

## 第2章 水系砂防計画

### 第1節 総則

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、利水の機能の確保と、環境の保全を図ることを目的として策定するものとする。

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

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-48

#### 【解説】

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

参考までに、土砂の量及び質(粒径)、土砂移動で対象とする時間の3要素により構成された水系砂防計画における土砂移動の概念を図2.1)に示す。この概念に基づき、水系砂防計画を策定するには、土砂、流量等のデータの蓄積等が必要であるため、土砂のモニタリングに関する調査等を実施する必要がある。

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

短期は、計画規模の現象が発生する一連の降雨継続期間を目安に設定する。

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

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

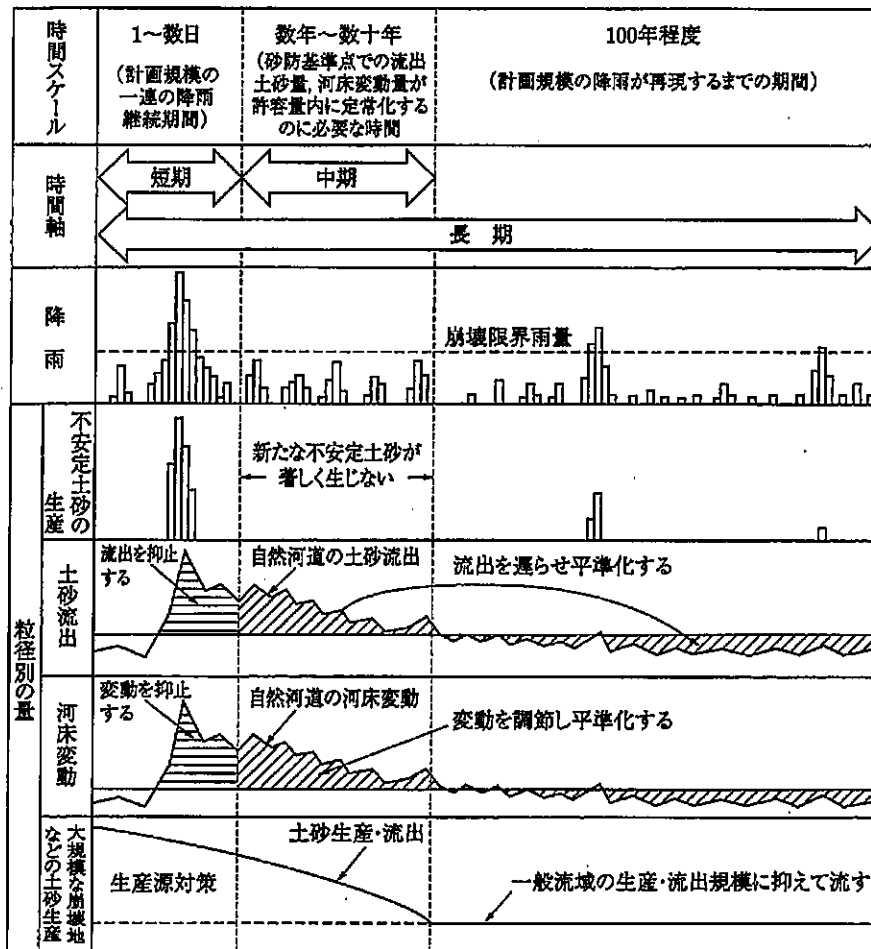


図 2.1 水系砂防計画の概念図

## 第2節 水系砂防計画の基本

### 2.1

### 2.2 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点又は河川計画との関連地点、保全対象の上流地点、土砂の生産が見込まれる地域の最下流地点などに設けるものとする。

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-50

#### 【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。

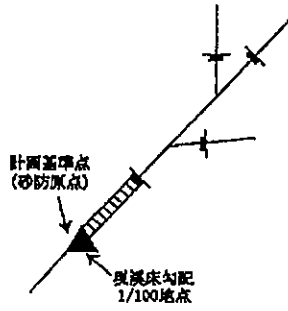
土石流区域とは、土砂が集合運搬の状態で流出する区域をいい、掃流区域とは土砂が流水により各個運搬の状態で流出する区域をいう。土石流区域は、溪床勾配が $2^\circ$ （約 $1/30$ ）以上の区域を対象として設定する。

砂防計画対象区域の最下流点は砂防原点といい、一般に河川工事と砂防工事の目安として、現河床勾配 $1/100$ 程度の地点を砂防原点とする。

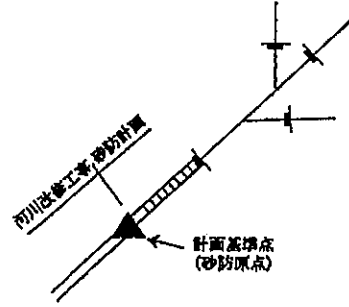
しかし、河床勾配が、 $1/100$ より緩勾配であっても土砂災害が発生している場合、または天井川となっている場合など地域特性を考慮して砂防原点を河床勾配 $1/100$ 以下に設けることもある。

図 2.2 に計画基準点の事例を示す。

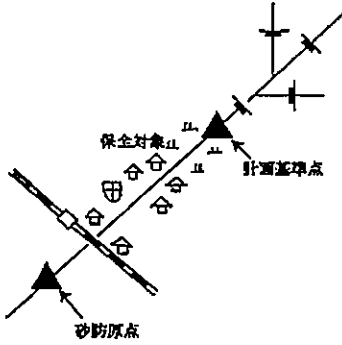
1) 砂防計画区域の最下流地点



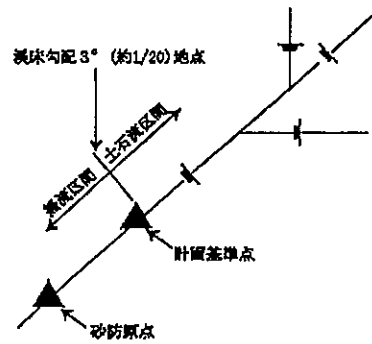
2) 河川計画との関連地点 (河川管理者と協議を要する。)



3) 保全対象区域の上流地点



4) 土石流区域と掃流区域の境界地点



6) 小溪流で本川との合流点

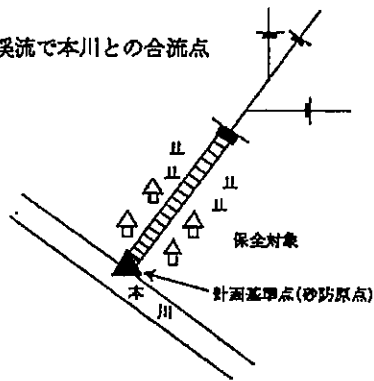


図 2.2 砂防基準点のとり方

## 2.3 計画の規模

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-49

### 【解説】

対象降雨は降雨の量、時間分布及び地域分布の3要素によって決定される。対象降雨の決定方法については河川砂防技術基準計画編第2章第2節2.6を参考にされたい。

対象降雨による計画規模の決定に当たっては、既往の災害等における土砂移動現象の発生状況等を勘案し適切に設定する。なお、掃流形態の土砂流出においては、本章2.4(p5-118)に準じて定める。

## 2.4 計画土砂量等

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-50

### 【解説】

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

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

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

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

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

### 2.4.1 計画生産土砂量 A

計画生産土砂量とは、山腹および溪岸における新規崩壊土砂量、既崩壊拡大見込土砂量、既崩壊残存土砂量のうち崩壊等の発生する時点で河道に流出するもの及び河床等に堆積している土砂量のうち2次侵食を受けるものをいう。

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、類似地域の資料などをもとに定める。

#### 【解説】

計画生産土砂量は、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、流域内に生産抑制のための施設がない状態で算定するものとし、流域の状況に著しい変化が生じた場合には、必要に応じ改訂するものとする。

計画生産土砂量の算定は、原則として土砂の生産形態別に対象区域内のその母体となる土地の面積などを調査して行うものとする。例えば、①豪雨型小規模崩壊では山腹面積に豪雨時などにおける既往の新規崩壊面積比、平均崩壊深、河道流出率、土量の変化率を乗じ、②とくしゃ地や崩壊地では、その面積と土砂流出の実測資料により、③河床堆積土砂の2次侵食では現堆積状況と既往の災害などでの河床変動資料により、④地すべり型大規模崩壊では地すべりの前兆的微地形、亀裂の分布などから推定される範囲および類地の崩壊深、河道流出率、土量の変化率により、それぞれ算出する。

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

### 2.4.2 計画流出土砂量 Q

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

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

#### 【解説】

土砂流出の実態解明は、砂防計画上重要な研究課題であって、各地で実態調査が行われているところである。

現状では、解明されていない多くの問題があるが、さしあたっての取扱いとしては、流域に土砂流出防除のための施設がない状態で次のように算定する。

計画流出土砂量は、式 2.1 により求めるものとする。

$$Q = A(1 - \alpha) \quad \text{式 2.1}$$

A：計画生産土砂量

$\alpha$ ：河道調節率

土石流区域における計画流出土砂量は、原則として当該計画基準点の上流の計画生産土砂量からその区域の河道調節量を差し引いた量で定める。この場合、土石流の発生が流域における計画降雨の発生日時に一致するとは限らない性格を有することに注意する必要がある。

対象区域内での土石流に関する資料がなく、かつ地すべり型大規模崩壊の発生が予想されない場合には、次の値を参考に定めてもよい。

(1) 本便覧第2編計画編第2章 (p2-5) における土石流・流木対策計画に基づく方法

(2) 既往災害資料などによる方法

過去の県内記録などを勘案して算出された値は次のとおりである。

土石流区域（標準流域面積 1km<sup>2</sup>の場合）

・花崗岩地帯	50,000～70,000	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1洪水
・第3紀層地帯	40,000	〃
・その他の地帯	30,000	〃

計画流域の主たる地質によって決定する。

(3) 土石流区域（標準流域面積 1km<sup>2</sup>の場合）

1) 花崗岩地帯	50,000～150,000	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1洪水
2) 火山噴出物地帯	80,000～200,000	〃
3) 第3紀層地帯	40,000～100,000	〃
4) 破碎帯地帯	100,000～200,000	〃
5) その他の地帯	30,000～80,000	〃

流域面積が標準の10倍の場合には数値は0.5倍、1/10倍の場合は3倍程度として用いることができる。（建設省河川局砂防部調べ）

掃流区域では、当該計画基準点の直上流の基準点（複数の場合もある）における洪水時の計画流出土砂量に、両計画基準点間の流域の生産土砂量からその間の河道調節量を差し引いた量を加算して定めるものとする。

地すべり型大規模崩壊の発生が予想されない場合は、次の値を参考に定めてもよい。

掃流区域（標準流域面積 10km<sup>2</sup>、年超過確率 1/50 の場合、1/100 の場合は 1.1 倍とする）

1) 花崗岩地帯	45,000～60,000	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /1洪水
2) 火山噴出物地帯	60,000～80,000	〃
3) 第3紀層地帯	40,000～50,000	〃
4) 破碎帯地帯	100,000～125,000	〃

第5編 その他砂防計画編 第2章 水系砂防計画 第2節 水系砂防計画の基本

5) その他の地帯 20,000~30,000 ”

流域面積が標準の10倍の場合には数値は0.5倍、1/10倍の場合は3倍程度として用いることができる。(建設省河川局砂防部調べ)

貯水池上流河川、あるいは流出土砂が多く平年においても土砂害を生ずる河川では、計画年平均流出土砂量を用いる場合がある。計画年平均流出土砂量とは、数年間の年間流出土砂量の累計をその累計年で除したものであり、貯水池の堆砂量測定資料、あるいは河床変動資料を参考にして定める。

表 2.1 流域面積による流出土砂量の補正係数

流域面積	0.1以下	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
補正係数	3.00	2.15	1.78	1.55	1.39	1.28	1.19	1.11	1.05	1.00	0.97	0.95	0.92	0.90	0.89
流域面積	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
補正係数	0.87	0.85	0.84	0.82	0.81	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72
流域面積	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
補正係数	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67	0.67	0.66	0.65	0.65	0.64	0.64	0.64
流域面積	4.6	4.7	4.8	4.9	5.0	5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	6.0
補正係数	0.63	0.63	0.62	0.62	0.60	0.61	0.61	0.61	0.60	0.60	0.60	0.59	0.59	0.59	0.58
流域面積	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
補正係数	0.58	0.58	0.57	0.57	0.57	0.57	0.56	0.56	0.56	0.58	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
流域面積	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8	8.9	9.0
補正係数	0.54	0.54	0.54	0.54	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
流域面積	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8	10.0以上						
補正係数	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	0.50	0.50	0.50						



### 2.4.3 河道調節率 $\alpha$

洪水時、上流で生産された土砂が河道を流下する際、河道には(1)勾配の変化点、(2)川幅の変化点、(3)湾曲部などにおいて流下土砂を一時、河道内で貯留し、その後の流水で土砂を徐々に流下させる機能がある。この一時貯留される土砂量を河道調節土砂量といい、河道調節土砂量と生産土砂量との比を河道調節率という。

【解説】

河道調節土砂量と生産土砂量の百分率を河道調節率といい、次の式で表される。

$$\text{河道調節率}(\alpha) = \frac{\text{河道調節土砂量}}{\text{生産土砂量}} \times 100 \quad \text{式 2.2}$$

河道調節率は一般に10～40%といわれており、一般に20%が用いられることが多いが、現地踏査、空中写真、地形図などにより上記(1)～(3)の河道形状が多く河道延長も長い場合は40%、またはその逆の場合は10%を適用する。

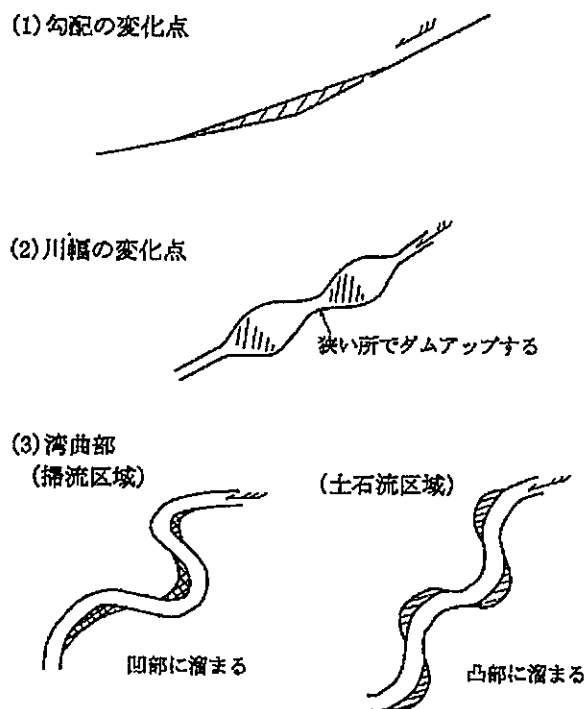


図 2.3 河道調節土砂量

### 2.4.4 計画許容流砂量 $E$

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

【解説】

計画許容流砂量は、洪水流量と同様に毎秒単位で必要とされる場合があるが、土石流を含め、洪水単位として定める場合が多い。土石流の形態で運搬される土砂においては、砂防計画区域内の保全対象地区の状況、掃流の形態で流送される土砂においては、砂防計画区域内の河道および下流河道の現況とその計画に基づいて定めるものとする。

掃流区域内において計画許容流砂量を決定する場合には河道計画などで考慮している流砂量と整合させるものとし、貯水池上流河川の計画においては、原則として、貯水池の計画堆砂量を考慮して計画年平均許容流砂量を定める。

計画許容流砂量は一般に、計画流出土砂量の5～10%といわれており、砂防原点より下流河道の水深が深く勾配が急で、礫径が小さい場合は10%をとり、その逆の場合は5%で算出する。

### 2.4.5 計画超過土砂量 $H$

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。

【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。

以上の土砂量について簡単に図示すれば図 2.4 のとおりとなる。

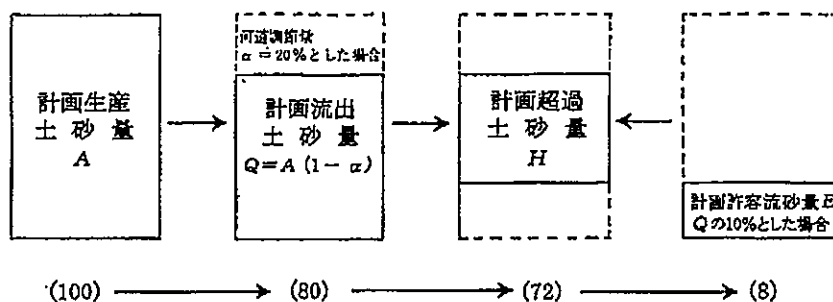


図 2.4 砂防計画で扱う土砂量

#### 2.4.6 計画抑制土砂量 B

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

##### 【解説】

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

#### 2.4.7 計画貯砂量 C

砂防施設により堆砂される現地盤から計画堆砂勾配までの間の直接抑制される土砂量をいう。

##### 【解説】

計画流出土砂量に対して、堰堤の計画貯砂量は最も効果的である。

なお、堆砂敷の用地買収範囲は、計画堆砂勾配＋計画高水水位＋余裕高までとする。

また、砂防指定は、計画堆砂勾配以上とする。

#### 2.4.8 計画調節土砂量 D

満砂後に、河積の拡大、縦断勾配が緩和されることにより、洪水時堆砂区域に一時的に堆砂する土砂量で、洪水後に堆砂される土砂量から計画堆砂量を差し引いたものをいう。

##### 【解説】

計画調節土砂量は、一般的に有効貯砂量の10%とする。

### 第3節 水系砂防施設計画の作成

#### 3.1 土砂処理計画

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-50

#### 【解説】

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

$$E = (Q + A - B)(1 - \alpha) - C - D \quad \text{式 2.3}$$

$E$ ：計画許容流砂量

$Q$ ：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洪水の計画流出土砂量

$A$ ：計画生産土砂量

$B$ ：計画生産抑制土砂量

$\alpha$ ：計画基準地点（あるいは補助基準点）から下流に流出しない河道調節される土砂量（ $Q + A - B$ ）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

なお、 $\alpha$ （河道調節率）については、流域の状況等を踏まえ定める。また、自然環境・景観への配慮については、河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 第3章第7節を参照する。

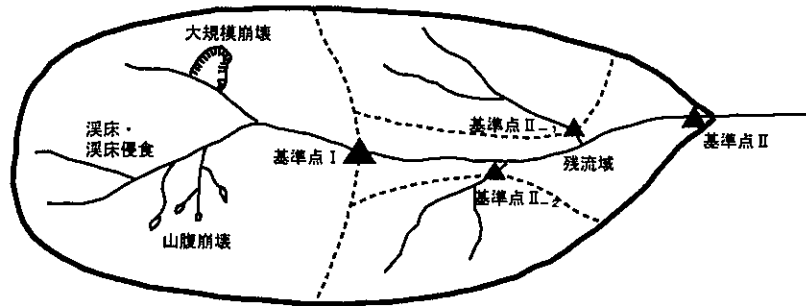
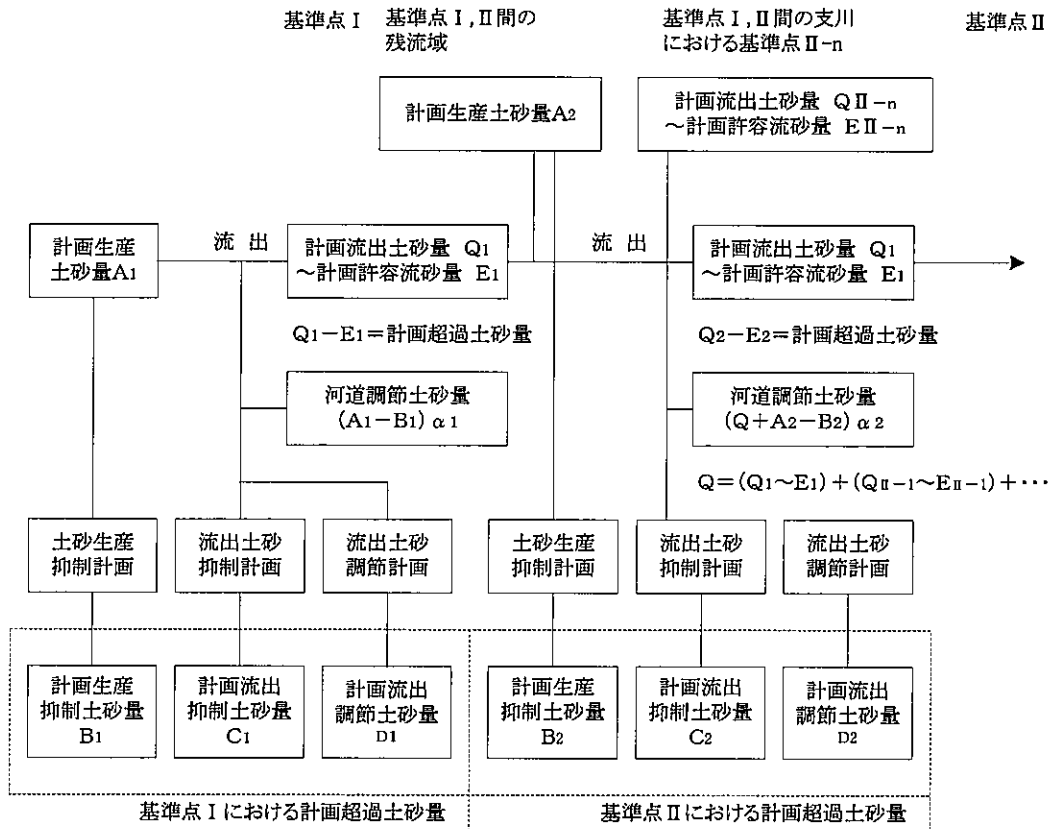


図 2.5 砂防基本計画系統図

ここで  $(Q_1 \sim E_1)$  は次のことを意味する。

- ・河道調節のみの場合は、 $Q_1$
- ・土砂生産・流出土砂抑制および流出土砂調節計画が完了した場合は  $E_1$
- ・これらの計画が未完了の場合は、 $Q_1$  と  $E_1$  の中間の値

なお、砂防施設計画にあたっては、現況および当該砂防施設完了後、整備率を算定する必要がある。

整備率は、計画流出抑制土砂量から許容流出土砂量を差し引いた有害流出土砂量のうち、砂防施設（治山施設を含む）によって抑制される土砂量の占める割合で表す。

(1) 不透過型砂防堰堤・溪流保全工など

$$F_s = \frac{B(1-\alpha) + C + D}{Q - E} \cdot 100\% \quad \text{式 2.4}$$

$F_s$  : 整備率

$B$  : 計画生産抑制土砂量 (抑制量)

$C$  : 計画流出抑制土砂量 (一般に 0、除石・機能回復の場合のみ考慮する)

$D$  : 計画流出調節土砂量 (計画捕捉量)

$Q$  : 計画流出土砂量

$E$  : 計画許容流砂量

$\alpha$  : 河道調節率

$(1-\alpha)$  : 土砂流出率

(2) 透過型砂防堰堤

$$F_s = \frac{B(1-\alpha) + C + D}{Q - E} \cdot 100\% \quad \text{式 2.5}$$

$F_s$  : 整備率

$B$  : 計画生産抑制土砂量 (抑制量)

$C$  : 計画流出抑制土砂量 (一般に 0、部分透過等で基礎部が上で、かつ除石計画がある場合は考慮する)

$D$  : 計画流出調節土砂量 (計画捕捉量)

$Q$  : 計画流出土砂量

$E$  : 計画許容流砂量

$\alpha$  : 河道調節率

$(1-\alpha)$  : 土砂流出率

なお、各土砂量は、本章 2.4 (p5-118) を参照する。

### 3.2 土砂生産抑制計画

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

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-51

#### 【解説】

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

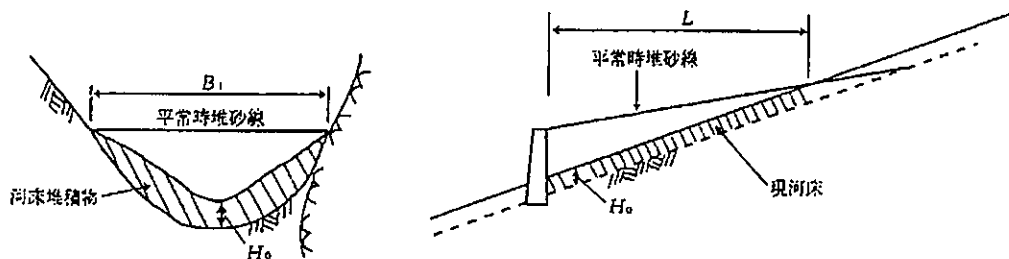
なお、砂防設備による計画生産抑制土砂量は、砂防設備の規模及び地形・地質、植生の状況並びに地盤の安定状況等により定める。

計画生産抑制土砂量の算出は次による。

#### (1) 砂防堰堤工

##### 1) 不透過型堰堤の計画生産抑制土砂量

現河床勾配の1/2（平常時堆砂勾配）までの河床堆積物とする。



$H_0$ は、土砂地盤の場合は通常1.0~2.0mで、その間岩盤がある場合は岩盤線までとする。

図 2.6 砂防堰堤工の計画生産抑制土砂量

#### $B$ の算出方法

$$B = H_0 \times B_1 \times L$$

注) 堰堤堆砂域の状況をよく調査し横断面などにより算定する。

##### 2) 透過型砂防堰堤の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。

計画生産抑制土砂量については、図 2.7 に示す斜線部分を見込んでよいこととする。

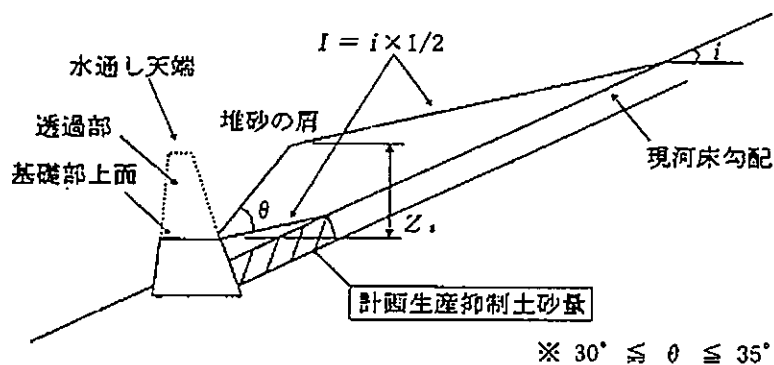


図 2.7 土砂調節のための透過型砂防堰堤における計画生産抑制土砂量の考え方

(2) 床固工

堰堤工に準ずる。

(3) 溪流保全工

水平方向には溪流保全工幅の2~3倍程度、垂直方向には水深程度として溪流保全工延長を乗じた量とする。溪流保全工幅の2.5倍を標準とする。

一般に次式により算出した値とする。

$$B = (2.0 \sim 3.0) \times (W \times H \times L) \quad \text{式 2.6}$$

$B$  : 計画生産抑制土砂量

$H$  : 水深+余裕高

$L$  : 延長

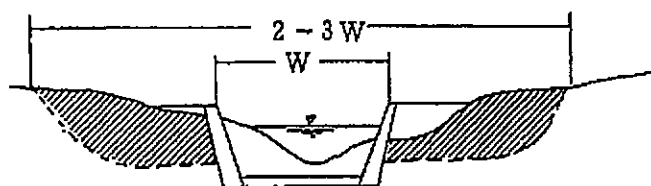


図 2.8 溪流保全工の計画生産抑制土砂量

片側護岸工の場合は、 $B = 1.0 \times (W \times H \times L)$  とする。

(4) 山腹工

工事施工面積に表層厚（現場で判断する標準として1.0~2.0m）を乗じた量とする。



### 3.3 土砂流送制御計画

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

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-51

#### 【解説】

土砂流送制御計画は河道を対象に策定するものとする。

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

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

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

#### (1) 計画流出抑制土砂量 (C)

計画流出抑制土砂量 (C) の算出は次のとおりとする。

##### 1) 砂防堰堤工

###### (a) 不透過型砂防堰堤

現河床勾配の 1/2 (平常時堆砂勾配) までとし、原則として堆砂横断面図により算出する。なお、計画流出抑制土砂量の目安として算出する場合には式 2-3-5 の方法がある。

$$C = \frac{1}{2} \cdot \frac{m \cdot n}{m - n} \left\{ b + \frac{1}{3} (m' + n') h \right\} h^2 \quad \text{式 2.7}$$

$m$  : 平常時堆砂勾配 (1 :  $m$ )

$n$  : 現河床勾配 (1 :  $n$ )

$h$  : 堰堤の有効高

$b$  : 河床幅

$m'$  : 左岸勾配 (1 :  $m'$ )

$n'$  : 右岸勾配 (1 :  $n'$ )

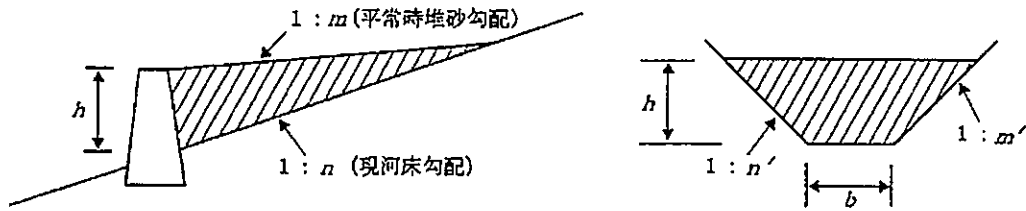


図 2.9 砂防堰堤工の計画流出抑制土砂量

(b) 透過型砂防堰堤

透過型堰堤の計画流出抑制土砂量は、基礎部上面までの不透過部による抑制土砂量とし、算出方法は不透過型堰堤に準ずる。

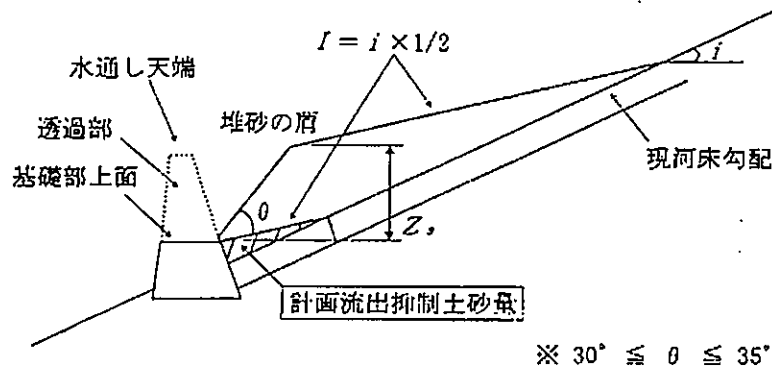


図 2.10 土砂調節のための透過型砂防堰堤における計画流出抑制土砂量の考え方

2) 砂溜工

砂溜工は、年1~2回程度堆砂土を搬出するものとして、計画堆砂量を算定する。

(2) 計画流出調節土砂量 (D)

砂防堰堤工の調節土砂量は、一般に堆砂の安定勾配と洪水時の堆砂勾配との間の堆砂容量で定めるが、砂防堰堤工の堆砂区域は、元々河道調節機能の大きなところであることが多いので、このような場合には砂防堰堤工の調節土砂量は、新たに増大する量で評価しなければならない。また、水通しにスリットを設けたり、水抜孔の大きさ、配置を工夫するなどして、その機能の増大を図った例が多い。

1) 不透過型砂防堰堤

計画流出調節土砂量 (D) は、河床勾配が急でかつ流出土砂の粒径が大きいほど堆砂量に対する調節量の割合が大きくなり、その逆の場合には小さくなる。これまでの経験では5~15%となることが多いとされている。10%程度を標準とする。

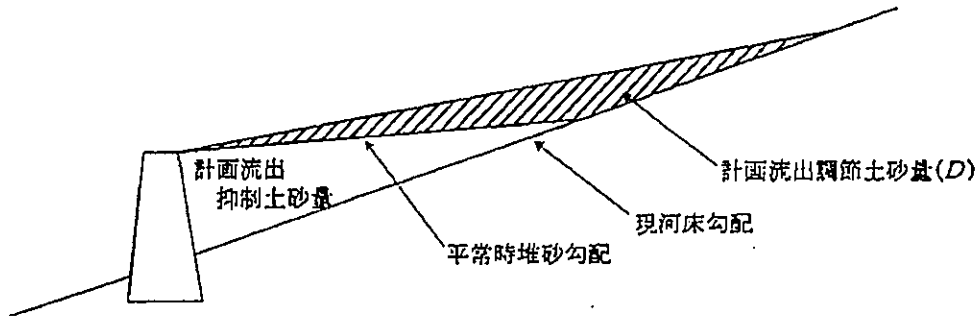


図 2.11 砂防堰堤工の調節土砂量

2) 透過型砂防堰堤

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。

(a) 計画流出調節土砂量として評価する土砂量

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、上流に向けては現河床勾配の  $1/2$  勾配で堆砂面が形成される。
- ③ 洪水後半に堰上げが解消すると堆砂肩が崩れて土砂は高濃度で堰堤から流出する。
- ④ 堰堤から流出する土砂は下流の溪流の土砂輸送能力が小さく流量も小さい場合には堰堤直下流付近に堆積する。

そこで、洪水後半に堰堤から流出し、堰堤直下流付近へ堆積する土砂量も透過型砂防堰堤効果と考え、堰上げが生じているときの最大堆砂時の土砂量を計画流出調節土砂量として評価する（図 2.12 参照）。

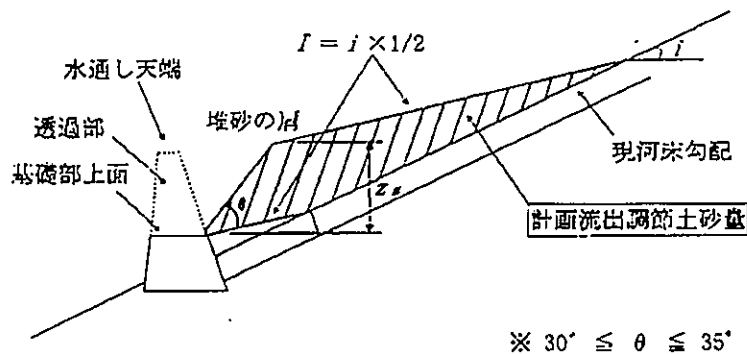


図 2.12 土砂調節のための透過型砂防堰堤における計画流出調節土砂量の考え方

(b) 計画流出調節土砂量の算出

堆砂肩の高さ  $Z_s$  は、式 2.8 によって求めることができる。

$$Z_s = \left\{ \frac{Fr^2}{2} \left( \frac{1}{\sqrt[3]{\gamma^2}} - 1 \right) + \frac{\sqrt[3]{\gamma}}{\gamma} - 1 \right\} \left( \frac{nQ}{B_s \sqrt{i}} \right)^{0.6} \quad \text{式 2.8}$$

$Z_s$  : 堆砂肩の高さ

$Fr$  : 等流水深に対するフルード数

$\gamma$  : 流水幅縮小 (=  $Bd / B_s$ )

$Bd$  : 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、堰堤高、ハイドログラフ、流出土砂量、土砂の粒径等により変わるので、水理実験、河床変動シミュレーションおよび当該溪流における前例実績の分析等を実施し、慎重に検討することが望ましい。

## 第4節 水系砂防施設計画

### 4.1 総 則

水系砂防計画に基づき策定する砂防施設配置計画は、土砂生産抑制施設配置計画、土砂流送制御施設配置計画からなる。

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-177

#### 【解 説】

表 2.2 は、砂防施設配置計画のうち、土砂生産抑制施設配置計画、土砂流送制御施設配置計画について、土砂生産・流送の場とその場で使われる砂防の工種について整理したものである。

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

表 2.2 主な砂防施設配置計画と砂防の工種

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

## 4.2 土砂生産抑制施設配置計画

### 4.2.1 総 説

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

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-178

#### 【解 説】

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

### 4.2.2 山腹保全工

#### 4.2.2.1 総 説

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

山腹工は山腹基礎工、山腹緑化工、山腹斜面補強工からなる。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-178

#### 【解 説】

崩壊地とは、山腹崩壊に起因した裸地などのことをいう。

とくしゃ地とは、全面的若しくは部分的に植生が消失若しくは衰退した山腹斜面などのことをいう。このような崩壊地やとくしゃ地からの恒常的な土砂生産は、洪水時に下流域での土砂災害をもたらすこととなるため、山腹保全工は、治水上砂防の観点からきわめて重要である。

山腹保全工による表層崩壊の発生・拡大を軽減する効果は、一般的に構造物においては基礎の範囲、植生においては根系の土壌緊縛力が及ぶ範囲であるといわれており、深層崩壊や地すべりに対する山腹保全工の効果の評価は今後の課題である。

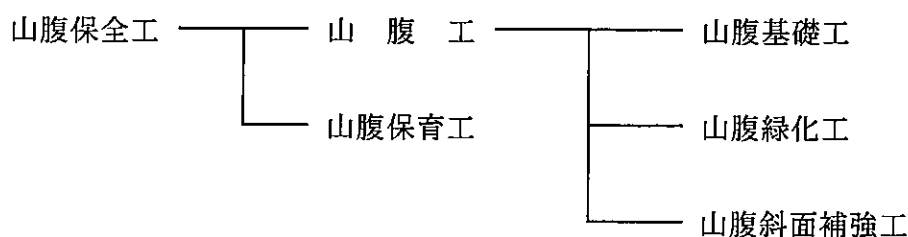


図 2.13 山腹保全工の体系図

#### 4.2.2.2 山腹工

山腹工は、①「山腹斜面の安定化や斜面の侵食防止を図る山腹基礎工」、②「崩壊地又はとくしゃ地において表面侵食や表層崩壊の発生又は拡大を防止又は軽減するため植生を導入して緑化を図る山腹緑化工」、③「崩壊地や崩壊のおそれのある山腹の斜面においてコンクリートのり枠工や鉄筋挿入工などを施工することにより、斜面そのものの崩壊抵抗力を高める山腹斜面補強工」に分けられ、これらを単独若しくは適切に組み合わせて施工することによって、土砂生産の抑制を図るものである。

計画に際しては、計画区域及びその周辺の地形、地質、土壌、気候、植生及び他の砂防設備との関連などを十分に調査し、適切な工種を選定するものとする。特に、導入植生の選定に当たっては、周辺植生などとの調和に十分配慮するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-179

#### 【解説】

##### (1) 山腹基礎工

山腹基礎工は、切土、盛土や谷止工などの構造物の設置により山腹斜面の安定を図るとともに、水路工などで、表面流による斜面などの侵食を防止することにより、施工対象地を将来山腹緑化工若しくは山腹斜面補強工を施工するための基礎作りを行うものである。

##### (2) 山腹緑化工

山腹緑化工は、施工対象地に植生を導入して緑化を図るものである。なお、山腹緑化工には、表土の移動を抑制するとともに植生を導入する柵工、積苗工、筋工などの工法も含まれる。導入植生の選定に当たっては、経年的な変化を考慮して、周辺植生との調和に十分配慮する。

##### (3) 山腹斜面補強工

山腹斜面補強工は、崩壊地や崩壊のおそれのある山腹において、斜面の安定化を早急に図る場合や山腹基礎工、山腹緑化工のみでは崩壊の発生防止、拡大の軽減が困難な場合に、山腹斜面にコンクリートのり枠工や鉄筋挿入工などにより、斜面そのものの崩壊抵抗力を高めるものである。

崩壊地などの急勾配な地形では、表土が頻繁に移動するために自然による植生の復旧が期待できない。そのような場合には、山腹基礎工を主体として斜面を安定させ表土の移動を抑制した後に、山腹緑化工を導入して緑化を図るのが一般的である。また保全対象に隣接するなど斜面の安定化を早急に図る必要がある場合には山腹斜面補強工が導入される。

とくしゃ地のように土壌が貧弱ではあるが、比較的緩勾配な地形のところでは、山腹緑化工が主体に計画される。

これらの工種は、一つの崩壊地などにおいて複合して用いることが多く、適切に組み合わせて計画される。溪流に隣接する侵食など土砂生産の著しい山腹においては、山腹基礎工として山脚固定を目的とする砂防堰堤を用いるなど、山腹工と砂防堰堤や溪流保全工を組み合わせる計画することがある。

#### 4.2.2.3 山腹保育工

山腹保育工は、山腹工施工後の山腹の斜面などにおいて、表面侵食や表層崩壊の発生又は拡大の防止又は軽減機能の増進を図るために、植生の適正な生育を促す保育などを行うものである。

計画に際しては、山腹工計画時の目標とその実施内容に応じて保育の方針を設定するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-179

##### 【解説】

山腹緑化工により導入された植生は、コンクリート構造物などと異なり、その効果を発揮するまでに時間を要することから、山腹工が適正に機能する植生状態になるまでの適切な保育の方針を設定することは重要である。

通常は、山腹緑化工により草本類や先駆性樹種(肥料木)の導入によってまず裸地斜面などを被覆して表土の移動・侵食の防止と森林の生育基盤の形成を図り、その後の山腹保育工などによって防災機能を高めつつ、周囲の植生と調和のとれた植物群落に育てていくことになる。

なお、山腹工施工地などの植生が周辺植生と著しく乖離している場合や、単一樹種となって病虫害に対する抵抗や砂防の効果として樹林帯の機能が期待できない場合などには一定の群落ができた段階で必要に応じ、山腹工の機能増進を図る樹種及び林層転換を行う場合がある。



### 4.2.3 砂防堰堤

土砂生産抑制施設としての砂防堰堤は、①「山脚固定による山腹の崩壊などの発生又は拡大の防止又は軽減」、②「溪床の縦侵食の防止又は軽減」あるいは③「溪床に堆積した不安定土砂の流出の防止又は軽減」を目的とした施設である。

計画に際しては、施設を設置する目的に応じて、施設の規模及び構造などを選定し計画するものとする。

土砂生産抑制施設としての砂防堰堤の設置位置は、砂防堰堤に期待する効果と、地形、地質、不安定土砂の状況を勘案し、①については原則として崩壊などのおそれがある山腹の直下流、②については原則として縦侵食域の直下流、③については原則として不安定な溪床堆積物の直下流に配置するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-180

#### 【解説】

土砂生産抑制施設配置計画における砂防堰堤は、土砂生産抑制の目的に加えて土砂流送制御も目的として計画される場合が多い。

山脚固定を目的とする砂防堰堤は、砂防堰堤の設置により上流側に土砂を堆積させ、この堆積土砂によって溪床を上昇させて山脚を固定し、山腹の崩壊などの予防及び拡大を防止する機能を有する。

縦侵食防止を目的とする砂防堰堤は、砂防堰堤の設置により上流側に土砂を堆積させて、溪床の縦侵食を防止する機能を有する。

溪床に堆積した不安定土砂の流出防止を目的とする砂防堰堤は、砂防堰堤の設置により不安定土砂の流出を防止する機能を有する。

縦侵食防止を目的とする砂防堰堤及び溪床に堆積した不安定土砂の流出防止を目的とする砂防堰堤は、河床変動計算や水理模型実験などを行って、砂防堰堤の規模を計画することができる。この場合、流量の時間変化、流砂量の時間変化、溪床に堆積した土砂の粒度分布など河床変動計算や水理模型実験などを行うために必要な条件を適切に設定する必要がある。砂防堰堤の設置については、構造物の安全、特に基礎の洗掘、袖部地山の流失防止のために、溪床及び溪岸に岩盤が存在する場所に計画することが望ましい。また、単独の砂防堰堤にするか、連続する低堰堤群にするかは、その地域の土砂生産形態の特性、施工、維持の難易により選定される。

砂防堰堤は、その形式、構造及び材料によって分類される。形式・構造・材料の選定に当たっては周辺環境や経済性などを基に検討する。

砂防堰堤の形式には、透過型と不透過型があり、構造には重力式、アーチ式などがある。また、材料にはコンクリート、鋼材、ソイルセメントなどがある。なお、土砂生産抑制施設としての砂防堰堤には、その地域の土砂生産形態、地形・地質条件、砂防堰堤に求められる機能等の観点から、透過型砂防堰堤が適さない場合があることに注意が必要である。

#### 4.2.4 床固工

床固工は、溪床の縦侵食防止、溪床堆積物の再移動防止により溪床を安定させるとともに、溪岸の侵食又は崩壊などの防止又は軽減を目的とした施設である。なお、床固工は、護岸工などの基礎の洗掘を防止し、保護する機能も有する。

床固工の配置位置は、次の事項を考慮して計画するものとする。

- ① 溪床低下のおそれのある箇所に計画する。
- ② 工作物の基礎を保護する目的の場合には、これらの工作物の下流部に計画する。
- ③ 溪岸の侵食、崩壊及び地すべりなどの箇所においては、原則としてその下流に計画する。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-181

##### 【解説】

床固工の高さは、通常の場合 5m 程度以下である。

また、床固工は、流水の掃流力などによる溪床の低下を防ぐとともに、不安定土砂の移動を防ぎ土石流などの発生を抑制する機能や溪床の低下の防止と溪床勾配の緩和、乱流防止により溪岸の侵食・崩壊を防止・軽減する機能を有する。

溪岸侵食・崩壊の発生箇所若しくは縦侵食の発生が問題となる区間の延長が長い場合には、床固工を複数基配置するなどを検討し、溪床・溪岸の安定を図る。

#### 4.2.5 帯工

帯工は縦侵食を防止するための施設である。

帯工は、単独床固工の下流及び床固工群の間隔が大きいところで、縦侵食の発生、あるいはそのおそれがあるところに計画する。

帯工の計画に際しては、その天端を計画される溪床高とし、落差を与えないことに留意するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-181

#### 4.2.6 護岸工

護岸工は、溪岸の侵食・崩壊などの防止を目的とした施設である。

護岸工は土砂の移動若しくは流水により、水衝部などの溪岸の侵食又は崩壊が発生し、あるいはそのおそれがあるところや山脚の固定あるいは侵食防止が必要なところに計画するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-181

##### 【解説】

護岸工は水際線の環境を単調なものとしてしまう可能性があるため、その施設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。

#### 4.2.7 溪流保全工

溪流保全工は、山間部の平地や扇状地を流下する溪流などにおいて、乱流・偏流を制御することにより、溪岸の侵食・崩壊などを防止するとともに、縦断勾配の規制により溪床・溪岸侵食などを防止することを目的とした施設である。溪流保全工は、床固工、帯工と護岸工、水制工などの組み合わせからなる。

溪流保全工は、多様な溪流空間、生態系の保全及び自然の土砂調節機能活用の観点から、拡幅部や狭さく部などの自然の地形などを活かし、必要に応じて床固工、帯工、水制工、護岸工などを配置するよう計画するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-182

##### 【解説】

溪流の溪床勾配は、流量すなわち流速及び水深と溪床の抵抗力によって定まる。したがって、床固工の上流溪床の計画溪床勾配は、これらを考慮して、侵食と堆積の発生状況を勘案のうえ定め、流出土砂の動的平衡勾配と静的平衡勾配を参考として設定する。また、溪流保全工を計画するに当たっては、自然の地形を活かしつつ必要な箇所のみならず砂防設備を適切に配置するよう計画する必要がある。なお、今回の改訂以前の河川砂防技術基準(案)において取り扱われていた流路工は、その目的、機能等から溪流保全工に包含されていることに留意する必要がある。

#### 4.3 土砂流送制御施設配置計画

##### 4.3.1 総説

土砂流送制御施設配置計画は、水系砂防計画及び土石流対策計画に基づき、土砂の流送区間において流出する土砂を制御することを目的として、砂防設備の配置について計画するものとする。

土砂流送制御施設配置計画の策定に当たっては、各施設の配置目的を明確にし、各施設の機能が有効に発揮されるように計画するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-182

##### 【解説】

土砂流送制御のための施設には、流出土砂の捕捉、調節などのための砂防堰堤や遊砂地などがある。

土砂流送制御施設配置計画は、土砂の流送区間において、これらの施設を適切に配置することにより策定される。

## 4.3.2 砂防堰堤

土砂流送制御施設としての砂防堰堤は、①「土砂の流出抑制あるいは調節」、②「土石流の捕捉あるいは減勢」を目的とした施設であり、その形式には、不透過型及び透過型がある。計画に際しては、施設を設置する目的に応じて、施設の形式、規模及び構造などを選定するものとする。土砂流送制御施設としての砂防堰堤の設置位置は、砂防堰堤に期待する効果と地形などを勘案し、狭窄部でその上流の谷幅が広がっているところや支川合流点直下流部などの効果的な場所に設置するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-183

## 【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ている場合が多い。

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。流出土砂の調整を目的とする砂防堰堤はこの機能を活用して、流出土砂の調整を行うものである。また、土砂調節を目的とする透過型砂防堰堤は、格子等により大粒径の石などを固定したり、洪水をせき上げることにより流出土砂量及びそのピーク流出土砂量を調節する。なお、透過型砂防堰堤は透過部断面より溪流の連続性を確保することができる。

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、溪床及び溪岸に岩盤が存在する場所に計画することが望ましい。また、単独の砂防堰堤にするか、連続する低堰堤群にするかは、その地域の土砂流送形態の特性、施工、維持の難易により選定される。

砂防堰堤の形式には、透過型と不透過型があり、構造には重力式、アーチ式などがある。また、材料にはコンクリート、鋼材、ソイルセメントなどがある。

なお、原則として透過型砂防堰堤は、山脚固定の機能を必要とする場所には配置しない。

### 4.3.3 床固工

本章第4節 4.2.4 (p5-139) を参照

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-183

### 4.3.4 帯工

本章第4節 4.2.5 (p5-139) を参照

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-184

### 4.3.5 水制工

水制工は、流水の流向を制御したり、流路幅を限定することにより、溪岸の侵食・崩壊を防止する施設である。なお、水制工は流勢を緩和して土砂の堆積を図り、溪岸を保護する機能も有する。

水制工は、原則として溪流の下流部、あるいは砂礫円錐地帯、扇状地などの乱流区間で、溪床勾配が急でないところに計画するものとする。ただし、溪流上流部においても、流水の衝撃に起因する崩壊の拡大などを防止するため、必要な場合には崩壊地の脚部などに設けるものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-184

#### 【解説】

崩壊の脚部など、片岸に水制を設ける場合には、対岸が水衝部となることが多いので対岸の状況などに留意する必要がある。

### 4.3.6 護岸工

本章第4節 4.2.6 (p5-139) を参照

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-184

#### 4.3.7 遊砂地工

遊砂地工は、掘削などにより溪流の一部を拡大して土砂などを堆積させることで、流送土砂の制御を行う施設である。遊砂地工は、一般に谷の出口より下流側において土砂を堆積する空間を確保できる区域に設置するものとする。また、遊砂地工は、上流に砂防堰堤、下流に床固工などを配置するほか、低水路、導流堤、砂防樹林帯などを適切に組み合わせて計画するものとする。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-184

##### 【解説】

流木が遊砂地工から流出するおそれがある場合は、下流端の床固工を流木捕捉機能を備えた構造とするなど流木対策施設の配置を検討するものとする。

除石を行うことにより、土砂流出制御機能を見込む場合には一般的に砂溜工という。

#### 4.3.8 溪流保全工

本章 4.2.7 (p5-140) を参照

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-184

#### 4.3.9 導流工

導流工は、土石流などが氾濫して保全対象を直撃することがないように、土石流などを安全に下流域に導流する施設である。土石流などは保全対象の上流側において捕捉・堆積することが原則であるが、地形条件などによりそれにより難しく、下流域に安全に土石流を堆積させることができる空間がある場合には導流工を計画するものとする。導流工は原則として掘り込み方式とし、土石流などの捕捉のための砂防堰堤又は遊砂地工を設けた後、その下流側に接続し、土石流などを安全に堆積させることができる空間に導流するように計画するものとする。

なお、現地条件により掘り込み方式とすることが困難な場合には、土石流などの流向を制御し安全に下流域に導流するため、導流堤を設置することができる。

河川砂防技術基準 同解説 計画編 H17.11 国土交通省 P-185

##### 【解説】

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

なお、計画の土石流が上流側で十分処理される場合は通常の溪流保全工を計画する。

## 4.4 砂防堰堤の型式

### 4.4.1 堰堤型式の選定

堰堤の型式には、重力式コンクリート堰堤、アーチ式コンクリート堰堤等があり、その選定にあたっては、地形、地質等の自然条件、施工条件、地域条件等を考慮するものとする。

#### 【解説】

砂防堰堤の型式は、堰堤が果たす目的を考慮し、その機能を十分に発揮し、かつ、安全性および経済性の面からも適合するよう選定するものとする。

ダム高の低い堰堤の型式の選定は、経済性の面からみて地形、地質には大きく左右されないのが通常で、むしろ施工面の難易、地域条件等によって決定される場合が多い。

ダム高の高い堰堤の型式は、主として堰堤計画位置の地形、地質、河状、気象等の自然条件や資材確保の難易、運搬手段、運搬能力等の地域条件によって左右されるが、規模、工期、労働力等の施工条件によっても影響を受ける。

#### (1) コンクリート堰堤

##### 1) 地形

堰堤型式の選定は、地形により大きく左右される。谷幅が狭く上流にポケットのある所は一般に堰堤の適地であり、重力式コンクリート堰堤は、現在も多く建設されている型式で、地形的に制約の少ない型式である。

アーチ式コンクリート堰堤は、荷重をアーチ作用により側方の岩盤に伝えるため、アーチ推力を安全に支持するアバットメントが必要であり、地質の良否に左右される。

また、アーチ式コンクリート堰堤は、谷幅が狭いほど有利で、地質的条件に恵まれている場合には、谷幅が高さの3倍程度までは重力式コンクリート堰堤よりも経済的となることが多い。

##### 2) 地質(基礎)

一般に岩盤基礎は、せん断摩擦抵抗や支持力およ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。特に堅固な岩盤であり、かつ、地形的に許せばアーチ式コンクリート堰堤が有利である。

砂礫基礎は、重力式コンクリート堰堤を選定するのが普通である。

土砂基礎は、一般に堰堤には適さないが、特殊な基礎処理を行うことにより可能となる場合もある。

##### 1) 河状

洪水時に異常な土砂を流出する恐れのある箇所や土石流の頻発する恐れのある箇所では、地形、地質的に問題がなくとも、アーチ式コンクリート堰堤は避けることが望ましい。

## (2) その他の堰堤

鋼製堰堤、枠ダム等の堰堤については、堰堤型式の特徴を十分考慮し、機能、安定性を確かめた上で選定する必要がある。特にこれらの堰堤は、堰堤計画位置の地形、地質および地すべり地、軟弱地盤等の特殊な地盤条件並びに資材確保の難易、運搬手段、工期等に左右される場合が多い。

### 4.4.2 位置

#### 4.4.2.1 一般

堰堤計画箇所は、河床およ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および両岸侵食による破壊防止のため、河床および両岸に岩盤のある箇所、ならびに工費などの関係から、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などでは、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。河床に岩盤のない場合は、その河床の状況に応じて水叩き、あるいは副堤を計画して、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、副堤垂直壁直下流の洗掘などを十分考慮して計画する必要がある。

#### 4.4.2.2 位置選定

堰堤を計画する場合、支川の合流点付近においては、一般に両方の河川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】

支川の合流がある場合には、本川および支川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、本川および支川の一方が荒廃しているような場合には、荒廃河川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。



#### 4.4.2.3 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1つの堰堤の計画堆砂線が現河床と交差する点を上流堰堤の計画位置とする。

##### 【解説】

荒廃河川において、縦侵食または、横侵食が著しい区域、あるいは河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(現河床勾配の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初めて順次計画勾配線を引いていくと計画位置は自ら決まるが、その位置の堰堤設置地点としての適否、基礎根入などを考える必要がある。

#### 4.4.2.4 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。フローティング堰堤は、高さ15m未満であることを原則とする。

##### 【解説】

高堰堤を計画する場合、基礎の地質調査、例えば、地質の良否、支持力など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、良好な堰堤設置地点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チングなど)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ものとする。

#### 4.4.3 方 向

##### 4.4.3.1 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ため、堰堤の方向は水通し中心点において計画箇所下流の流水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、すなわち、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水線に直角に設定した線が堰堤の方向である。

堰堤の計画箇所が、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、副堰を計画し、副堰の方向を下流の流心線に直角に定めればよい。この際、本堰堤の基礎に岩盤があっても副堰による方向修正の必要がある場合が多い。

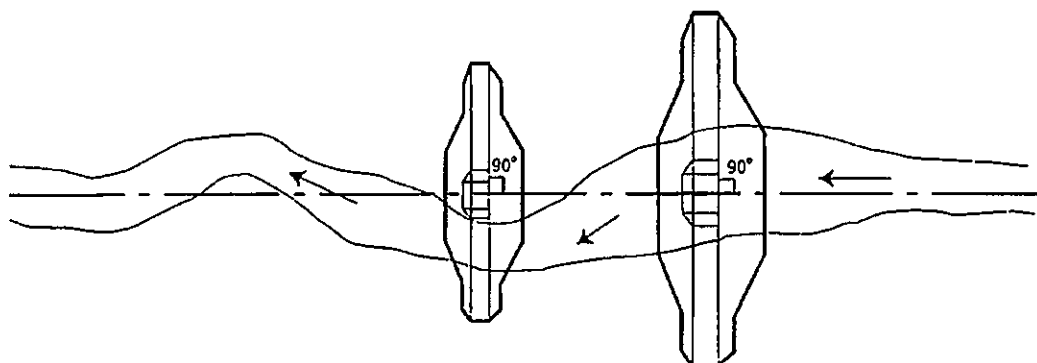


図 2.14 主堰堤・副堰の方向

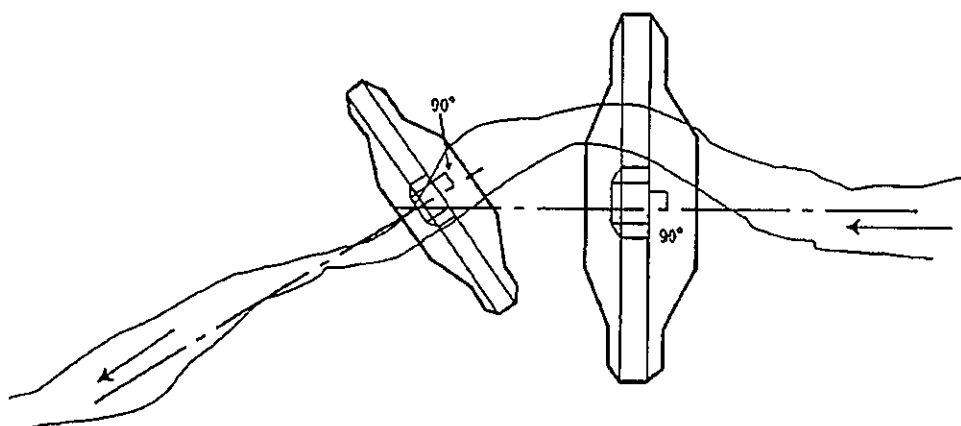


図 2.15 副堰による流下方向の修正

#### 4. 4. 3. 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水線上に定めるものとする。

## 4.5 床固工

### 4.5.1 位置

#### 4.5.1.1 一般

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。

- (1) 河床低下の恐れの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) 河岸の決壊、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。

#### 【解説】

床固工は、縦侵食を防止して河床を安定させるものである。

特に、工作物の破壊する原因が基礎の洗掘である場合、また、河岸の決壊、崩壊および地すべりなどが縦侵食などにより、あるいは、縦侵食と横侵食の両作用によって起こる場合は、当然それらの下流に設置すべきもので、この際、工作物および崩壊などの延長が長く、したがって、洗掘区間の長い場合の床固工は、1基では不足で、数基を階段状に設ける必要がある。

#### 4.5.1.2 位置の選定

床固工の位置は、次の条件を考慮して選定する。

- (1) 河道の屈曲部においては、屈曲区間を避けて、その下流に計画するのがよい。
- (2) 河道の幅員が広く、乱流のはなはだしい箇所に設けて整流を行う。

#### 【解説】

河道の屈曲部の下流部とか河床幅の大なる区間は、乱流となりやすい。ここに設ける床固は、水流の方向を修正して曲流による洗掘を防止あるいは緩和するもので、流路整地の効果をあげるため、河状に応じて階段状に床固工群を計画する場合が多い。

## 4.5.2 方向

1. 床固工の方向は、原則として計画箇所下流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の流心線に直角とし、各床固め水通しの中心点は、その直上流の床固め水通しの中心点における流心線上に定めるものとする。

【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あたっては、水通しの幅一杯に越流する洪水流が、床固工上下流部兩岸、あるいはそこにある工作物に衝撃を与え、害をおよ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工の水通し中心点があるよう各床固工の水通し位置を定めるものとする。

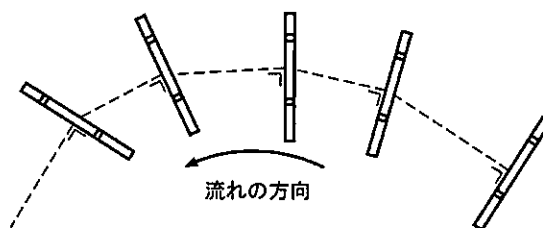


図 2.16 床固工の方向

### 4.5.3 高さ

#### 4.5.3.1 一般

1. 床固工の高さは、通常の場合 5m 程度以下とし、水叩きおよび垂直壁を設ける時も落差 3.5~4.5m が限度である。
2. 床固工の高さ（水叩きおよび垂直壁を設置する場合を含む）が、5m 程度以上を必要とする場合および床固工を長区間にわたって設ける必要のある場合は、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河床を安定あるいは維持し、さらに、工作物基礎の洗掘を防止するのが目的であるから、高さを規定することは困難であるが、5m 程度以下が普通で高いものを必要としない。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河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。

#### 4.5.3.2 帯工

単独床固工の下流およ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、施工の高さは、その天端を河床と同高とし、床固工の形成する安定勾配または、計画河床勾配の線に沿って計画するものである。

#### 4.5.4 河床勾配

##### 4.5.4.1 一般

1. 床固工は、一般に河道の上流部が安定している場合の、あるいは荒廃していても砂防工事の進行した後の下流部において侵食が行われる所に計画するもので、床固工によって新しく河床勾配が形成されることが多い。
2. 床固工によって形成される河床勾配は、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ことに注目すべきである。

##### 【解説】

溪流の上流部が荒廃している時は、盛んに砂礫が流送されて下流部河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すぎるか、または、その必要がない。

このような場合は、まず上流部に砂防工事を施工する。上流部が荒廃していない場合には、下流部に縦侵食が起こって床固工の必要が生じてくる。すなわち、上流から土砂の流送が全くないかまたは、わずかの場合に縦侵食が行われるから、この部分に設ける床固の上流には現勾配と異なった河床勾配が形成され、しかも上流部の状態がよければよいほど、また、砂防工事が進行すればするほど、形成される勾配も小さな値をとるものである。

#### 4.5.4.2 計画勾配

1. 河道の河床勾配は、流量すなわち流速および水深と河床の抵抗力によって定まるもので、したがって、床固工の上流河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定めなければならない。
2. 床固工下流のり先は越流水流によって深掘され、河床が低下するから、階段状床固工群間の計画勾配決定にあたっては、特に、この点に注意を要する。
3. 階段状床固工群において、基礎は下流床固工の計画河床勾配線以下に根入れをしなければならない。

#### 【解説】

床固工の計画勾配は、現河床勾配の  $1/2$  程度を目途として計画する。

一般に階段状床固工においては、下流床固工の計画縦断線が旧河床勾配と交わる点の2倍の位置を上流床固工の計画位置とする。

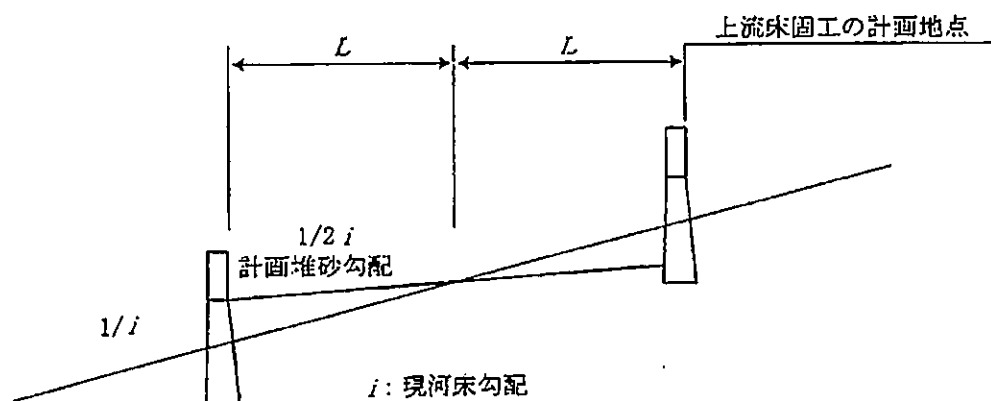


図 2.17 階段状床固工の計画勾配

#### 4.5.4.3 階段状床固工

階段状床固工群施工区間においては、河床勾配の屈折と曲流部の深掘によって起こる河床勾配の局部的変動に注意しなければならない。

#### 【解説】

河道の河床勾配は、下流になるにしたがって緩やかとなるのが普通で、これによるはつ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河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、これが河床勾配に与える変動を検討する必要がある。

## 4.6 護岸

### 4.6.1 位置

#### 4.6.1.1 選定 I

河道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河岸山腹の崩壊の増大または、崩壊の恐れがある場合、この部分に護岸工を計画するものとする。

#### 【解説】

山腹の横侵食を防止して崩壊しやすい河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1方法であるが、導流護岸または、流路の変更を図って、これら危険な箇所に直接水流が激突するのを避ける方法が良策である場合が多い(図 2.18 参照)。

ただし、流路の付替えは短区間内の場合が適切であって、長区間にわたり付け替えた流路が直線に近付くとかえって河床勾配が急となって流速が増すため注意を要する。

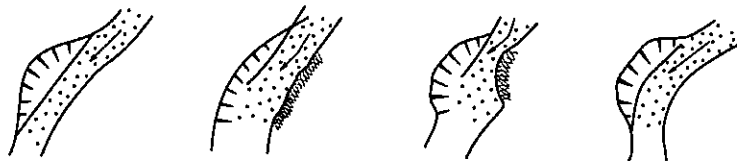


図 2.18 護岸工の位置

#### 4.6.1.2 選定 II

河道下流部の土砂堆積地、耕地および住宅地などの区域において、河岸の決壊、もしくはその恐れがある場合は、護岸工を計画するものとする。

#### 【解説】

河道の下流部は、上流に比べれば河床勾配は緩であっても一般河川に比べればなお急であって、屈曲部はもちろん直流部においても河岸が決壊しやすく、これを保護するため護岸工を必要とする。しかも、この地域の決壊は長区間にわたり、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ことから、護岸工も両岸に施工する必要がある場合が多い。

#### 4.6.1.3 選定 III

河岸の決壊や崩壊防止のために、床固工や堰堤工のほかに、山脚の根固として護岸工を必要とする場合が多い。

##### 【解説】

河道の屈曲部などにおいて、水流の衝突によって凹部に決壊または崩壊の起こる場合、縦侵食と横侵食が相関連して作用するのが普通であることから、崩壊箇所の下流部に床固あるいは堰堤を計画するが、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は、床固または、堰堤上流部の崩壊の脚部に護岸工を計画して決壊または、崩壊を防ぐ必要がある。

#### 4.6.2 種類の選定

一般の河道においては、コンクリート護岸工、コンクリートブロック護岸工、または石積護岸工を計画する。ただし、石積護岸工およびコンクリートブロック護岸工を用いる場合は、練積とする。空積護岸は、一般に河道には不適當である。

##### 【解説】

一般に河道は、流速が大きいため容易に基礎が洗掘され、また水流が土砂および転石を含むことが多く護岸の受ける衝撃も大きいことから、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または、石積みによらなければならない。コンクリートブロックおよび石積みには胴込めコンクリートを用い、さらに、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。



### 4.6.3 高さ

#### 4.6.3.1 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を原則とする。
2. 河道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、跳水などによる一時的な水位上昇、流木など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河道（一般に河床勾配1/100以上）においては、特に、流木、巨礫など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。

河道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を生じ、凹岸は凸岸に比べて水位が上昇するものであるから、凹部の河岸は特に護岸を強固に施工する必要があるばかりでなく、天端高を高める必要がある。

#### 4.6.3.2 堰堤などへの取付け

堰堤および床固工上流に計画する護岸工天端は、堰堤および床固工の袖天端と同高または、それ以上の高さに取り付けなければならない

#### 【解説】

堰堤工および床固工の袖高は、水通しにおける計画高水位以上にとってあるから、この天端と同高または、それ以上に護岸工の天端を取り付けることが必要であって、これを怠ると、洪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。同時に堰堤およ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り付け、水流に対する突出を避けなければならない。

#### 4.6.4 河床勾配

1. 護岸工施工区間の河床勾配については、本章4.5.4(p5-150)および本章4.8.4(p5-159)に準ずる。
2. 河道曲線部の凹岸および水衝部に護岸工を施工する時は、施工前に比べて護岸寄りの河床が洗掘されやすく、河道の横断面と河床勾配に変化を与えるから注意を要する。

##### 【解説】

河床勾配、特に計画河床勾配は、護岸工の天端およ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ことから、本章4.5.4(p5-150)および本章4.8.4(p5-159)を参照して慎重に検討しなければならない。

次に、河道の曲流部および乱流部分において、流路の凸部には土砂が堆積し、反対に凹部は河床が洗掘される傾向があり、その程度は流速が増すにしたがって大きく、護岸施工区間の横断面と河床縦断勾配が計画と相違してくることから予め検討するものとする。

#### 4.7 水制工

##### 4.7.1 位置

###### 4.7.1.1 一般

1. 水制工は、一般に河道の下流部または、砂礫円錐地帯の河床幅が大で河床勾配の急でない箇所に計画する。
2. 直線に近い区域で兩岸に水制を計画する場合は、水制の頭部を対立させ、その中心線の延長が中央で交わるように位置を定める。

##### 【解説】

水制工では、一般に河道の下流部、あるいは砂礫円錐地帯の乱流区域に計画することが多く、かかる区域では左右兩岸対象の位置に計画して、各水制頭部間の新水路河床を水流で低下させ、同時に水制間に土砂を堆積させ、流路が固定するにおよんで水頭部を導流工あるいは護岸工で連結させ、整地を完了する。

#### 4.7.1.2 水衝部

河道上流部においても、河道沿いの水流の衝撃に起因する崩壊の脚部などに水制を設け、水流を遠ざけて崩壊の増大を阻止する。

##### 【解説】

荒廃河道の上流部においては、水制工を計画することはまれであるが、有利な場合が相当ある。

すなわち、短区間の崩壊地においては、崩壊の上流端に下向き非越流水制を1つ計画し、水流を崩壊の脚より遠ざけることによって、崩壊の増大を防止することができる。また、崩壊地が長区間にわたる場合は、多数の非越流水制を計画する。一般に崩壊箇所に対しては、片岸のみ計画する場合が多い。

#### 4.7.2 方 向

河道においては、上向き水制が有利であるが、普通は直角水制を用いることが多い。流線または、その接線に対して $70^{\circ}$ ～ $90^{\circ}$ の間の角度が適当である。

##### 【解説】

直角水制については、水制間の中央に土砂の堆積を生じ、頭部における河床の洗掘は比較的弱く、下向き水制においては水制間の砂礫堆積は直角水制より少なく、また頭部の洗掘は最も弱い。上向き水制の場合は水制間の砂礫の堆積は溪岸や水制に沿い、前2者よりもはるかに多いが、頭部の洗掘作用は最も強い。溪流において水流が水制を越流する場合、直角水制においては偏流を生ずることはないが、下向き水制では岸に向かって偏流し、上向き水制では河道の中心に向かって偏流する。したがって、一般には、越流下向き水制ではできる限り避けるものとする。

## 4.8 溪流保全工

### 4.8.1 計画条件

#### 4.8.1.1 一般

溪流保全工は、一般に床固工と護岸工とを併用して計画することを原則とする。

#### 4.8.1.2 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、しゃ水機能をも有するよう袖のかん入などは十分考慮して計画することが必要である。

#### 4.8.1.3 溪床

溪流保全工は、原則として底を張らない構造とする。ただし、溪流保全工を計画する区間において、その溪床を構成する粒径に対する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護床ブロック張などを検討するものとする

##### 【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。溪床勾配などで、溪床の抵抗力より掃流力がまさる場合においても、勾配緩和など計画段階で検討し、できるだけ三面張りは避けること。しかし、勾配緩和や河幅拡大などを考慮しても、なおかつ掃流力のほうが溪床の抵抗力より大なる場合には、護床ブロック張などを検討するものとする。

#### 4.8.1.4 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】

溪流保全工の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およぼさないために、勾配の変化点には床固工を施工し、落差を設けることが原則である。

また、1つの勾配がかなり長い距離で続く場合、中間における護岸の基礎洗掘を防ぐ意味で、中間に帯工を設ける。この帯工の間隔は通常、その勾配を表す分数の分母の数を距離に読み替えた程度を原則とする。

#### 4.8.1.5 水利

扇状地に溪流保全工を計画する場合、地下水、伏流水など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。

##### 【解説】

三面張りおよび掘込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、地下水がしゃ断され、あるいは水位が低下し、流域周辺の水利用（湧水、揚水など）に著しく影響を及ぼすことがあるため、予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、河川砂防技術指針（案）調査編 H9.10 第7章地下水調査、第10章地すべり調査、第11章急傾斜地調査を参考する。

#### 4.8.2 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原則として50%以上（土砂生産抑制、流出土砂抑制・捕捉量を含める）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はなはだしく、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など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施設ができた後に着手することが原則である。

### 4.8.3 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が、土地利用の盛んな溪流の下流部およ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。その際においても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。

流保全工最下流部が河川もしくは海に流入する際、河川の背水位および潮位については、河川砂防技術指針 計画編 河川施設配置計画 第2-1章 1.2 計画高水位 (p127) を参考する。

### 4.8.4 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】

勾配の変化をあまり急激に行うと、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、勾配の変化点においては、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ならびに水深を決めるのが望ましい。

### 4.8.5 構造

#### 4.8.5.1 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、内側よりも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、本章4.6.3 (p5-154) 護岸工の高さの項を参照されたい。

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など洗掘に対処する構造を計画する。

#### 4.8.5.2 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、その間の結合は副堤または、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、特に低堰堤を除いて、水理学上の堰の公式によって計算するものとし、溪流保全工の開水路による計算断面とのすり付けは、副堤または、垂直壁より下流で調整するものとする。

ただし、堰堤の副堤または、垂直壁に溪流保全工を取り付ける場合は、超過流出土砂が堰堤に安全に貯留されることが必要条件であり、堰堤自体が調節効果、縦横侵食防止などの目的を持つ場合（本章4.2.3（p5-138））であれば、そのような堰堤と溪流保全工の直結は、土砂害をまね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。

#### 4.8.5.3 底張部の末端処理

三面張りの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、吸出し防止を図るものとする。

##### 【解説】

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場合、溪床に深掘れが生ずる恐れがある場合がある。この場合には両者の流速、勾配、水深などを考慮して、必要とあればブロックなどによる護床工・減勢工を施工して、河床の維持流速の調整を図るものとする。

#### 4.8.5.4 掘込方式の原則

溪流保全工においては、掘込方式を採ることを原則とし、築堤工は本川との取付部分などに限るものとする。

##### 【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、決壊などの危険性が高く、また、いったん破堤した場合の被害が著しいので、できる限り築堤方式を避け、掘込み式とし、安全性を高める工法を採用すべきである。

#### 4.8.5.5 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。河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、河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。

#### 4.8.5.6 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。そのため最小限、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、遊林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。

さらに自然の拡幅部は、不慮の土砂流出に備え、遊砂地として利用することが望ましい。



## 4.9 山腹工

### 4.9.1 工種の選定および配置

山腹工の計画にあたっては、計画対象地域の地形、地質、土壌、気象および山脚固定堰堤との関連などを十分調査し、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、組合わ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および配置であり、このために現地の地形、地質、土壌、気象など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、地帯分類別留意点は表 2.3 のとおりである。

表 2.3 地帯分類別の留意点

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、柵工などを併用する。
凍土地帯	溪流工事を十分行い、山腹工は階段切付けを避け、伏工、柵工などを行う。
多雨破碎帯	溪流工事に重点を置き、山腹工は排水工を十分に行う。
多雨三・四紀層地帯	溪流工事は少なくし、低い谷止め、護岸などを設置する。山腹工は排水工を主とし、伏工などは、なるべく簡易化する。
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。
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、軽いものおよ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。

#### 4.9.2 谷止工

谷止工は、とくしゃ地およ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、構造ならびに断面計算は、本章4.4.3 (p5-146) および、第3編第1章1.2 (p.3-3) によるものとする。

#### 4.9.3 のり切工

のり切工は、とくしゃ地および崩壊地斜面の全部あるいは一部が急な場合は、その急な部分および起伏の多い斜面について計画するものとする。のり切工は、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。

#### 4.9.4 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および他の工作物の基礎となるような箇所に計画するものとする。

位置および高さは、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、温度変化など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。やむを得ず地盤の軟弱な箇所に設ける場合は、基礎処理を行わなければならない。

#### 4.9.5 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および、暗渠工によって集水された水を表流水とする必要の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うるよう十分余裕をもった断面とするものとする。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などで固定しなければならない。

#### 4.9.6 暗渠工

地下水が多く、再崩壊の恐れが多い箇所およびのり切土砂を大量に堆積せざるを得ない箇所には、暗渠工を計画する。

暗渠工は、地下水を最も容易に集水し、排水できる位置に計画する。構造は、地下水の量、地盤の良否などを考慮して決定する。

#### 4.9.7 柵工

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

#### 4.9.8 積苗工

積苗工は、地山が露出した寡雨、乾燥の激しい箇所に計画する。

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

#### 4.9.9 筋工

筋工は、比較的表土の深い地味良好な箇所または、崩壊地の地山部に雨水の分散と山腹斜面侵食防止および植生の早期導入を図ることを目的として計画する。

筋工の配置は、斜面勾配、筋工の種別などによって決める。

#### 4.9.10 伏工

伏工は、土質が軽しうで、かつ、そのまま放置した場合は、雨、凍上、霜柱および風など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、乾燥などを防ぐ場合に計画する。

#### 4.9.11 実播工

実播工は、斜面長が短く、かつ緩やかで土壌条件の良好な箇所に単独または、他の工種と併用し、早期に緑化することを目的として計画する。

#### 4.9.12 植栽工

植栽工は、とくしや地および崩壊地を早期に緑化することを目的として計画する。  
樹種の選定は、適地、適木を原則として、次の条件に適合するものとし、土壌条件の悪い箇所では、原則として2~4種類組み合わせるものとする。

- (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、虫害などに対して適応性、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) 土砂堆積地区などの土壌条件の比較的良好な地区では1ha当たり3,000~5,000本。
- (2) 地山露出地区では、1ha当たり8,000~12,000本。

植栽にあたっては、原則として施肥を計画するものとする。