (鋼砂便 p35) (建河II p8)
砂 (しまったもの)	18	30	
普通土 (固いもの)	18	30	

- 2 流水の単位体積重量(W_0)
- 堤高 (H) $\geq 15\text{m}$ のとき $1.0\text{tf/m}^3 \{9.81\text{kN/m}^3\}$
 堤高 (H) $< 15\text{m}$ のとき $1.2\text{tf/m}^3 \{11.77\text{kN/m}^3\}$
 ただし、水中堆砂単位体積重量を求める場合の水の単位体積重量は、堤高にかかわらず $1.0\text{tf/m}^3 \{9.81\text{kN/m}^3\}$ とする。

- 3 堆砂の単位体積重量
- (1) 堆砂見掛単位体積重量(W_s) : $1.5 \sim 1.8\text{tf/m}^3 \{14.70 \sim 17.64 \text{kN/m}^3\}$ (建河II p8)
 (2) 堆砂空隙率(v) : $0.3 \sim 0.45$ (建河II p8)

$$v = (W_{sa} - W_s) / W_{sa}$$

W_{sa} : 堆砂絶対単位体積重量 (砂の比重 : 一般値 2.6)

- (3) 水中単位体積重量(W_{si})
- $$W_{si} = W_s - (1 - v)W_0$$

- 4 土圧係数(C_e)
- 土圧係数(C_e)は、次式で求める。
 ただし、 $0.3 \leq C_e \leq 0.6$ の範囲で用いる。(砂設公 p99)

$$C_e = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

ここに、 ϕ : 堆砂の水中における内部摩擦角 (°) (表2-2-2 参照)

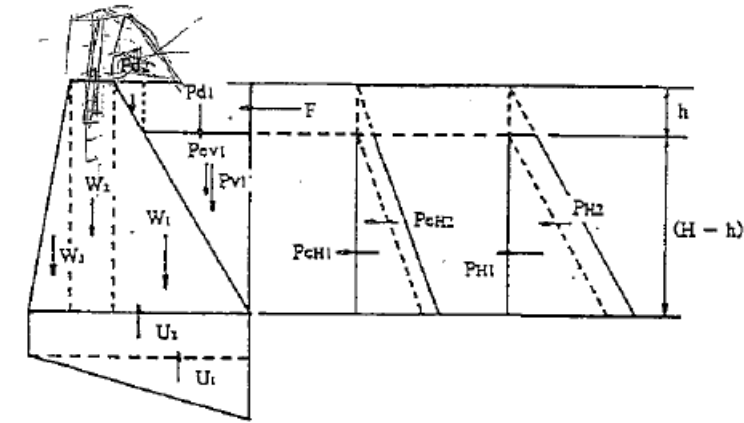


図1-3-5 土石流時の荷重模式図

3-6 安定計算に用いる数値

砂防ダムの安定計算に用いる数値は、解説に示す数値を標準とするがダムの重要度が高い場合は実測により求めるものとする。

建. 設 p8

解説

砂防ダムの安定計算に用いる数値は、ダムの重要度が高い場合は原則として実測により求めることとし、その他のダムは既設の砂防ダム等に用いられた数値か、下記に示す一般に用いられている数値とする。

- ① ダム用コンクリートの単位体積重量 (W_c) : $2.3\text{tf/m}^3 \{22.5\text{kN/m}^3\}$
- ② 流水の単位体積重量 (W_0) :
 ダム高 (H) $\geq 15\text{m}$ のとき $1.0\text{tf/m}^3 \{9.81\text{kN/m}^3\}$
 ダム高 (H) $< 15\text{m}$ のとき $1.2\text{tf/m}^3 \{11.77\text{kN/m}^3\}$
 ただし、水中堆砂単位体積重量を求める場合の水の単位体積重量は、ダム高にかかわらず $1.0\text{tf/m}^3 \{9.81\text{kN/m}^3\}$ とする。
- ③ 堆砂見掛け単位体積重量 (W_s) : $1.5 \sim 1.8\text{tf/m}^3 \{14.71 \sim 17.64\text{kN/m}^3\}$
- ④ 堆砂空隙率 (v) : $0.3 \sim 0.45$
- ⑤ 土圧係数 (C_e) : $0.3 \sim 0.6$ (一般には、表1-3-6を参考に堆砂土の水中の内部摩擦角から求めるものとする。)

第1編 共通一般 第2章 設計一般

表2-2-2 土砂の水中における内部摩擦角

種別	状態	単位重量 (tf/m ³) (kN/m ³)	水中単位重量 (tf/m ³) (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	水中の内部摩擦角 (度) φ
砂石	—	1.6~1.9(15.7~18.6)	1.0~1.3(9.8~12.8)	35~45	35
砂利	—	1.6~2.0(15.7~19.6)	1.0~1.2(9.8~11.8)	30~40	30
炭がら	—	0.9~1.2(8.8~11.8)	0.4~0.7(3.9~6.9)	30~40	30
砂	しまったもの	1.7~2.0(16.7~19.6)	1.0 (9.8)	35~40	30~35
	ややゆるいもの	1.6~1.9(15.7~18.6)	0.9 (8.8)	30~35	25~30
	ゆるいもの	1.5~1.8(14.8~17.7)	0.8 (7.8)	25~30	20~25
普通土	固いもの	1.7~1.9(16.7~18.6)	1.0 (9.8)	25~35	20~30
	やや軟らかいもの	1.6~1.8(16.7~17.7)	0.8~1.0(7.8~9.8)	20~30	15~25
	軟らかいもの	1.5~1.7(14.8~16.7)	0.6~0.9(5.9~8.8)	15~25	10~20
粘土	固いもの	1.6~1.9(16.7~18.6)	0.6~0.9(5.9~8.8)	20~30	10~20
	やや軟らかいもの	1.5~1.8(16.7~17.7)	0.5~0.8(4.9~7.8)	10~20	0~10
	軟らかいもの	1.4~1.7(13.8~16.7)	0.4~0.7(3.9~6.9)	0~10	0
シルト	固いもの	1.7~2.0(16.7~19.6)	1.0 (9.8)	10~20	5~15
	軟らかいもの	1.5~1.8(14.8~17.7)	0.5~0.7(4.9~6.9)	0	0

(砂設公 p99)

5 揚圧力係数(μ) (建河Ⅱp8)

揚圧力係数: 1/3~1.0 (岩盤の場合1/3、土砂の場合1.0)

6 設計震度(K) (砂設公 p102)

設計震度は表2-2-3の値を標準とする。

表2-2-3 設計震度

堰堤種類	通常の岩盤	堤高が20mを越え、かつ風化または破碎の著しい岩盤、もしくは新第三紀以降の未固結岩盤
コンクリート 重力式砂防堰堤	0.12	0.15

7 土石流の単位体積重量(γ_d)

第Ⅱ編第2章第4節4. 1. 3を参照のこと。

8 コンクリートの許容応力度(tf/m²) (kN/m²) (安全率を含む値)

重力ダム圧縮: 400 {3923} 引張: 10 {98} せん断: 50 {490}
アーチダム圧縮: 550 {5394} 引張: 20 {196} せん断: 70 {686}

9 鉄筋の許容応力度

SD235の場合 σ_{sa}=1,400 kg/cm² {137 N/mm²},
SD295の場合 σ_{sa}=1,800 kg/cm² {177 N/mm²}

第1章 砂防ダムの設計

表1-3-6 土砂の水中における内部摩擦角

種別	状態	単位重量 (tf/m ³) (kN/m ³)	水中単位重量 (tf/m ³) (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	水中の内部摩擦角 (度) φ
砂石 砂利 炭がら	—	1.6~1.9(15.7~18.6)	1.0~1.3(9.8~12.8)	35~45	35
	—	1.6~2.0(15.7~19.6)	1.0~1.2(9.8~11.8)	30~40	30
	—	0.9~1.2(8.8~11.8)	0.4~0.7(3.9~6.9)	30~40	30
砂	しまったもの	1.7~2.0(16.7~19.6)	1.0 (9.8)	35~40	30~35
	ややゆるいもの	1.6~1.9(15.7~18.6)	0.9 (8.8)	30~35	25~30
	ゆるいもの	1.5~1.8(14.8~17.7)	0.8 (7.8)	25~30	20~25
普通土	固いもの	1.7~1.9(16.7~18.6)	1.0 (9.8)	25~35	20~30
	やや軟らかいもの	1.6~1.8(16.7~17.7)	0.8~1.0(7.8~9.8)	20~30	15~25
	軟らかいもの	1.5~1.7(14.8~16.7)	0.6~0.9(5.9~8.8)	15~25	10~20
粘土	固いもの	1.6~1.9(16.7~18.6)	0.6~0.9(5.9~8.8)	20~30	10~20
	やや軟らかいもの	1.5~1.8(16.7~17.7)	0.5~0.8(4.9~7.8)	10~20	0~10
	軟らかいもの	1.4~1.7(13.8~16.7)	0.4~0.7(3.9~6.9)	0~10	0
シルト	固いもの	1.7~2.0(16.7~19.6)	1.0 (9.8)	10~20	5~15
	軟らかいもの	1.5~1.8(14.8~17.7)	0.5~0.7(4.9~6.9)	0	0

例. 堆砂土の水中の内部摩擦角を35° とすると、

$$C_e = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \frac{1 - \sin 35^\circ}{1 + \sin 35^\circ} = 0.27 \approx 0.3$$

⑥揚圧力係数(μ): 1/3 ~ 1.0 (岩盤の場合1/3、土砂の場合1.0)

⑦コンクリート許容応力(tf/m²) (kN/m²) (安全率を含む値)

重力ダム圧縮: 400 {3920} 引張: 10 {98} せん断: 50 {490}
アーチダム圧縮: 550 {5390} 引張: 20 {196} せん断: 70 {686}

⑧地盤許容支持力(tf/m²) (kN/m²) (安全率を含む)

硬岩: 600 {5884} 中硬岩: 400 {3927} 軟岩(Ⅱ): 200 {1961}
軟岩(Ⅰ): 120 {1177} 岩塊玉石: 60 {588} 礫質土: 40 {392}

⑨内部摩擦係数

コンクリート: 0.8 軟岩(Ⅱ): 0.8 軟岩(Ⅰ): 0.7
硬岩: 1.2 中硬岩: 1.0 岩塊玉石: 0.7 礫質土: 0.6

⑩許容せん断応力(tf/m) (kN/m²)

硬岩: 300 {2942} 中硬岩: 200 {1961} 軟岩(Ⅱ): 100 {981}
岩塊玉石: 30 {294} 礫質土: 10 {98} 軟岩(Ⅰ): 60 {588}

(注) 硬岩、中硬岩は基岩が未風化で硬質であるもので岩盤のクラックの間隔により決定する。

軟岩(Ⅱ)は、掘削に火薬を必要とする程度の岩盤、軟岩(Ⅰ)はリッパ掘削可能な程度の岩質、ただし、ブルドーザで掘削可能なものは地質学上岩盤でも軟岩(Ⅰ)としない。

岩塊玉石はリッパで掘削を要する程良く締まったもの。

礫質土はツルハシで掘削を要する程良く締まったもの。

安定計算で用いるせん断強度は、コンクリートと基礎地盤の許容せん断応力の小さい方である。

第I編 共通一般 第2章 設計一般

1.0 鋼材の許容応力度

構造用鋼材および鋼管、鋼矢板の許容応力度は、表2-2-4に示す値とする。

1.1 地盤支持力

推定により地盤の支持力を求める場合は表2-2-5を参考としてよい。

1.2 地盤のせん断強度・内部摩擦係数

推定により地盤のせん断強度や摩擦係数を求める場合は、表2-2-6を参考としてよい。

表2-2-4 構造用鋼材および鋼管、鋼矢板の許容応力度 (単位: N/mm²)

鋼種	SS400, STK400 SM400, STKR400	SM490, STK490 STKR490	SY295	SY390
応力度の種類				
軸方向引張応力度 (純断面積につき)	140	185	180	235
軸方向圧縮応力度 (総断面積につき)	$\frac{l}{r} \leq 18: 140$ $18 < \frac{l}{r} \leq 92:$ $140 - 0.82 \left(\frac{l}{r} - 18 \right)$ $\frac{l}{r} > 92: \frac{1200000}{6700 + (l/r)^2}$	$\frac{l}{r} \leq 16: 185$ $16 < \frac{l}{r} \leq 79:$ $185 - 1.2 \left(\frac{l}{r} - 16 \right)$ $\frac{l}{r} > 79: \frac{1200000}{5000 + (l/r)^2}$		
曲げ引張応力度 (純断面積につき)	140	185	180	235
曲げ圧縮応力度 (総断面積につき)	140	185	180	235
軸方向および曲げモーメントを受ける部材の照査	(1) 軸方向力が引張の場合 $\sigma_t + \sigma_{bt} \leq \sigma_{ta}$ かつ $-\sigma_t + \sigma_{bc} \leq \sigma_{ba}$ (2) 軸方向力が圧縮の場合 $\frac{\sigma_c + \sigma_{bc}}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_{bc}}{\sigma_{ba}} \leq 1.0$			
せん断応力度 (総断面積につき)	80	105	100	125

上表における記号は次のとおりである。

l : 部材の有効座屈長 (cm)

r : 部材総断面積の断面二次半径 (cm)

σ_t, σ_c : 断面に作用する軸方向引張力による引張応力度および軸方向圧縮力による圧縮応力度 (N/mm²)

σ_{bt}, σ_{bc} : 断面に作用する曲げモーメントによる最大引張応力度および最大圧縮応力度 (N/mm²)

σ_{ta}, σ_{ca} : 許容引張応力度および弱軸に関する許容軸方向圧縮応力度 (N/mm²)

σ_{ba} : 許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

(鋼砂便 p36)

第1章 砂防ダムの設計

A_s : 単位幅当たりに必要な鉄筋量 (cm²/m)

鉄筋断面積: 例えばD16の場合 2.011cm²/本、D19の場合 2.865cm²/本

M_{max} : 最大曲げモーメント (tf・m/m) [kN・m/m]

$$M_{max} = P \times d_{as} / 2 + F \times h / 2$$

σ_{sa}' : 鋼材の許容引張応力度に短期強度を考慮して1.5倍したもの。(kgf/cm²) [N/mm²]

$$\sigma_{sa}' = \sigma_{sa} \times 1.5 = 2,700 \text{ kgf/cm}^2 \{265 \text{ N/mm}^2\}$$

σ_{sa} : 鋼材の許容引張応力度 (kgf/cm²)

S D 235の場合 $\sigma_{sa} = 1,400 \text{ kg/cm}^2 \{137 \text{ N/mm}^2\}$ 、

S D 295の場合 $\sigma_{sa} = 1,800 \text{ kg/cm}^2 \{177 \text{ N/mm}^2\}$ 、

d : 鉄筋の水通し前面からの距離
(鉄筋のかぶり厚は30~50cmを標準とする)

②鉄筋に働く付着力

$\tau_o <$ 異形鉄筋の許容付着応力度

$$\tau_o = \frac{S_{max}}{U \cdot 7/8 \cdot d} \dots\dots\dots (1-4-10)$$

τ_o : 鉄筋に働く付着力 (tf/m²) [kN/m²]

S_{max} : 最大せん断応力 (tf/m) [kN/m]

$$S_{max} = P_t + F$$

U : 引張鉄筋周長の総和 (D16の場合 5.0cm、D19の場合 6.0cm)

P_t : 単位幅当たりの衝撃力 (tf/m) [kN/m]

F : 土石流流体力 (tf/m) [kN/m]

異形鉄筋の許容付着応力度: 14kgf/cm² {1.37kN/mm²}

($\sigma_c = 180, 210 \text{ kgf/cm}^2 \{17.7, 20.6 \text{ kN/mm}^2\}$ の場合)

(短期強度を考慮して1.5倍する。 $14 \times 1.5 = 21 \text{ kgf/cm}^2 \{2.06 \text{ kN/mm}^2\}$)

③コンクリート部に働くせん断応力度

$\tau <$ コンクリートの許容せん断応力

$$\tau = \frac{S_{max}}{b \cdot 7/8 \cdot d} \dots\dots\dots (1-4-11)$$

コンクリートの許容せん断応力: 3.6kgf/cm² {0.353kN/mm²}

($\sigma_c = 210 \text{ kgf/cm}^2 \{20.6 \text{ kN/mm}^2\}$ の場合)

(短期強度を考慮して1.5倍する。 $3.6 \times 1.5 = 5.4 \text{ kgf/cm}^2 \{0.530 \text{ kN/mm}^2\}$)

④鉄筋の定着長

鉄筋の定着長は、本体へは35 ϕ (ϕ : 鉄筋径)程度、袖部内へは最大稜径D_{as}程度とし、50cm単位とする。

第I編 共通一般 第2章 設計一般

表2-2-5 地盤の許容支持力

岩 盤		砂 礫 盤	
区 分	許容支持力 (tf/m ²) {kN/m ² }	区 分	許容支持力 (tf/m ²) {kN/m ² }
硬 岩	(600) {5884}	岩塊玉石	(60) {588}
中 硬 岩	(400) {3923}	礫 層	(40) {392}
軟岩 (II)	(200) {1961}	砂 質 層	(25) {245}
軟岩 (I)	(120) {1177}	粘 土 層	(10) {98}

(注)この値は標準的なものであり、構造物の重要度・地盤の風化や亀裂の程度・固結の程度等により加減して用いて良い。

(砂設公 p118)

表2-2-6 地盤のせん断強度・内部摩擦係数

岩 盤			砂 礫 盤		
区 分	せん断強度 (tf/m ²) {kN/m ² }	内部摩擦 係数	区 分	せん断強度 (tf/m ²) {kN/m ² }	内部摩擦 係数
コンクリート ※重力式埋堵	50 {490}	0.8	岩塊玉石	(30) {294}	0.7
硬 岩	(300) {2942}	1.2	礫 層	(10) {98}	0.6
中 硬 岩	(200) {1961}	1.0	砂 質 層	-	0.55
軟岩 (II)	(100) {981}	0.8	粘 土 層	-	0.45
軟岩 (I)	(60) {588}	0.7			

(注)この値は標準的なものであり、構造物の重要度、地盤の風化、亀裂の程度および走行、固結の程度等により加減して用いて良い。

(砂設公 p118)

※安定計算で用いるせん断強度は、コンクリートと基礎地盤の許容せん断応力の内の小さい方である。

第1章 砂防ダム設計

第4節 ダム構造

4-1 基礎の設計

4-1-1 基礎地盤の安定

砂防ダムの基礎地盤は、原則として岩盤とする。

達. 設 p13

解 説

砂防ダムの基礎地盤は、安全性等から岩盤が原則である。しかしながら、計画上やむを得ず砂礫基礎とする場合は、できる限りダム高15m未満に押さえるとともに、原則として、均一な地層を選定しなければならない。

(1) 地盤支持力

ダムからの鉛直力に対して基礎となる地盤が十分な支持力を有しているか否かの判定は、ダムの揚圧力を無視した鉛直力の最大値が、地盤の許容支持応力度以内に収まっているか否かによって行う。砂礫基礎は均一な支持力を有しているとは限らないので、必要に応じて載荷試験を実施し、地盤反力の底面分布の関係より支持力を推定するものとするが、一般には、表1-4-1を標準とする。

表1-4-1 地盤の許容支持力 (tf/m²)

岩 盤		砂 礫 盤	
区 分	許容支持力	区 分	許容支持力
硬 岩 (A)	600	岩 塊 玉 石	60
中 硬 岩 (B)	400	礫 層	40
軟岩 (II) (C _H)	200	砂 質 層	25
軟岩 (I) (C _M)	120	粘 土 層	10

(注) この値は標準的なものであり、構造物の重要度・地盤の風化や亀裂の程度・固結の程度等により加減して用いて良い。

(2) 剪断摩擦抵抗力

ダムからの水平力に対して、基礎となる地盤が十分な剪断抵抗力や摩擦抵抗力を有しているか否かの判定は、堤体を受ける水平力に、安全率を乗じた値以上の剪断抵抗力か摩擦抵抗力を有しているか否かによって行う。ダム破壊の主原因は、基礎地盤の剪断抵抗力及び摩擦抵抗力の不足に起因する場合が多いため、必要に応じて剪断試験を実施し剪断強度や摩擦係数を確かめなければならないが、一般には、表1-4-2を標準とする。

表1-4-2 地盤の剪断強度 (tf/m²)・内部摩擦係数

岩 盤			砂 礫 盤		
区 分	剪断強度	内部摩擦係数	区 分	剪断強度	内部摩擦係数
硬 岩 (A)	300	1.2	岩 塊 玉 石	30	0.7
中 硬 岩 (B)	200	1.0	礫 層	10	0.6
軟岩 (II) (C _H)	100	0.8	砂 質 層	-	0.55
軟岩 (I) (C _M)	60	0.7	粘 土 層	-	0.45

第3章 計画高水流量

第1節 計画高水流量の算定

計画高水流量は合理式によって算定することを原則とする。

建河計 p18

解説

砂防設備を設ける溪流は、一般的に流域面積が小さく（概ね100km²未満、または流域の最遠点からの洪水到達時間が2時間程度まで）、かつ流域に貯留現象がなく、または貯留現象を考慮する必要がない場合が多いので、計画高水流量は合理式によって算定する。流域が大きい等の場合には、貯留関数法、特性曲線法、および単位図法等により求める。

合理式によるピーク流量は次式で与えられる。なお、土石流ピーク流量については、第II編第4節に示す流出土砂量に基づいた方法により算出する。

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A$$

Q：計画高水流量（m³/s）

f：流出係数

r：洪水到達時間内の平均雨量強度（mm/h）

A：流域面積（km²）

第2節 流出係数

流出係数は流域の地被、植生、形状、開発状況などを勘案して決定する。

建河計 p19

解説

流出係数 f は次の値を標準とする。

表3-1-1 流出係数

流域の状況	f の値
急峻な山地	0.75 ~ 0.90
三紀層山地	0.70 ~ 0.80
起伏のある土地及び樹林	0.50 ~ 0.75
平坦な耕地	0.45 ~ 0.60
かんがい中の水田	0.70 ~ 0.80
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

第2章 計画高水流量

第1節 計画高水流量の算定

1-1 算定式

計画高水流量は合理式によって算定することを原則とする。

建.計 p18

解説

砂防施設を設ける溪流は、一般的に流域面積が小さく、（概ね100km²未満、または流域の最遠点からの洪水到達時間が2時間程度まで）、かつ流域に貯留現象がなく、または貯留現象を考慮する必要がない場合が多いので、計画高水流量は合理式によって算定する。流域が大きい等の場合には、貯留関数法、特性曲線法、および単位図法等により求める。

合理式によるピーク流量は次式で与えられる。

$$Q = \frac{1}{3.6} \cdot f \cdot r \cdot A \quad \dots\dots\dots (2-1-1)$$

Q：ピーク流量（m³/s）

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）

1-2 流出係数

流出係数は流域の地被、植生、形状、開発状況などを勘案して決定する。

建.計 p19

解説

流出係数 f は次の値を標準とする。

表2-1-1 流出係数

流域の状況	f の値
急峻な山地	0.75 ~ 0.90
三紀層山地	0.70 ~ 0.80
起伏のある土地及び樹林	0.50 ~ 0.75
平坦な耕地	0.45 ~ 0.60
かんがい中の水田	0.70 ~ 0.80
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

但し、流出係数の中のあるものについては、下流地域の重要度に応じてその値を定めるものとし、開発計画がある場合はそれを見込むものとする。

また、流域内が複数状況を呈する場合は、その加重平均によるものとする。

$$f = \frac{f_1 A_1 + f_2 A_2 + \dots}{A_1 + A_2 + \dots} \quad \dots\dots\dots (2-1-2)$$

但し、流出係数の中のあるものについては、下流地域の重要度に応じてその値を定めるものとし、開発計画がある場合はそれを見込むものとする。

また、流域内が複数状況を呈する場合は、その加重平均によるものとする。

$$f = \frac{\sum A_i \cdot f_i}{A} \dots\dots(1)$$

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 : 対象流域の流域面積 (km²)

注-1) 各項目ごとの流域面積は、縮尺1/2,500~1/5,000程度の地形図より算出することが望ましいが、水系砂防のように広流域となる場合は、1/25,000~1/50,000を使用しても構わないものとする。

注-2) fの値は0.05ごとに切り上げる。(例: 0.73→0.75, 0.78→0.8)

第3節 平均雨量強度

合理式法において用いる洪水到達時間内の平均雨量強度は、原則として確率別継続時間降雨強度曲線により求めるものとする。

建河計 p19

解説

(1) 洪水到達時間の算定

洪水到達時間Tは、原則として雨水が流域から河道に至る流入時間T₂と、河道内の洪水伝播時間(流下時間)T₁の和とする。

$$T = T_1 + T_2$$

流入時間は、将来の土地利用計画、類似区域の状況等を参考にして定めるものとするが、次の値を標準と定めてもよい。

流域面積	1 km ² 未満	20min
流域面積	1 km ² 以上	30min

河道の流下時間T₁を求めるには、Rzihaの式とKravenの式があるが、平均勾配(H/L)が1/20より急な場合はRzihaの式、1/20より緩い場合はKravenの式を採用する。流路計画の場合は、下流端での平均勾配で決定する。

1. Rziha (ルチーハ) の式

$$W_1 = 20(H/L)^{0.6} \text{m/sec} = 72(H/L)^{0.6} \text{km/hr} \dots\dots(2)$$

(H, Lは縮尺1/2,500~1/5,000程度の地形図より算出することが望ましいが、水系砂防のように広流域となる場合は、1/25,000~1/50,000を使用しても構わないものとする。)

W₁ : 洪水到達時間

1-3 平均雨量強度

合理式法において用いる洪水到達時間内の平均雨量強度は、原則として確率別継続時間降雨強度曲線より求めるものとする。

建. 計 p19

解説

(1) 洪水到達時間の算定

洪水到達時間Tは、原則として雨水が流域から河道に至る流入時間T₂と、河道内の洪水伝播時間(流下時間)T₁の和とする。

$$T = T_1 + T_2$$

流入時間は、将来の土地利用計画、類似区域の状況等を参考にして定めるものとするが、次の値を標準と定めてもよい。

流域面積	1 km ² 未満	20min
流域面積	1 km ² 以上	30min

河道の流下時間T₁を求めるには、Rzihaの式とKravenの式があるが、平均勾配(H/L)が1/20より急な場合はRzihaの式、1/20より緩い場合はKravenの式を採用する。流路計画の場合は、下流端での平均勾配で決定する。

1. Rziha (ルチーハ) の式

$$W_1 = 20(H/L)^{0.6} \text{m/sec} = 72(H/L)^{0.6} \text{km/hr} \dots\dots(2-1-3)$$

(H, Lは1/25,000又は、1/50,000の地形図により求める。)

W₁ : 洪水到達時間

2. Kraven (クラークヘン) の式

I	1/100以上	1/100~1/200	1/200以下
W ₁	3.5m/sec	3.0m/sec	2.1m/sec
	12.6km/hr	10.8km/hr	7.56km/hr

$$T_1 = \frac{L}{W_1} \text{で求める。} \dots\dots(2-1-4)$$

(2) 雨量強度の算定

洪水到達時間の平均雨量強度は、表2-1-2、表2-1-3の降雨強度曲線より算定する。

第2節 設計流量の算定

2-1 土石流対策施設(土石流区域)の設計流量

2-1-1 設計流量

設計流量は、土砂混入率を考慮して求める。
ただし、土石流の発生頻度の高い溪流では、土石流ピーク流量を設計流量とすることができる。

土対指 p7

解説

(1) 土石流発生頻度の低い溪流(本県では過去50年間に土石流が発生した形跡が無い溪流と定義

2. Kraven (クラークヘン) の式

I	1/100 以上	1/100~1/200	1/200 以下
W ₁	3.5m/sec	3.0m/sec	2.1m/sec
	12.6 km/hr	10.8 km/hr	7.56 km/hr

$T1=L/W1$ で求める. …… (3)

第1編 共通一般 第3章 計画高水流量

2 洪水到達時間内の平均雨量強度

洪水到達時間内の平均雨量強度は、表3-1-2、表3-1-3(1)～(4)により算定する。

表3-1-2 砂防設計降雨強度適用区域一覧

区 域	対象市町村
①三陸海岸	気仙沼市(旧 気仙沼市・唐桑町・本吉町)・ 南三陸町(旧 歌津町・志津川町)
②牡鹿半島	石巻市(旧 雄勝町・牡鹿町)・女川町
③北上川・ 旧北上川沿川	石巻市(旧 石巻市・河北町・河南町・桃生町・北上町) ・登米市(旧 登米町・東和町・中田町・豊里町・津山町)
④迫川上流	栗原市(旧 栗駒町・一迫町・鶯沢町・金成町・花山村)
⑤迫川下流	栗原市(旧 若柳町・築館町・高清水町・志波姫町・瀬峰町)・ 登米市(旧 石越町・迫町・南方町・米山町)
⑥江合川上流	大崎市(旧 鳴子町)
⑦鳴瀬川中流	加美町(旧 中新田町・宮崎町)・ 大崎市(旧 古川市・岩出山町・三本木町)
⑧鳴瀬川上流	色麻町・加美町(旧 小野田町)
⑨鳴瀬川・江合川下流	美里町(旧 小牛田町・南郷町)・ 大崎市(旧 松山町・鹿島台町・田尻町)・ 東松島市(旧 鳴瀬町・矢本町)・涌谷町
⑩吉田川	大和町・大衡村・富谷町・大郷町・松島町
⑪七北田川・砂押川等	仙台市(東区・青葉区の東北自動車道以東宮城野区)・ 塩釜市・多賀城市・七ヶ浜町
⑫広瀬川	仙台市(青葉区東北自動車道以西)
⑬名取川	仙台市(太白区・若林区)・名取市・川崎町
⑭阿武隈川	角田市・亘理町・丸森町・山元町
⑮白石川中下流	白石市・岩沼市・大河原町・蔵王町・柴田町・村田町
⑯白石川上流	七ヶ宿町

同左

第I編 共通一般 第2章 設計一般

表3-1-3(1) 砂防設計降雨強度一覧

ブロック名	確立	降雨強度式	降雨継続時間 (min)			
			30	60	120	1440
① 三陸海岸	1/10	$r = \frac{1611}{t^{3/4} + 7.73}$	78	55	37	7
			39	55	73	160
	1/30	$r = \frac{2006}{t^{3/4} + 7.10}$	101	70	46	8
			50	70	93	200
	1/50	$r = \frac{2309}{t^{3/4} + 7.31}$	115	80	53	10
			57	80	106	230
	1/100	$r = \frac{2483}{t^{3/4} + 4.58}$	143	95	61	10
			71	95	122	250
② 牡鹿半島	1/10	$r = \frac{1936}{t^{3/4} + 10.71}$	82	60	41	8
			41	60	82	190
	1/30	$r = \frac{2542}{t^{3/4} + 10.22}$	110	80	55	10
			55	80	109	250
	1/50	$r = \frac{2729}{t^{3/4} + 8.76}$	126	90	61	11
			63	90	121	270
	1/100	$r = \frac{3032}{t^{3/4} + 8.76}$	141	100	67	13
			70	100	135	300
③北上川・ 旧北上川 沿川	1/10	$r = \frac{1400}{t^{3/4} + 6.45}$	73	50	33	6
			36	50	66	140
	1/30	$r = \frac{1686}{t^{3/4} + 4.38}$	98	65	41	7
			49	65	89	170
	1/50	$r = \frac{1879}{t^{3/4} + 3.50}$	115	75	47	8
			58	75	95	190
	1/100	$r = \frac{2070}{t^{3/4} + 2.79}$	133	85	53	9
			66	85	106	210
④ 迫川上流	1/10	$r = \frac{1611}{t^{3/4} + 7.73}$	78	55	37	7
			39	55	73	160
	1/30	$r = \frac{2331}{t^{3/4} + 9.52}$	104	75	51	10
			52	75	102	230
	1/50	$r = \frac{2751}{t^{3/4} + 10.81}$	116	85	58	11
			58	85	117	270
	1/100	$r = \frac{3264}{t^{3/4} + 11.08}$	137	100	69	13
			68	100	138	320

同左

第1編 共通一般 第2章 設計一般

表3-1-3 (2) 砂防設計降雨強度一覧

ブロック名	確立	降雨強度式	降雨継続時間 (min)			
			30	60	120	1440
⑤ 迫川下流	1/10	$r = \frac{1290}{t^{3/4} + 4.24}$	76	50	32	5
			38	50	64	130
	1/30	$r = \frac{1686}{t^{3/4} + 4.38}$	98	65	41	7
			49	65	83	170
	1/50	$r = \frac{1989}{t^{3/4} + 4.96}$	112	75	48	8
			56	75	97	200
	1/100	$r = \frac{2388}{t^{3/4} + 4.97}$	134	90	58	10
			67	90	116	240
⑥ 江合川上流	1/10	$r = \frac{1724}{t^{3/4} + 9.79}$	76	55	37	7
			38	55	75	170
	1/30	$r = \frac{2102}{t^{3/4} + 6.47}$	109	75	49	9
			54	75	98	210
	1/50	$r = \frac{2309}{t^{3/4} + 7.31}$	115	80	53	10
			57	80	106	230
	1/100	$r = \frac{2594}{t^{3/4} + 5.75}$	140	95	62	11
			70	95	124	260
⑦ 鳴瀬川中流	1/10	$r = \frac{1496}{t^{3/4} + 5.65}$	81	55	36	6
			41	55	71	150
	1/30	$r = \frac{1895}{t^{3/4} + 5.51}$	103	70	45	8
			52	70	91	190
	1/50	$r = \frac{2197}{t^{3/4} + 5.91}$	117	80	52	9
			59	80	104	220
	1/100	$r = \frac{2594}{t^{3/4} + 5.75}$	140	95	62	11
			70	95	124	260
⑧ 鳴瀬川上流	1/10	$r = \frac{1936}{t^{3/4} + 10.71}$	82	60	41	8
			41	60	82	190
	1/30	$r = \frac{2658}{t^{3/4} + 11.67}$	109	80	55	11
			54	80	111	260
	1/50	$r = \frac{3081}{t^{3/4} + 12.67}$	121	90	63	13
			60	90	126	300
	1/100	$r = \frac{3714}{t^{3/4} + 13.81}$	139	105	74	15
			70	105	148	360

同左

第I編 共通一般 第2章 設計一般

表3-1-3 (3) 砂防設計降雨強度一覧

ブロック名	確立	降雨強度式	降雨継続時間 (min)			
			30	60	120	1440
⑨ 鳴瀬川・江合 川下流	1/10	$r = \frac{1516}{t^{3/4} + 8.76}$	70	50	34	6
			35	50	67	150
	1/30	$r = \frac{1783}{t^{3/4} + 3.91}$	107	70	44	8
			53	70	89	180
1/50	$r = \frac{1989}{t^{3/4} + 4.96}$	112	75	48	8	
		56	75	97	200	
1/100	$r = \frac{2181}{t^{3/4} + 4.10}$	129	85	54	9	
		64	85	108	220	
⑩ 吉田川	1/10	$r = \frac{1819}{t^{3/4} + 8.76}$	84	60	40	8
			42	60	81	180
	1/30	$r = \frac{2542}{t^{3/4} + 10.22}$	110	80	55	10
			55	80	109	250
1/50	$r = \frac{2961}{t^{3/4} + 11.34}$	123	90	62	12	
		61	90	124	290	
1/100	$r = \frac{3476}{t^{3/4} + 11.55}$	143	105	73	14	
		71	105	145	340	
⑪ 七北田川・砂 押川等	1/10	$r = \frac{1843}{t^{3/4} + 11.95}$	74	55	38	8
			37	55	76	180
	1/30	$r = \frac{3233}{t^{3/4} + 16.48}$	110	85	61	13
			55	85	123	310
1/50	$r = \frac{4290}{t^{3/4} + 23.60}$	118	95	72	17	
		59	95	143	400	
1/100	$r = \frac{5936}{t^{3/4} + 30.06}$	138	115	90	23	
		69	115	179	540	
⑫ 広瀬川	1/10	$r = \frac{1724}{t^{3/4} + 9.79}$	76	55	37	7
			38	55	75	170
	1/30	$r = \frac{2217}{t^{3/4} + 8.00}$	106	75	50	9
			53	75	100	220
1/50	$r = \frac{2520}{t^{3/4} + 8.09}$	121	85	57	10	
		60	85	114	250	
1/100	$r = \frac{2804}{t^{3/4} + 6.48}$	145	100	66	12	
		73	100	131	280	

同左

第I編 共通一般 第2章 設計一般

表3-1-3(4) 砂防設計降雨強度一覧

ブロック名	確立	降雨強度式	降雨継続時間 (min)			
			30	60	120	1440
⑬ 名取川	1/10	$r = \frac{1936}{t^{3/4+10.71}}$	82	60	41	8
			41	60	82	190
	1/30	$r = \frac{3110}{t^{3/4+15.03}}$	112	85	61	13
			56	85	121	300
1/50	$r = \frac{3780}{t^{3/4+18.23}}$	122	95	69	15	
		61	95	139	360	
1/100	$r = \frac{4797}{t^{3/4+22.05}}$	138	110	82	19	
⑭ 阿武隈川	1/10	$r = \frac{1819}{t^{3/4+8.76}}$	84	60	40	8
			42	60	81	180
	1/30	$r = \frac{2778}{t^{3/4+13.17}}$	107	80	56	11
			53	80	112	270
1/50	$r = \frac{3201}{t^{3/4+14.01}}$	119	90	64	13	
		60	90	127	310	
1/100	$r = \frac{3955}{t^{3/4+16.11}}$	137	105	76	16	
⑮ 白石川中下流	1/10	$r = \frac{1819}{t^{3/4+8.76}}$	84	60	40	8
			42	60	81	180
	1/30	$r = \frac{2542}{t^{3/4+10.22}}$	110	80	55	10
			55	80	109	250
1/50	$r = \frac{2846}{t^{3/4+10.06}}$	124	90	61	12	
		62	90	123	280	
1/100	$r = \frac{3358}{t^{3/4+10.42}}$	145	105	72	14	
⑯ 白石川上流	1/10	$r = \frac{1496}{t^{3/4+5.65}}$	81	55	36	6
			41	55	71	150
	1/30	$r = \frac{1895}{t^{3/4+5.51}}$	103	70	45	8
			52	70	91	190
1/50	$r = \frac{2085}{t^{3/4+4.50}}$	120	80	51	9	
		60	80	102	210	
1/100	$r = \frac{2388}{t^{3/4+4.97}}$	134	90	58	10	
			67	90	116	240

同左

第 4 節 流域面積

合理式において用いる流域面積の決定にあたっては、流域界、および排水路系統等を十分調査しなければならない。

解 説

流域面積の決定にあたっては、分水嶺、道路、鉄道等の構造物により流域界、下水路網、農業用排水路系統を十分調査しておくものとする。特に排水路系統を十分調査しておくものとし、一般には 1/2,500 地形図等より求めるものとする。なお、1/2,500 地形図がない場合においては、可能な限り大縮尺の地形図を用いるものとする。

第4章 基本的検討事項

第1節 環境への配慮

砂防事業は、計画対象流域およびその周辺の自然環境や景観および溪流の利用に配慮することを前提とする。

解説

- 1 砂防事業において、公共工事についても設計から工事まで一貫して環境配慮に取り組む、という趣旨を踏まえ、事業の実施にあたっては、土砂災害防止とあわせて、溪流の生態系、景観など自然環境の保全に努めるものとする。
- 2 環境・景観について事前に調査した上で事業を実施する。また、工事中、工事後についても必要に応じ調査を実施する。
- 3 溪流環境調査において貴重な動植物などが確認された場合は、必要に応じより詳細な調査を実施する。貴重な動植物は、宮城県のレッドリストを参照すること。

1.1 環境への配慮の基本

砂防施設計画の段階から工事終了後を通じて、環境への配慮を行う。

解説

環境への主な配慮の対象は、生態系、景観、溪流利用に関する事項である。砂防施設のこれらの事項に対する主な影響は多岐にわたる。

砂防事業に際しては、以下のミティゲーションの考え方を適用し、環境への配慮に当たる。

回避：砂防堰堤、床固工、護岸等を設置しないで、下流に導流堤や遊砂地を設ける。

最小化：砂防堰堤、床固工、護岸等の規模(大きさ、影響範囲)を抑える。透水性の高い材料を用いる。

代償：瀬淵や魚類の産卵床、特殊な生物の生息場を別に創造する。

修復、回復：工事によって改変した地形等を工事前の状況に復旧する。

- 1 回避、最小化については以下の事項に配慮する。
 - (1) 構造物の配置、規模を極力抑えるものとする。
 - (2) 透過型砂防堰堤、多孔質な施設構造の採用など、より影響の少ない施設を採用する。
 - (3) 横断形状を全て標準断面のように画一的に固定するのではなく、ある程度は変動するような余裕を確保する。
 - (4) 背後地の状況等を勘案して洪水流や土砂の滞留区間を設定できる場合には、溪畔林を含めてその空間を積極的に取り込むなど現況の溪流の平面、縦断、横断形状を尊重しながら、溪流空間の持つバッファゾーンの機能を有効に活用して土砂処理を行い、環境への影響を最小限にとどめる。
 - (5) 数年や数十年に一度起こり得るような発生頻度の高い自然攪乱を抑制しすぎないように配慮する。
- 2 代償については以下の事項に配慮する。
 - (1) 砂防設備の整備によって失われる環境（魚類の産卵床、瀬淵、特殊な生物の生息場、溪畔林等）を別に確保する。
- 3 修復、回復については以下の事項に配慮する。

第3章 環境調査

第1節 総説

すべての工事実施箇所について、計画区間内及びその周辺の生態系など、環境の保全について考慮しなければならない。

貴重種等の保全すべき生態系が確認されなくても、周辺の整備の関係や工事が大規模で自然環境に与える影響が多大なものと予想される場合や、下流河川と一連としての動植物の調査を行う必要がある場合は、必ず実施しなければならない。

京.マ p17

解説

保全すべき生態系が確認された場合は、各種条件を考慮し計画区域の移動、規模の縮小や中止等を含め計画検討を行う。この場合、学識経験者を含めた検討委員会等を設け検討を行うのがよい。

また、「水と緑豊かな溪流砂防事業」の実施や「溪流環境整備計画」等との整合を考慮しなければならない。

工事にあたっては、仮設道路、工事による汚濁水、工事車両等の排気ガスなど、環境への影響を最小限にする努力を行わなければならない。

第2節 調査方法

2-1 植生調査

河川・溪流沿いはその極地的な土壌・地質・気候・水分等の条件から自然性の高い河畔林や植物群落が立地していることが多い。また河川上流部は標高に対応して多様な植物遷移がみられる。

植生調査は次の順序で行うものとする。

1. 予備調査
2. 現地調査
3. 資料整理

宮.マ p14

解説

①予備調査

予備調査においては、対象群落に関する次の調査を行うものとする。

1. 資料収集
2. 聞き取り調査

対象群落に関する資料としては、学術論文、地方誌・史のほか地形図、航空写真などがあるが、同時に地元住民などの長期の観察記録が重要である。

地元に住む人々は、長期にわたって群落の四季の状態を見、また場合によっては何らかの形で利用することにより、その群落の季節現象、過去における変遷など貴重な知識と経験を豊富に持っているものである。これらの人達からの聞き取り調査では、実際の調査を進めていくうえで非常に有益な情報が得られる。

②現地調査

現地調査は予備調査の結果、重要と認めた箇所を主な対象とする。また今後の砂防事業対象地が明らかになっている場合には原則として現地調査を行うのが望ましい。

第I編 共通一般 第4章 基本的検討事項

(1) 施工等によって地形を改変した場合には、復元レベルを明確にして、このレベルに達するように環境設定を復元する。

なお、環境に配慮した施策としては、廃材利用等の徹底による環境対策やリサイクルも考えられる。

1.2 生態系への配慮

砂防設備の計画にあたっては、対象地域の状況より、適切な生態系への配慮を行うものとする。

解説

健全な溪流の生態系を維持していくためには、溪流の物質運搬、流路変動等の攪乱を受ける不安定な立地、魚類等の生育空間を極力損なわないようにしなければならない。また、溪畔林の保全も溪流空間の多様な生態系を保全するために必要である。計画にあたっては、健全な溪流の生態系を持つ溪流空間の確保を図るため、溪流の縦断方向、横断方向にわたって、砂防施設計画全体を見据えた環境への配慮が必要である。

また、瀬と淵が連続するような多様性のある溪流は、自然に近い貯留遊水機能を持ち、洪水を減勢させるなど、治水上も有利であり、瀬や落差工による曝気、淵部分における沈殿、植物や小動物、微生物による摂取や消化分解などで、溪流の自浄作用も期待でき、水質保全にも有効である。このことは、景観面や溪流利用面でも有効に機能するものと考えられる。

1 縦断方向の配慮

生態系の保全には、本来あった、溪流の縦断方向の連続性、「瀬と淵」に代表される溪床の多様性、流路変動等の攪乱を受ける不安定な立地等の確保が必要である。

溪流の縦断方向の対応としては、次のような方法が考えられるが、防災対策を基本におきつつ、溪流および溪流空間の状況を考慮して、適切な配慮を行わなければならない。

(1) 砂防堰堤

砂防堰堤に関しては、その位置、規模による生態への影響等の検討を行い、その是非を判断することが必要である。工法からの対応としては、透過型砂防堰堤の採用、魚道の設置が考えられる。

(2) 床固工

床固工に関しては、砂防堰堤に準じた対応が考えられる。床固工に切りかきを設けることも考えられる。

(3) 護岸工

流路変動等の攪乱を受ける不安定な立地等の確保のため、護岸の配置の工夫、河床変動を許容した根入れ等の方策が考えられる。

(4) 溪流保全工

溪流保全工に関しては、床固工、護岸工での対応および、溪流の多様性を確保するための瀬淵の保全、流路変動等の攪乱を受ける不安定な立地等の確保が求められる。これに関しては、治水上支障がない限り河床変動を許容すること、床固工の配置、形状の工夫等が考えられる。

2 横断方向の配慮

生態系の保全には、本来あった、溪流の横断方向の連続性、水際の多孔質な空間、流路変動等の攪乱を受ける不安定な立地等の確保が必要である。

溪流の横断方向の対応としては、次のような方法が考えられるが、防災対策を基本におきつつ、溪流

第3章 環境調査

2-2 鳥類の調査

河川・溪流はカワセミ、ヤマセミ、カワガラス等の水辺性の鳥類の重要な生息の場であり、またこれに連なる森林にも多くの鳥類が生息している。

鳥類の調査は次の順序で行うものとする。

1. 予備調査
2. 現地調査
3. 資料整理

京.マ p19

解説

鳥類の調査は、まず予備調査により主要な鳥類等の生息地や活動範囲を抽出する。現地調査は原則として抽出された箇所周辺で生息種、生息状況行動範囲を把握するために行うが、魚類調査、植生調査等他の調査時に得られた鳥類の情報についても記録を蓄積しておく。

現地調査は対象とする主要種等の状況を線センサスまたは定点観察により把握するものとし、対象種の渡りの習性等を考慮に入れて調査時期を設定する。

2-3 小動物・両生類・は虫類の調査

オオサンショウウオ、モリアオガエル等の両生類、は虫類、河川溪流に関係の深い小動物の予備調査については鳥類の場合と同様である。なお、鳥類調査と併行して調査することが効率的である。その際は鳥類調査の線センサスルート周辺及び定点観察周辺で重点的に調査を行う。

予備調査で重要と認められた箇所については現地調査を実施する。小動物については生活の痕跡(巣穴、排泄物、毛、足跡、生殖臭など)、また両生類・は虫類については生体や卵を調べることで推定する。また、小動物については狩猟関係者、林業関係者から聞き取りを行う。調査方法は現地踏査による目視とする。

京.マ p19

2-4 昆虫の調査

ホタル、トンボ等の昆虫の予備調査については鳥類の場合と同様である。なお、鳥類調査と並行して調査をすることが効率的である。その際は鳥類調査の線センサスルート周辺及び定点観察周辺で重点的に調査を行う。予備調査で重要とみとめられた箇所について現地調査を実施する。現地調査方法にはビーティング、スィーピング等による採集、ベイトトラップ等による捕集があるが、対象種の特性を考慮し、有効な手法を用いる。また、夜行性の昆虫についてはその昆虫の活動時間等を考慮した採取方法(ライトトラップ)を行う。

京.マ p19

第I編 共通一般 第4章 基本的検討事項

および溪流空間の状況を考慮して、適切な配慮を行わなければならない。

(1) 砂防堰堤

縦断方向の配慮と同様、その位置、規模に関して生態への影響等の検討を行い、その是非を判断することが必要である。ほ乳類等の移動路の確保が必要な場合もある。

(2) 床固工

床固工に関しては、砂防堰堤に準じた対応が考えられる。

(3) 護岸工

流路変動等の攪乱を受ける不安定な立地等の確保のため、護岸の配置の工夫、河床変動を許容した根入れが考えられ、連続性の確保のためには護岸のり勾配の緩傾斜化、多孔質な護岸材料の採用、隠し護岸の採用等の対応が考えられる。

(4) 溪流保全工

適切な護岸の配置等の方策が考えられる。

3 溪畔林の保全

溪畔林を保全する方法としては、施設計画の平面計画を工夫し、伐採を避けることなどが挙げられる。

なお、日常的な水や土砂による攪乱を過度に防止することは溪畔林の遷移を阻害するため、溪畔林の生育にとっては有効とは言えないとされている。溪畔林の維持にこだわるあまり、過度な日常的な水や土砂による攪乱を防止しないようにする配慮も必要である。

また、溪畔林の流木化やそれにとまなう災害が予想される場合には、流木対策等の対策も検討する。

1.3 景観、溪流利用への配慮

砂防設備の計画にあたっては、周辺の状況に応じて、景観、溪流利用への配慮を行うものとする。

解 説

1 景観への配慮

景観への配慮は、人の目にふれるかふれないか等の砂防施設の現況・将来での視点場の状況、現況・将来での溪流利用状況等により必要に応じて実施する。

景観への配慮には、「自然にとけ込むものを作る」「見る価値のあるものを作る」という2つの考え方があり、修景の目的を明らかにした上で様々な方法を選択しなければならない。

2 溪流利用への配慮

溪流の現況、周辺関連計画との整合等を考慮して、対象溪流と人とのかかわりを考え、必要に応じて溪流利用への配慮を行う。

溪流利用への配慮としては、親水性の確保や高水敷を平常時の利用空間として活用することも考えられる。

第3章 環境調査

2-5 魚類調査

種類組成の調査方法としては聞きとりによる方法、統計資料の活用による方法、陸上から観察する方法、投網等により採取する方法、潜水観察などがあり河川・溪流の特性に応じた方法により行う。

京.マ p20

解 説

- ①調査対象河川・溪流は、砂防事業対象河川・溪流で砂防施設が既に設置されている河川・溪流および概ね10ヶ年程度内に着手を予定している河川・溪流とする。
- ②調査地点選定については、事前調査の結果、河川・溪流の上流、下流部等のバランス、滝、堰等流水の分断状況、河川形態（瀬と湖の分布）等を考慮し、河川の魚類相を把握するのに十分効果のあがるような設定を行うものとし、常時水のない河川・溪流については除外する。なお、砂防基準点・補助基準点の位置を考慮に入れ設定し、調査を行う地点の最下流端は砂防基準点とする。
- ③事前調査で重要な種類、地域にとって重要な種類等が確認された河川・溪流についてはその重要度に応じ調査ポイントを増やすこととする。

なお、詳細については「自然と地域になじんだ水と緑の溪流づくり調査について、平成3年2月、建設省河川局砂防部砂防課」及び「建設省河川砂防技術基準（案）、調査編」参照。