

土砂災害防止法

特定開発行為許可マニュアル (技術編) (土石流)

令和4年3月

千葉県県土整備部河川環境課

**土砂災害防止法
特定開発行為許可マニュアル
(技術編) (土石流)**

—— 目 次 ——

1.	対策工事等に関する基本的留意事項	1
2.	対策工事等の計画	4
2.1	土砂災害の防止	4
2.2	対策工事等の周辺への影響	12
2.3	対策工事以外の特定開発行為に関する工事	14
2.4	土石流対策施設計画	16
2.5	対策施設の効果評価に関する考え方	21
2.6	対策施設の維持管理	28
3.	砂防堰堤等の設計外力の設定	29
3.1	設計諸定数	29
3.2	設計外力の設定	31
4.	山腹工の設計	41
5.	砂防堰堤の設計	42
6.	床固工の設計	44
7.	土石流を開発区域外に導流させるための施設の設計	45
7.1	土石流導流工(溪流保全工)	45
7.2	土石流流向制御工	48
8.	高さ2mを超える擁壁の設計	49
9.	対策工事等による警戒区域等の範囲の確認	52
10.	チェックリスト(土石流)	53

1. 対策工事等に関する基本的留意事項

法律

(許可の基準)

第 12 条 都道府県知事は、第 10 条第 1 項の許可の申請があったときは、前条第 1 項第 3 号及び第 4 号に規定する工事（以下「対策工事等」という。）の計画が、特定予定建築物における土砂災害を防止するために必要な措置を政令で定める技術的基準に従い講じたものであり、かつ、その申請の手続がこの法律又はこの法律に基づく命令の規定に違反していないと認めるときは、その許可をしなければならない。

施行令

(対策工事等の計画の技術的基準)

第 7 条 法第 12 条の政令で定める技術的基準は、次のとおりとする。

- 一 対策工事の計画は、対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物における土砂災害を防止するものであるとともに、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。
- 二 対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画は、対策工事の計画と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。
- 三 ー 略 ー
- 四 土砂災害の発生原因が土石流である場合にあつては、対策工事の計画は、土石流を特定予定建築物の敷地に到達させることのないよう、次のイからニまでに掲げる施設の設置の全部又は一部を当該イからニまでに定める基準に従い行うものであること。
 - イ 山腹工 山腹の表層の風化その他の侵食を防止すること等により当該山腹の安定性を向上する機能を有する構造であること。
 - ロ えん堤 土石流により流下する土石等を堆積することにより溪床を安定する機能を有し、かつ、土圧、水圧、自重及び土石流により当該えん堤に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造であること。
 - ハ 床固 溪流の土石等の移動を防止することにより溪床を安定する機能を有し、かつ、土圧、水圧、自重及び土石流により当該床固に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造であること。
 - ニ 土石流を開発区域外に導流するための施設 その断面及び勾配が当該施設を設置する地点において流下する土石流を開発区域外に安全に導流することができる構造であること。
- 五 ー 略 ー
- 六 対策工事の計画及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画において定める高さが 2 メートルを超える擁壁については、建築基準法施行令（昭和 25 年政令第 338 号）第 142 条（同令第 7 章の 8 の準用に関する部分を除く。）に定めるところによるものであること。

【解説】

この技術基準は、土砂災害防止法の特定開発行為の許可に限られ、他法令の許認可を要する場合は、それぞれの法令に基づく技術基準をも満たすよう計画する必要があるので、留意を要する。

法第 12 条には、特定開発行為を許可する基準として以下の 2 つの工事を政令第 7 条に従って計画することが規定されている。

- ① 土石流による土砂災害を防止する対策工事
- ② 対策工事以外の特定開発行為に関する工事

特定開発行為の許可は、これら 2 つの工事の計画（設計）が政令第 7 条の技術的基準に適合しているかどうかの観点から審査する。許可されない場合、これら 2 つの工事を着工することができない。着工後、工事が完了した際には、同様にその工事が政令第 7 条の技術的基準に適合しているかどうか検査する。検査に合格しない場合、特定予定建築物を建築することができない。審査及び検査の際の主な着眼点は以下のとおりである。

（１）対策工事全般

- 1) 対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物の敷地に土石等を到達させることのないよう計画されているか。複数の工事又は施設を組み合わせた場合も同様に、対策工事が全体として、対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物の敷地に土石等が到達させることのないように計画されているか。
- 2) 対策工事に係る開発区域及びその周辺の地域における土砂災害のおそれを大きくさせてないか。

（２）対策工事以外の特定開発行為に関する工事全般

- 1) 対策工事の計画と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくさせてないか。
- 2) 対策工事による施設の機能を妨げていないか。

（３）山腹工

- 1) 山腹工は荒廃した山腹の表土の風化その他の侵食を防止し、当該山腹の安定性を向上させる機能を有するものであるか。

（４）砂防堰堤及び床固工

- 1) 土石流の発生のおそれのある溪流の土石等の状況等を勘案して、溪床を安定させるために適切な位置に設置されているか。

- 2) 施設の設置位置において想定される土石等の量を考慮して、適切な施設の規模となっているか。
- 3) 土圧、水圧、自重及び土石流により当該砂防堰堤及び床固工に作用することが想定される土石流の流体力を考慮して損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造となっているか。
- 4) 将来に渡って機能が維持できるか。
 - ア 適切な維持管理計画がなされているか。
 - イ 管理用道路等の維持管理に必要な施設が計画されているか。

(5) 土石流を開発区域外に導流するための施設の設置

- 1) 特定予定建築物の敷地に土石等が到達させることのないように計画されているか。
- 2) 土石流を安全に開発区域外に導流させることができる断面及び勾配を有する構造となっているか。

2. 対策工事等の計画

土石流の対策工事の計画は、「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)」によるものとする。

2.1 土砂災害の防止

対策工事の計画は、対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物における土砂災害を防止するものであること。

その対策工事は「山腹工」、「床固工」、「砂防堰堤」、「土石流を開発区域外に導流するための施設」に区別され、これらのうちどれか、又は、これらを組み合わせた対策工事によって特定予定建築物の敷地に土石等が到達させることのないようにするものとする。

【解説】

(1) 特定予定建築物における土砂災害の防止

特定予定建築物における土砂災害を防止することが対策工事の目的である。特定開発行為に関する工事では、対策工事以外の工事も対策工事に近接して施工されることが多く、特定予定建築物における土砂災害の防止に無関係とはいいきれない。そのため、特定予定建築物における土砂災害の防止に対しては、対策工事及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の両者を総合的に評価する必要がある。

特定予定建築物における土砂災害を防止するために自ら施工しようとする工事（対策工事＝A）と対策工事以外の特定開発行為に関する工事（対策工事以外の工事＝B）の相互の関係は以下のとおりとなる。

1) 対策工事(A)が対策工事以外の工事(B)に悪影響を与える場合（図2.1）

土石流を導流する目的で流下断面を確保するために行った嵩上げを、特定予定建築物の敷地のみに(A)として実施した場合に、隣接した(B)を行ったエリアにおいて土石流による被災の恐れが増大する場合。

2) 対策工事(A)が対策工事以外の工事(B)に効果を与える場合（図2.2）

砂防堰堤を(A)として整備したところ、隣接して開発(B)を行ったエリアにおいても土石流による被災の恐れがなくなる場合。

3) 対策工事以外の工事(B)が対策工事(A)に悪影響を与える場合（図2.3）

開発区域内の特定予定建築物を建設する予定地の直上流に大規模な盛土(B)が造成されることによって、土石流の流下方向が変化し、予定していた導流施設へ土石流が流下しない場合。

4) 対策工事以外の工事(B)が対策工事(A)に効果を与える場合 (図2.4)

一団の開発区域全体を嵩上げ(B)することにより一定量の土石流を導流することが可能になり、当初予定した砂防堰堤の規模を減じることが可能となる場合。

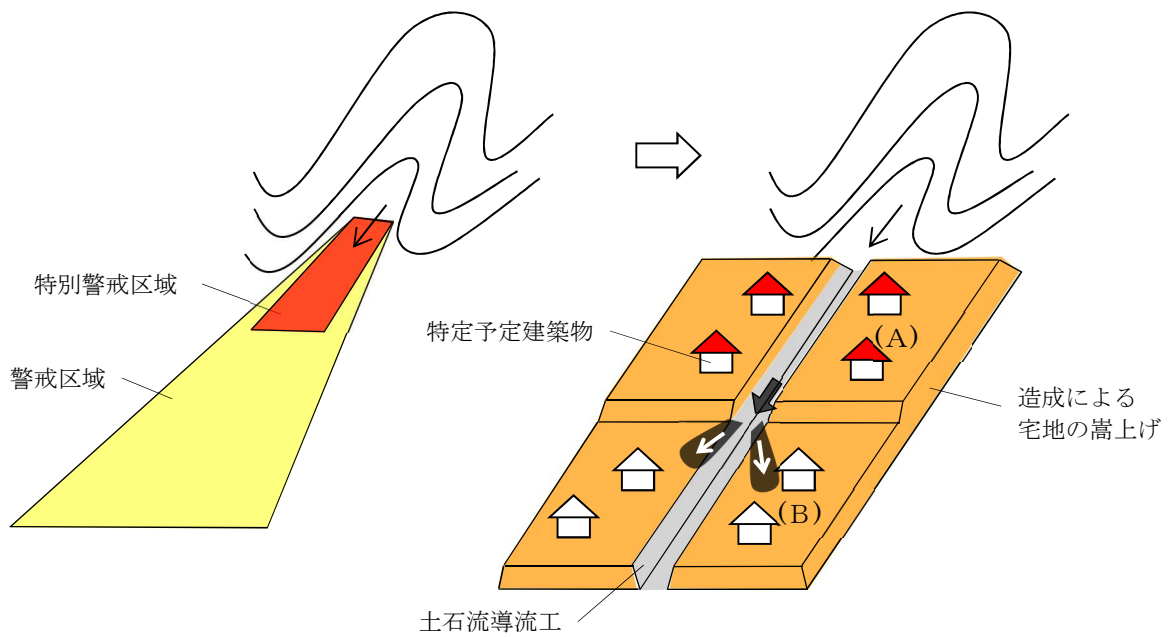


図2.1 対策工事が対策工事以外の工事に悪影響を与える例

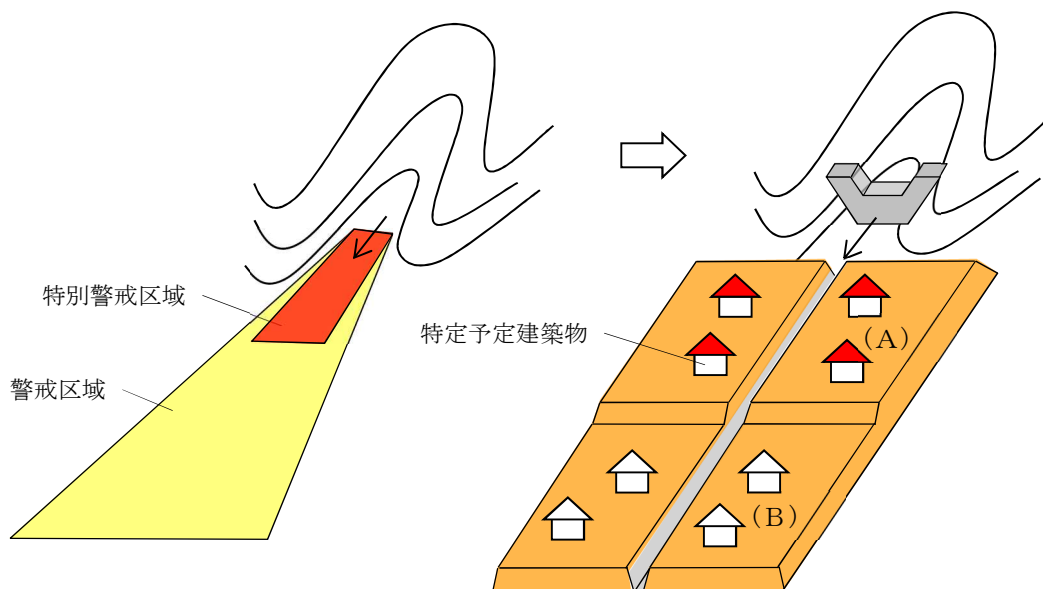


図2.2 対策工事が対策工事以外の工事に効果を与える例

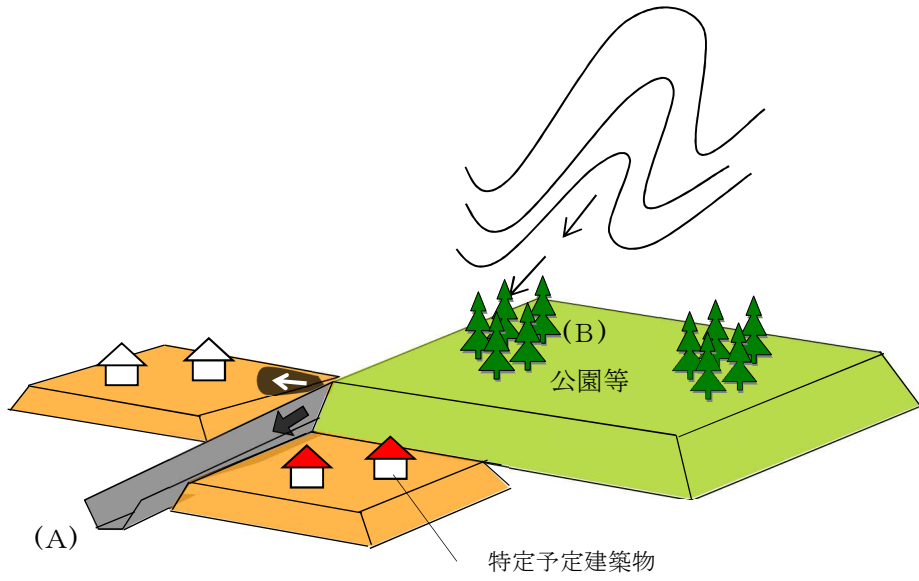


図 2.3 対策工事以外の工事が対策工事に悪影響を与える例

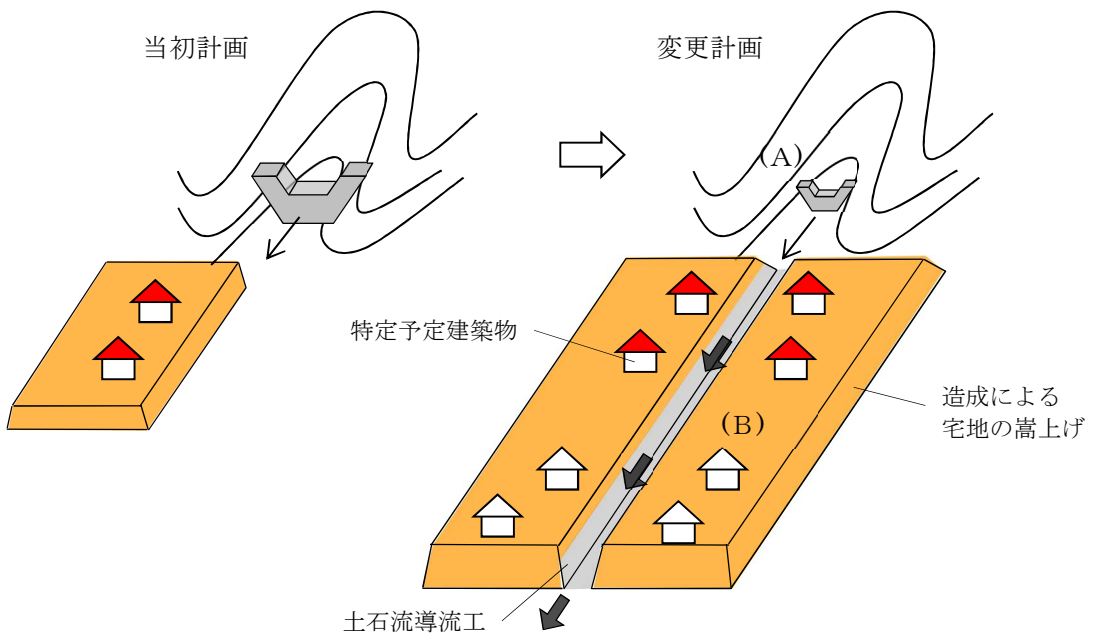


図 2.4 対策工事以外の工事が対策工事に効果を与える例

(2) 対策工事の種類

対策工事は図 2.5 のように区分され、それぞれの概要は以下のとおりである。また、表 2.1 にはそれぞれの対策工事の種類と特性を示した。

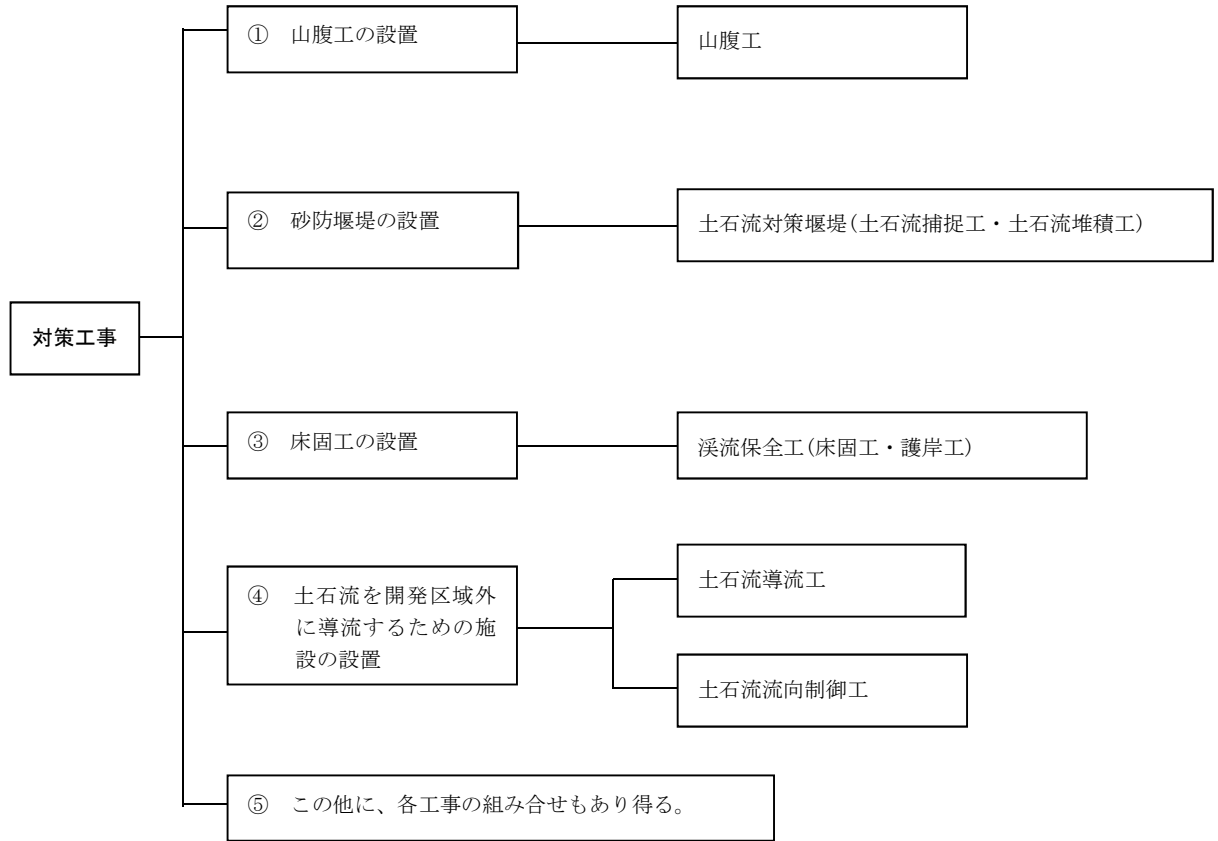


図 2.5 対策工事の区分

表 2.1 対策工事の種類

施設区分	工 種	適用範囲及び特色等
山腹工	土石流発生抑制 山腹工	土石流の発生源となる崩壊を抑制することにより、土石流の発生及び大規模化を防止するものである。土石流の発生源が特定できる場合には効果的である。
砂防堰堤	土石流捕捉工	土石流を一時的に貯留するものである。不透過型砂防堰堤では、一度堆積した土砂はその後の中小出水によって掃流形態で下流に安全に流下させることを期待しているが、透過型砂防堰堤では土石流捕捉後に除石を行う必要がある。また不透過型砂防堰堤でも土石流が短い間隔で発生する恐れがある場合や、溪流を流れる流水が少なく堆積した土砂の自然排出に時間を要する場合は除石が行われることもある。
	土石流堆積工	流出する土石流を停止させ貯留するものである。溪間部の溪床勾配が急峻で十分な土石流捕捉対策ができない地域や、活動中の火山地域のように発生頻度及び規模とも大きい地区では除石を前提にこの工法を採用することが多い。
床固工	土石流発生抑制工	土石流の発生源となる溪床・溪岸侵食等を抑制することにより、土石流の発生を防止するものである。大規模崩壊地の基部や溪床堆積物の異常堆積地に設置することが多い。 ※ 溪流保全工との組み合わせもある。
土石流を開発区域外に導流するための施設	土石流導流工 (溪流保全工)	流出する土石流を保全対象区間の途中で堆積することなく、土地利用の少ない下流まで安全に流下させる工法である。下流に土地利用の低い荒廃地あるいは海、湖、谷地形をもつ大河川がある場合で、土石流発生頻度、規模とも大きい地域では効率的な工法である。
	土石流流向制御工	導流堤又は締切堤等により土石流の流下方向を変え、特定開発区域への直撃を防止するものである。 保全対象が土石流氾濫域の一部に片寄って分布する地区、活動中の火山地域における緊急的な対策として用いられる。

1) 山腹工

山腹の表層の風化その他の侵食を防止すること等により、当該山腹の安定性を向上する機能を有する施設。

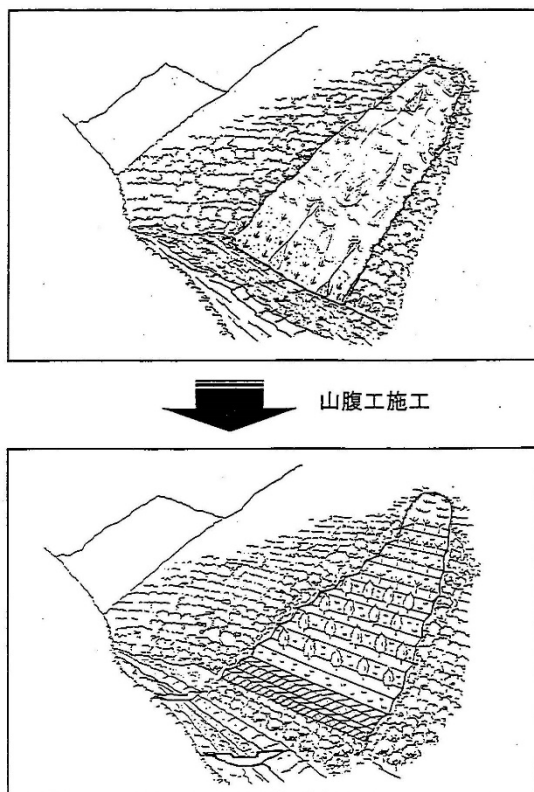


図 2.6 山腹工のイメージ

2) 砂防堰堤(土石流対策堰堤)

土石流により流下する土石等を捕捉する施設は、以下のものがある。

ア 土石流捕捉工

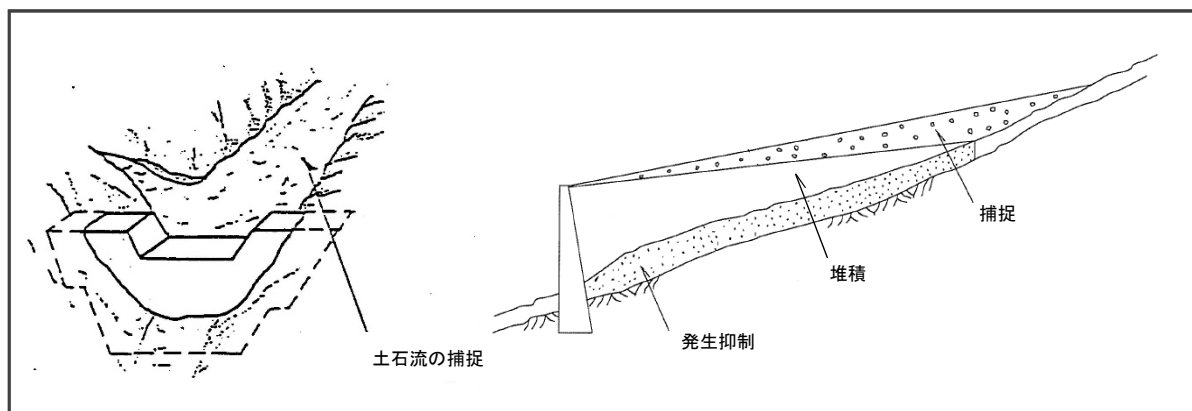


図 2.7 土石流捕捉工のイメージ

イ 土石流堆積工

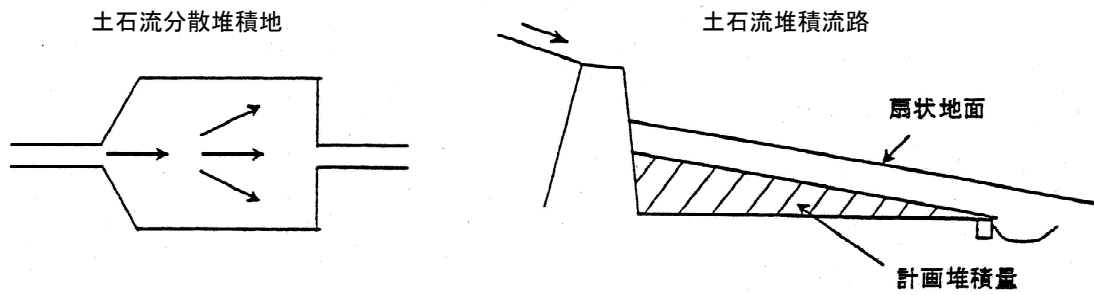


図 2. 8 土石流堆積工のイメージ

3) 床固工(溪流保全工・護岸工)

溪流の土石等の移動を防止することにより、溪床の侵食を防止する機能を有する施設。

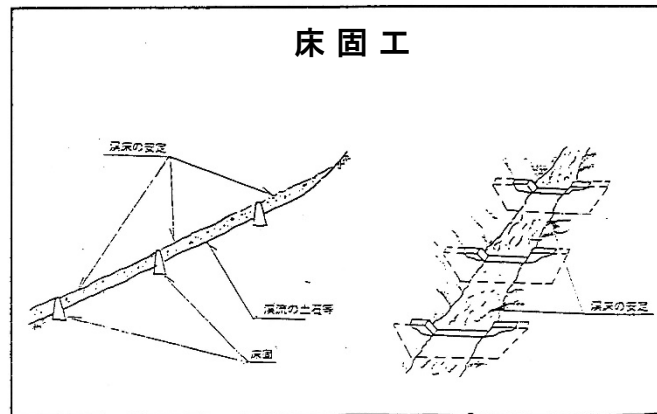


図 2. 9 床固工のイメージ

4) 土石流を開発区域外に導流するための施設

土石流を開発区域外に導流するための施設は以下のものがある。

ア 土石流導流工

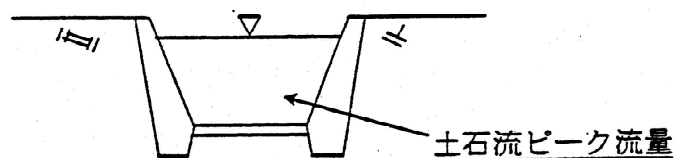


図 2. 10 土石流導流工のイメージ

2.2 対策工事等の周辺への影響

対策工事の計画は、対策工事以外の特定開発行為に関する工事と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画は、対策工事の計画と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。

【解説】

対策工事等によって、周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることがあってはならない。対策工事及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の両者のトータルで、周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることがないようにする必要がある。

当該開発区域及び周辺の地域における土砂災害のおそれを増大させる対策工事等の例は以下のものなどがある。

土石流の進行方向を開発区域周辺に向け、かつ向けた先の安全性を確保しない工事

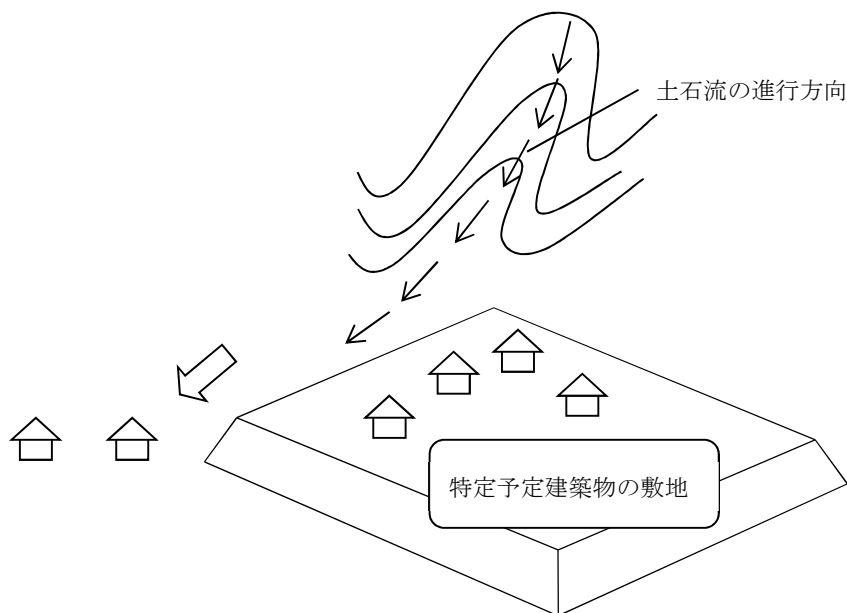


図 2. 1 3 土砂災害のおそれを増大させる対策工事の例

同様に導流堤等によって土石流の進行方向を変える対策工事を行った場合でも、下流において流路整備を適正に対策工事に盛り込み、当該開発区域及び周辺の地域における土砂災害のおそれを増大させないようにすれば問題ない。

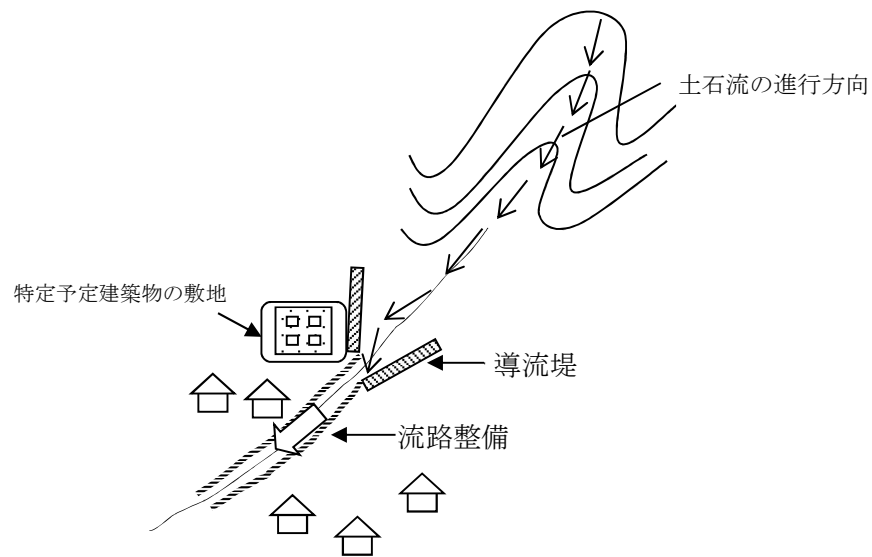


図 2. 1 4 流路整備を適正に対策工事に盛り込んだ対策工事の例

2.3 対策工事以外の特定開発行為に関する工事

対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画は、対策工事の計画と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。

【解説】

対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画は、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであることが規定されていることから、特定開発行為許可制度においては、開発区域及びその周辺の地域において新たに土砂災害の発生のおそれが大きくなっていないかどうかを審査する必要がある。

(1) 溪流にかかる橋梁の設置

溪流上にかかる橋梁の桁下高が不足することによってトラブルスポットとなり、土石流の氾濫のおそれが生じていないかについて審査するものとする。

技術的基準は、「砂防指定地内の河川における橋梁等設置基準(案)」によるものとする。本基準を準拠する溪流とは、現状で土砂が流下する溪流をいい、勾配が緩いなど、流水のみが流下する溪流は適用外である。溪流保全工を整備すべき区間を目安にできる。

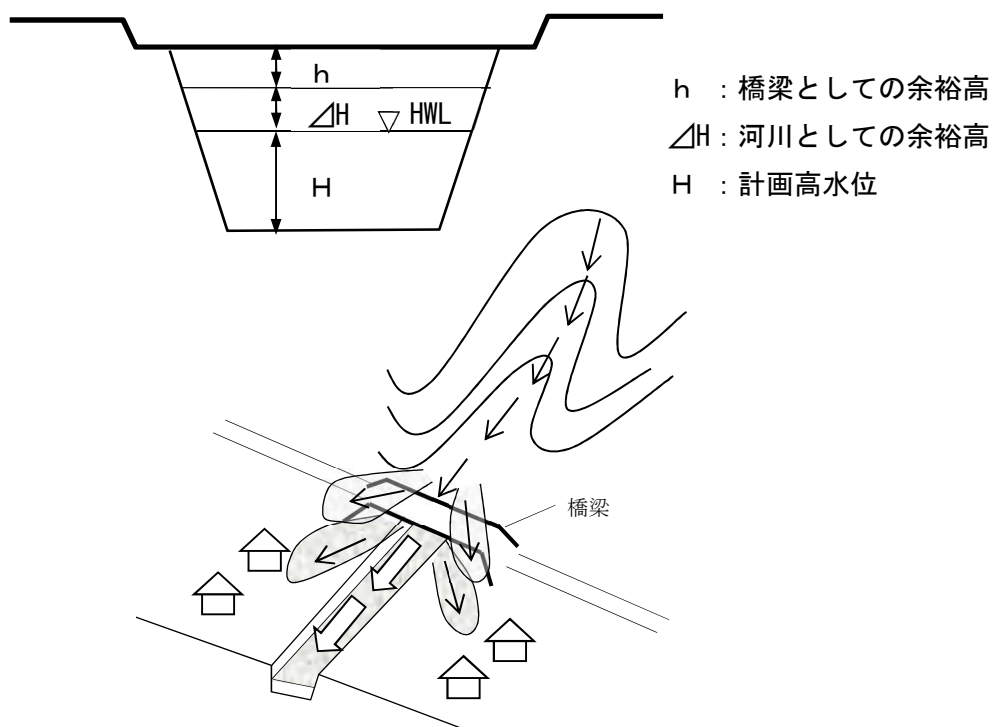


図 2.15 トラブルスポットによる土石流氾濫のイメージ

(2) 溪流内における造成工事等

開発区域が、特別警戒区域の上流端(以下、「基準地点」という。)より上流の溪流内まで及ぶ場合、想定している流出土砂量を増やすような開発行為が行われるとピーク流量が増大して、土石流の規模が従前よりも大きくなるおそれがある。このため、このような造成工事に対しては、土砂の流出を防止するような対策が講じられているか審査する。

なお、流出土砂量を増やすような開発行為とは、流域内における盛土や切土を伴う造成、樹木の伐採を伴う開発行為をいう。

(3) 造成工事による土石流流下方向への影響

開発区域において盛土等の造成工事を行うことによって、従前に想定している土石流の流下方向が変わるおそれがある場合(図2.13)、開発区域及びその周辺の地域において新たに土砂災害の発生のおそれが大きくすることになる。このような造成工事は、審査の対象とする。

(4) 流下方向に影響する道路の敷設

開発区域内において新規に道路を敷設する場合に、その方向や勾配によっては土石流が道路に沿って流下するおそれが考えられる。このような敷設工事は、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることとなるので、道路の敷設により土石流の流下方向に悪影響を及ぼしていないかについても審査の対象とする。

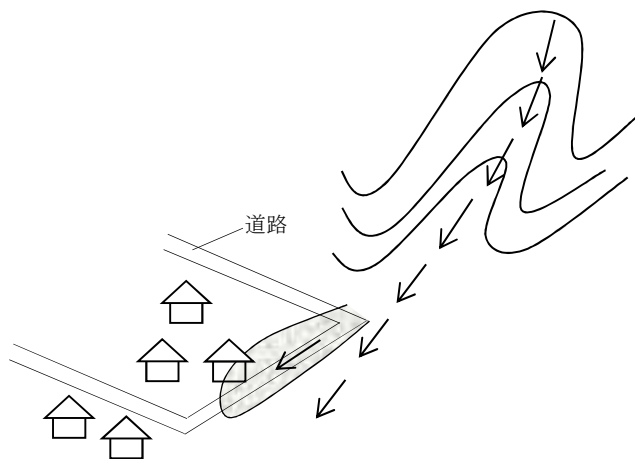


図2.16 土石流の流下方向に影響する道路の敷設

2.4 土石流対策施設計画

特定予定建築物の敷地に土石等を到達させないようにするため、土石流規模等を考慮して、土石流を合理的かつ効果的に処理するよう土石流の発生のおそれのある溪流ごとに土石流対策施設計画を定めるものとする。なお、計画にあたっては、土砂災害防止法関係法令及び「砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)」によるものとする。

(1) 土石流対策施設による土石流量の処理

対策施設による効果量を算定し、土石流により流下する土石等の量を処理する計画を策定する。対策施設の効果量は、計画捕捉量、計画堆積量、計画発生(流出)抑制量を見込むことができる。

【解説】

土石流対策施設計画は、特定予定建築物の敷地の直上流において以下の式を満足させるように作成する。

$$V - W - (X + Y + Z) = 0$$

ここに、

V ：土石流により流下する土石等の量

W ：計画流下許容量

X ：計画捕捉量

Y ：計画堆積量

Z ：計画発生(流出)抑制量

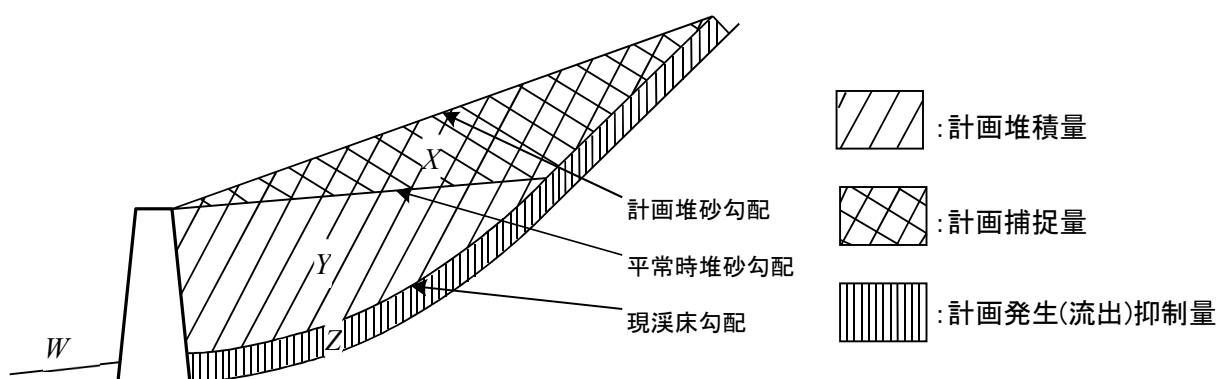


図 2. 17 土石流対策施設の効果量

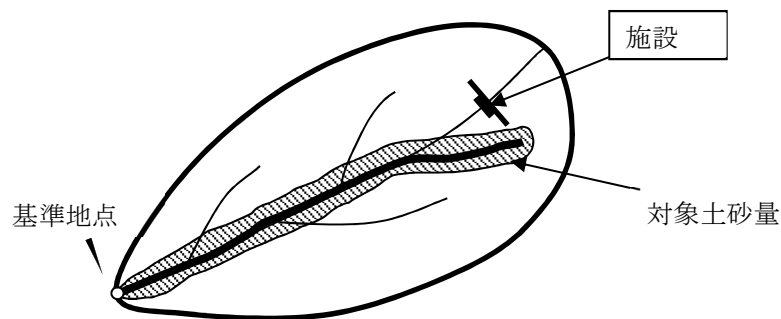
上式のうち、計画流下許容量 W は、土石流導流工を計画しない場合は一般的には 0 である。導流方式を計画に取り入れる場合は、導流工の流下能力から一洪水期間中に流下できる土砂量を推定し、計画流下許容量とする。対策施設の効果量は表 2.2 のとおりである。

表 2.2 効果量の説明

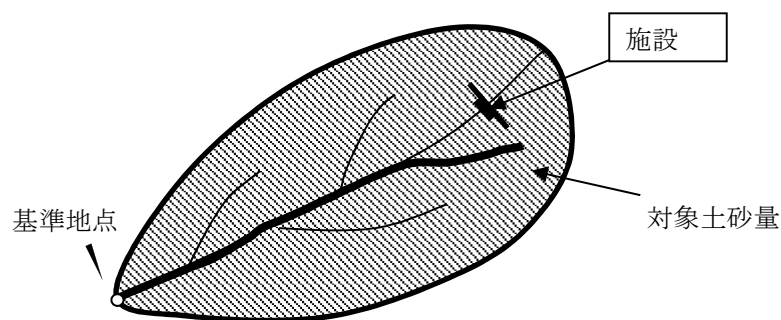
対策施設の効果量	説明
計画捕捉量	土石流発生時に土石流対策施設により堆積させる土石等の量である。土石流後の中小洪水により自然に回復することもあるが、流域面積が小さく中小洪水の流量が少ない場合や、水通し部(透過部)が大礫により閉塞された場合には回復は見込めない。
計画堆積量	土石流発生時に土石流対策施設により堆積させる土石等の量であり、除石を行わない限り、堆積容量は自然に回復することはない。
計画発生(流出)抑制量	土石流の発生・流下区間において対策施設により土石流となる土石等の量を減少させるものである。

特定開発行為で対象とする「土石流により流下する土石等の量(V)」は、流域内の流出土砂量が最大となる想定土石流流出区間の土砂量ではなく、流域全体からの流出土砂量を対象とする(図 2.18)。流域全体からの流出土砂量とは、移動可能土砂量と運搬可能土砂量を比較して小さいものである。

なお、小規模溪流での無施設時の計画流出土砂量の下限値を $1,000\text{m}^3$ とする。



(a) 移動可能土砂量



(b) 運搬可能土砂量

図 2.18 土石流により流下する土石等の量

1) 移動可能土砂量の算出

① 谷ごとの侵食可能土砂量の算出

基準地点上流の侵食可能土砂量は、谷ごとに侵食可能断面を設定する。侵食可能断面積に谷の延長を乗じることで、各谷の侵食可能土砂量 (V_{dy1}) を算出する。なお、0次谷の延長は、谷を表す等高線の奥行きが無くなる地点までとする。

$$V_{dy1} = \sum_{i=0}^n (A_{dy1_i} \times L_{dy1_i})$$

ここで、

$A_{dy1_i} = B_{d_i} \times D_{e_i}$: i 次谷区間の単位長さ当り侵食可能土砂量 (m^3/m)

B_{d_i} : i 次谷区間の侵食幅 (m)

D_{e_i} : i 次谷区間の平均侵食深 (m)

L_{dy1_i} : i 次谷区間の延長 (m)

② 移動可能土砂量の算出

①で算出した、谷ごとの侵食可能土砂量をもとに基準地点から上流区間の侵食可能土砂量が最大となる区間(想定土石流流出区間)における侵食可能土砂量を集計し、移動可能土砂量を算出する。対策施設が存在する場合は、対策施設の効果量を見込んだ各谷の侵食可能土砂量が最大となる区間を選択する(図2.19)。

2) 運搬可能土砂量の算出

運搬可能土砂量は、以下の式により算出する。

$$V_{dy2} = \frac{10^3 \cdot P_p \cdot A}{1 - K_v} \left[\frac{C_d}{1 - C_d} \right] K_{f2}$$

ここで、

V_{dy2} : 運搬可能土砂量 (m^3)

A : 流域面積(km^2) (基準地点より上流の流域面積)

C_d : 土石流の容積土砂濃度

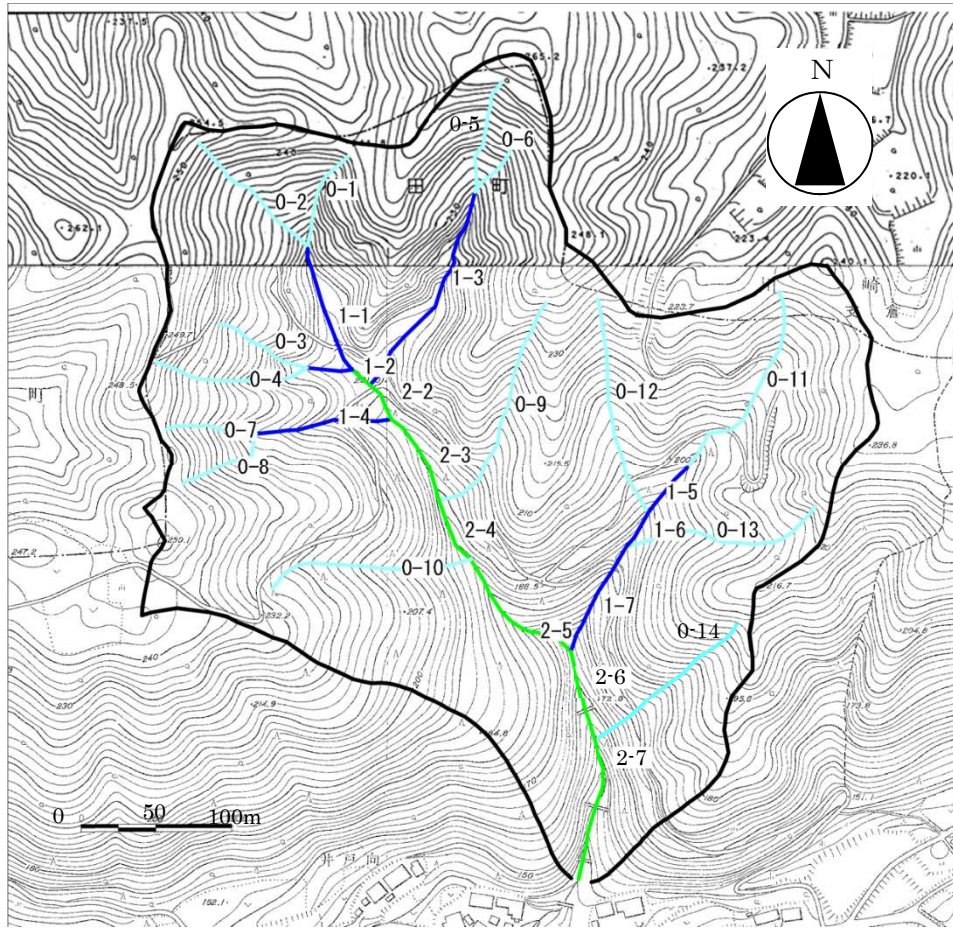
P_p : 100年超過確率日雨量(mm), $T=24$ 時間

K_v : 空ゲキ率, 0.4とする

K_{f2} : 流出補正率, 流域面積(A)に対して与える

$$K_{f2} = 0.05 (\log A - 2.0)^2 + 0.05$$

但し、 K_{f2} は0.5を上限とし、0.1を下限とする



谷番号	移動可能土砂量 (m ³)	谷番号	移動可能土砂量 (m ³)
0-1	50	1-1	150
0-2	70	1-2	70
0-3	60	1-3	350
0-4	70	1-4	160
0-5	50	1-5	60
0-6	30	1-6	60
0-7	30	1-7	170
0-8	40	2-1	50
0-9	180	2-2	70
0-10	150	2-3	160
0-11	120	2-4	180
0-12	100	2-5	260
0-13	110	2-6	300
0-14	130	2-7	360
		合計	3,590

図 2.19 移動可能土砂量算出例

3) 土石流により流下する土石等の量の設定

1) の②で算出した「想定土石流流出区間における侵食可能土砂量」と2) で算出した「運搬可能土砂量」を比較し、小さい値を「土石流により流下する土石等の量」とする。

また、小規模溪流での無施設時の最小値を $1,000\text{m}^3$ とする。

なお、対策施設の効果量を見込む場合は、対策施設位置より上流の区間での土砂量から効果量を差し引くものとし、運搬可能土砂量や小規模溪流での最小値を用いている場合は、基準地点での土砂量に施設効果量を見込むものとする。なお、補助基準地点を設定している場合には、基準地点と同様の取り扱いをする。

2.5 対策施設の効果評価に関する考え方

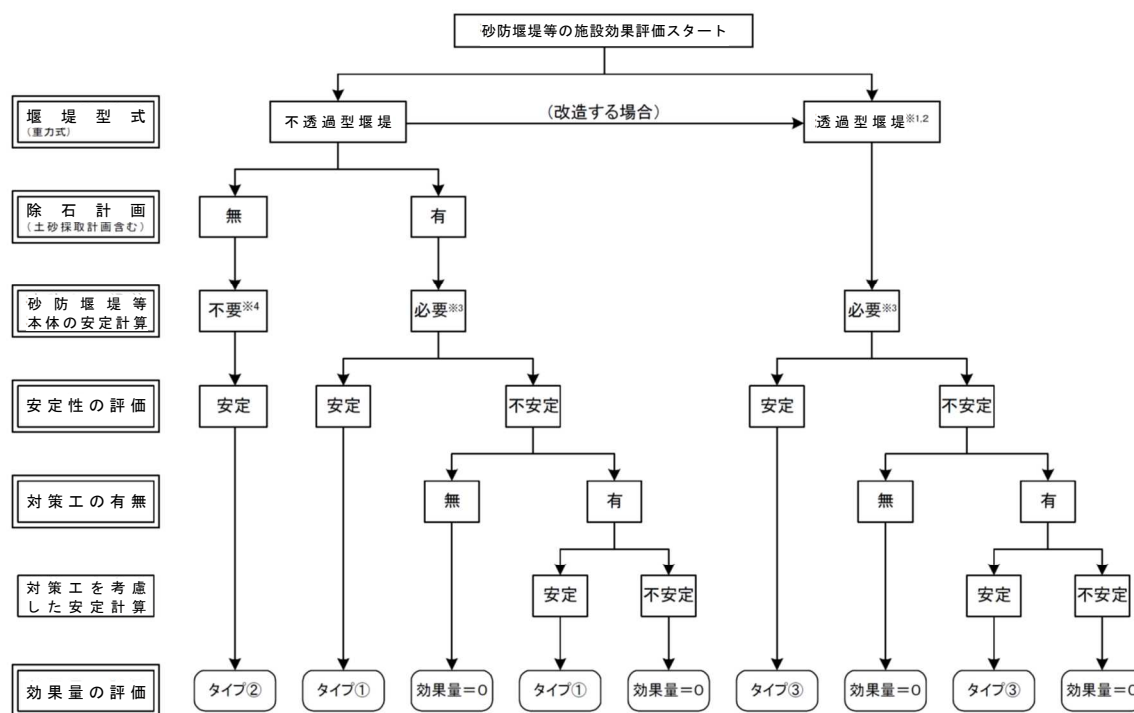
砂防堰堤等の対策施設の効果評価は、以下のとおりとする。

表 2.3 効果量を見込む対策施設

施設の種類		効果を見込む量	備 考
土石流対策堰堤		計画捕捉量・計画発生(流出)抑制量(空容量)	除石を前提とした不透過型堰堤は、空容量も見込む
土石流対策技術指針案を満たさない構造の堰堤		計画発生(流出)抑制量	満砂の場合のみ、計画発生(流出)抑制量を見込む
溪流保全工	溪流保全工	計画発生(流出)抑制量	基準地点より上流の区間のみ効果を見込む
	床固工	計画発生(流出)抑制量	基準地点より上流の区間のみ効果を見込む
山腹工		0次谷における土石の量	現地にて確認する

①土石流対策砂防堰堤

砂防堰堤等の対策施設効果評価フロー及び効果量は、図 2.20、表 2.4 のとおりである。



- ※1: 透過型堰堤は、開口部の大きさが土石流中の礫の最大径の1.0倍程度以下であることを前提とする。
- ※2: コンクリートスリット堰堤の中で、スリット部に水平の鋼製バーの入っているものは、不透過型堰堤として扱う。
- ※3: 安定計算手法は「土石流・流木対策設計技術指針」に則る。
- ※4: 堰堤が破損等により機能が低下していると考えられる場合は、安定計算を行うものとする。

図 2.20 砂防堰堤等の対策施設効果評価フロー

表 2.4 砂防堰堤等の対策施設効果評価表

砂防堰堤の 形式	効果量の 評価タイプ	効果量		
		計画捕捉量	計画発生(流出)抑制量	空容量(貯砂量)
不透過型	①	○	○	○
	②	○	○	
透過型	③	○	○	

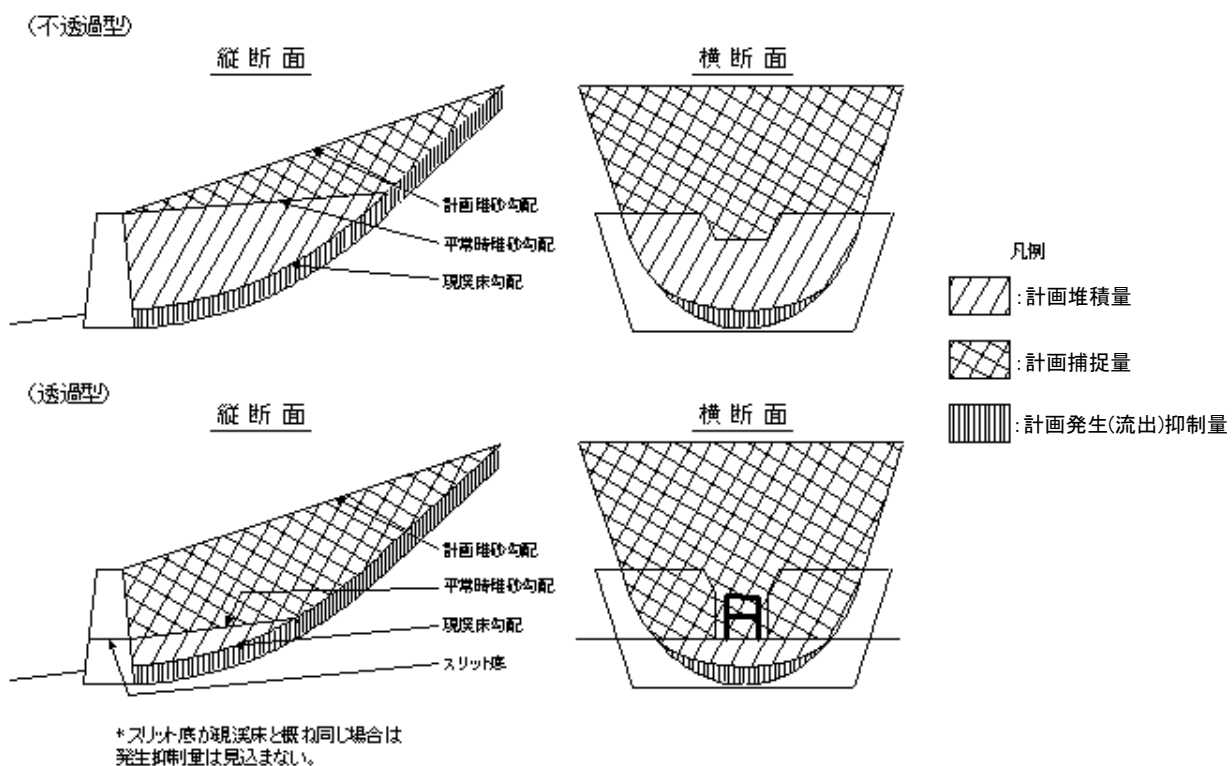


図 2.21 砂防堰堤等の対策施設効果量及び堆砂勾配

ア 計画捕捉量

計画捕捉量は、原則として平常時堆砂勾配の貯砂量と計画堆砂勾配時の貯砂量の差とする。

【解説】

えん堤の堆砂勾配は、ほとんど水平に近い勾配から現溪床勾配程度の勾配の間で変化するが、土石流発生時に確実に土石流を捕捉できる勾配を計画堆砂勾配と定義する。

計画堆砂勾配は一般に既往実績等により、えん堤地点の現溪床勾配の $1/2$ から $2/3$ の間の勾配とする。ただし、計画堆砂勾配(i_2)は $1/6$ の勾配($\tan \theta$)を上限とする。不透過型えん堤の平常時堆砂勾配は既往実績を基に現溪床勾配の $1/2$ までとする。また、地質条件により堆砂勾配が緩勾配になることが知られている場合は既往実績によって地域別に決定する。

透過型砂防えん堤の平常時堆砂面はスリット底を基点とし、不透過型えん堤と同じ堆砂勾配で形成されるものとする。土石流は閉塞し、その後は不透過型と同じ機能となるので、計画堆砂勾配等は原則として不透過型と同じとする。

なお、不透過型砂防えん堤は原則捕捉量分のみを効果として見込むが、除石を考慮する場合は貯砂量をも効果として見込むことができる。

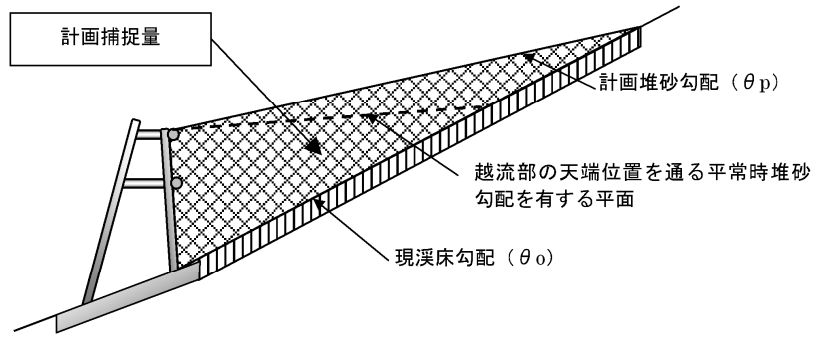
イ 計画発生抑制量

計画発生抑制量は、平常時堆砂面下に包含された移動可能土砂量として求める。

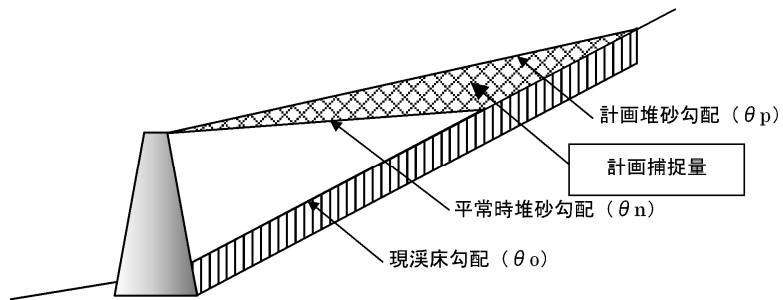
【解説】

計画において移動可能土砂量が見込まれている場合には、平常時堆砂面が形成されることにより（これらは土石流となって流下することはない）、計画土石流発生抑制量として評価する。スリット底を現溪床付近とする透過型砂防ダムの場合は、平常時は現溪床から変化しないので土石流発生抑制効果は無いものとする。スリット底が現溪床より高い場合は、スリット底を基点とする平常時堆砂面下に包含された移動可能土砂量を求め、計画上土石流発生抑制量とする。

・透過型の場合



・不透過型の場合



・部分透過型の場合

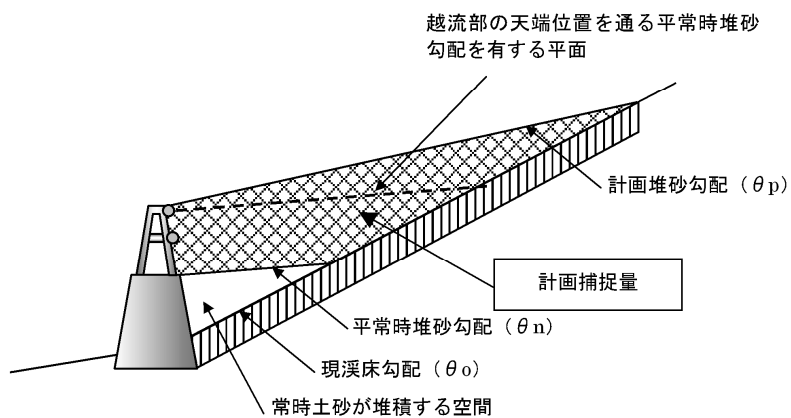


図 2.22 土石流捕捉工の効果量

出典：砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)，28.4

②土石流・流木対策設計技術指針を満たさない構造の堰堤

治山ダムや所管不明の堰堤等で「土石流・流木対策設計技術指針」の基準を満たしていないものは計画捕捉量を評価しない。計画発生（流出）抑制量は、調査時点において未満砂であっても満砂と見なし効果を評価するものとする。

③溪流保全工

溪流保全工の効果量は、特別警戒区域を設定するための基礎調査において、渓床堆積土砂量として計上されている量をもとに、計画発生（流出）抑制量として見込むものとする。

【解説】

溪流保全工（床固工その他護岸工等）は、基準地点より上流の設置区間について発生抑制量を評価し、基準地点下流では見込まない。

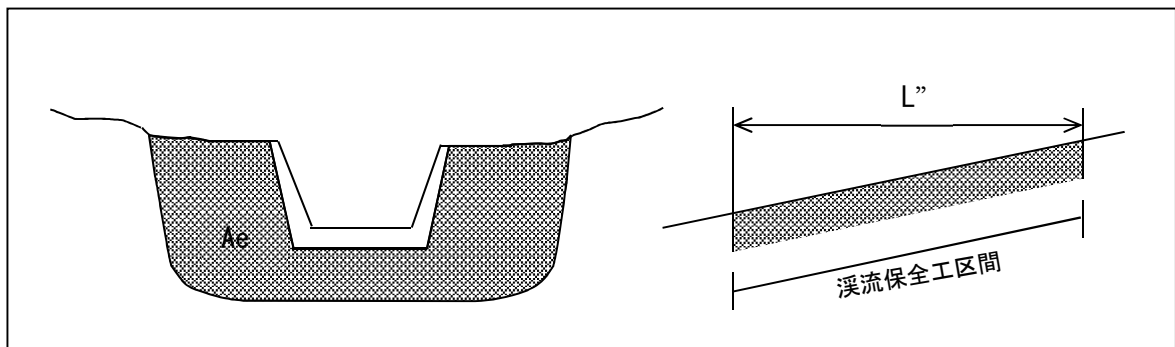


図 2. 2 3 溪流保全工の施設効果模式図

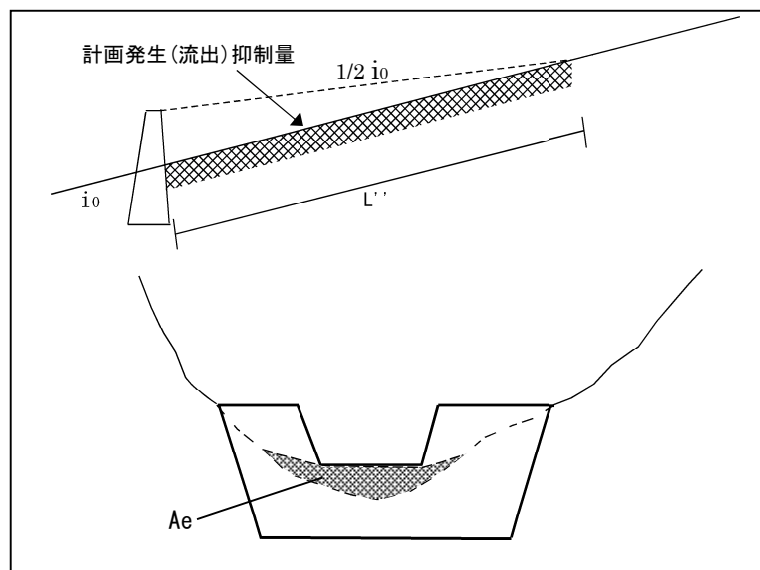


図 2. 2 4 溪流保全工(床固工)の施設効果模式図

④山腹工

山腹工については、以下の方法により効果量を算出することができる。

1) 施設が施工されている部分に相当する 0 次谷の移動可能土砂量を直接差し引く方法

0 次谷流域界内の溪床において、施設が施工されている部分と重なる 0 次谷の移動可能土砂量分を効果量とする。

2) 施設の面積と 0 次谷の流域面積の関係から効果量を算出する方法

施設が溪床部分と重ならない場合、0 次谷の流域面積に対する施設の面積を、0 次谷の流路長に対する効果量の流路長として効果量を算出する。

0 次谷の流域面積 A : 山腹工の面積 B

= 0 次谷の流路長 L : 山腹工の施設効果量を算出するための流路長 L'

以上より求めた L' に、0 次谷移動可能土砂量の断面積を乗じて効果量を算出する。

$$\text{山腹工の効果量(m}^3\text{)} = Ae'(\text{m}^3/\text{m}) \times L'(\text{m})$$

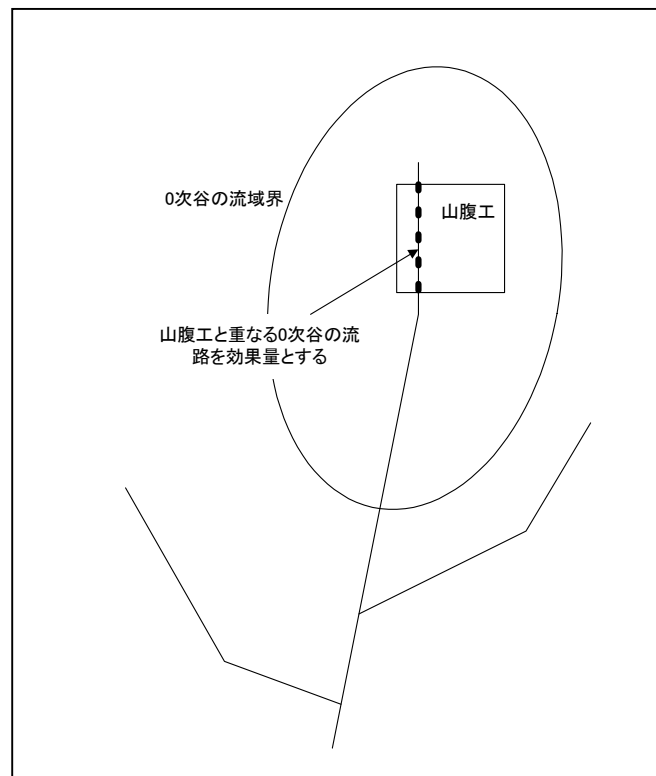


図 2.25 山腹工の施設効果模式図

⑤基準地点より下流の砂防堰堤の取扱い

基準地点より下流では、「侵食による土砂生産」を想定しないため、計画発生(流出)抑制量は評価しない。計画捕捉量は①、②に準じて算出する。

⑥ 溪流を横断する人工構造物

道路盛土、鉄道盛土、ため池の盛土など溪流を横断する人工構造物は土石流対策施設ではなく、土石流の流下により破損する可能性があることから、効果量は見込まない。ただし関係機関等との協議により、安全に土石流量を低減させる効果が認められると判断された場合は、別途基準を設けて効果量を算出する。

2.6 対策施設の維持管理

開発事業において施行する対策施設は、適切な災害防止機能と安全性を保持するため、対策工事等の完了後も定期的な点検を行い、施設の状態を把握し、豪雨時等に施設の機能が発揮されるように適正な維持管理を行わなければならない。

透過型砂防堰堤または除石管理型の不透過型砂防堰堤を計画する場合には、申請時に維持管理計画書（除石計画がある施設をつくる場合）を提出しなければならない。

【解説】

（1）一般的留意事項

土石流に対する対策施設が適切な機能と安全性を保持するため、必要に応じて点検等を行い、施設の状態を把握し、豪雨時等に施設の機能が発揮されるように適正な維持管理を行うものとする。

施設の災害防止機能は、施設自体の劣化、出水による施設の破損のほか、砂防堰堤の異常堆砂や透過型砂防堰堤での流木等の閉塞等により次の洪水に対する安全性が著しく低下することになるため、必要に応じて補修や除石（定期的な除石・緊急除石）等の必要な措置を講じるものとする。

また、小規模の溪流では、開発後になって管理用道路を確保することは困難と考えられるため、あらかじめ施設の計画・設計の段階から留意しておくのが望ましい。

なお、除石にあたっては次のことに留意すること。

- ① 砂防堰堤の堆砂は山脚固定の機能も有しており、除石範囲について十分配慮する。
- ② 除石作業にあたっては施設に衝撃を与えない。
- ③ 除石による湛水等によって災害の危険度が増さないよう配慮する。

（2）計画堆積量（貯砂量）を効果量として見込む砂防堰堤

開発許可条件として、開発者に維持管理計画書（除石計画書）の提出を義務付け、開発許可をすることとする。

特定開発行為においては、原則として計画堆積量を効果量として見込まないが、やむを得ない場合に限り、対策工事完了後も維持管理を行うことにより、効果量として認める場合がある。

砂防堰堤には、土砂災害防止法で想定した土石流による土砂量だけでなく、中小出水時の流出土砂や平常時の流出土砂が堆砂することになる。除石を前提として計画堆積量（貯砂量）を効果量として見込んだ対策施設では、砂防堰堤の空容量が減少することとなり、想定した土石流による流出土砂量に対しての災害防止機能が低下してしまうため、除石を行うことによって、次の洪水に対しても空容量を確保しておく必要がある。

3. 砂防堰堤等の設計外力の設定

3.1 設計諸定数

(1) 土石流の力や高さの計算に用いる定数

土石流の力や高さの計算に用いる定数は、土石流に含まれる礫の密度、土石流に含まれる流水の密度、土石流に含まれる土石等の内部摩擦角、粗度係数、堆積土砂等の容積濃度がある。これらの値は、実況に応じて設定するものとする。

【解説】

砂防堰堤の設計に用いる土石流の力や高さの算定は、政令第4条に規定される方法を用いて行う。算定に用いる定数は対策施設の設置位置の実況に応じて設定するものとするが、当該地付近で実施されている土石流対策工事や以下の関連の指針に示されている定数を用いることができる。

表3.1 土石流の力の計算に必要な諸定数の参考値

項目	説明	記号	単位	参考値
土石流に含まれる礫の密度	土石流に含まれる礫の単位体積当たりの質量で、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）によれば、2,600kg/m ³ 程度	σ	10 ³ kg/m ³	2.6
土石流に含まれる流水の密度	土石流に含まれる粘土分、シルト分を含んだ泥水の密度で、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）によれば、1,200kg/m ³ 程度	ρ	10 ³ kg/m ³	1.2
土石流に含まれる土石等の内部摩擦角	土石流の粗粒分（砂礫分）の静的な内部摩擦角で、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）によれば、30°～40°程度であり、一般に35°を用いてよいことになっている。	ϕ	°	35（30～40）
堆積土石等の容積濃度	堆積土石等の粒子部分の体積と堆積土石等の全体積の比率であり、砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）によれば、0.6程度	C*	—	0.6
粗度係数	水路と水路に接する水の抵抗係数であり、清水の場合よりかなり大きく、自然河道ではフロント部0.1でとる。	n	—	0.1

(2) 基礎の支持力等の計算に用いる定数

砂防堰堤及び床固工の基礎の支持力等の計算に用いる定数は、地盤の許容支持力並びに基礎底面と地盤との間の摩擦係数及び付着力がある。これらの値は、実況に応じて設定するものとする。

【解 説】

砂防堰堤の安定性の検討は、実況に応じて設定した定数により計算するが、当該地付近で実施されている土石流対策工事や以下の関連の指針に示されている定数を用いることができる。

① 地盤の許容支持力

表 3.2 地盤の許容支持力度 (kN/m²)

岩 盤		砂 礫 盤	
区 分	許容支持力	区 分	許容支持力
硬 岩 (A)	6,000	岩魂玉石	600
中硬岩(B)	4,000	礫層	400
軟岩(Ⅱ)(CH)	2,000	砂質層	250
軟岩(Ⅰ)(CM)	1,200	粘土層	100

出典：社団法人全国治水砂防協会：改訂版 砂防設計公式集(マニュアル)，S59.11

②基礎底面と地盤との間の摩擦係数と付着力

表 3.3 地盤のせん断強度 (N/mm) 及び内部摩擦係数

岩 盤			砂 礫 盤		
区分	せん断強度	内部摩擦係数	区分	せん断強度	内部摩擦係数
硬岩(A)	3	1.2	岩魂玉石	0.3	0.7
中硬岩(B)	2	1.0	礫層	0.1	0.6
軟岩(Ⅱ)(CH)	1	0.8	砂質層	—	0.55
軟岩(Ⅰ)(CM)	0.6	0.7	粘土層	—	0.45

出典：社団法人全国治水砂防協会：改訂版 砂防設計公式集(マニュアル)，S59.11

3.2 設計外力の設定

砂防堰堤、床固工の設計にあたっては、土圧、水圧、自重のほか、土石流の衝撃が作用する場合には当該対策施設に作用する土石流の力を考慮する。

なお、詳細は、「土石流・流木対策設計技術指針」によるものとする。

【解説】

(1) 土圧

砂防堰堤等の設計にあたって考慮すべき土圧は、砂防堰堤等に堆積する土砂の堆砂圧である。

(2) 水圧

砂防堰堤等の設計にあたって考慮すべき水圧は、砂防堰堤等に貯水する流水の静水圧である。

(3) 土石流の力

土石流を堆積させるための対策施設の設計にあたっては、土石流が発生した場合に生じる力(流体力)を考慮し、安定性の検討をしなければならない。土石流により作用する力と高さの概念を図3.1に示す。

表3.4 土石流の力と高さ

	解 説
土石流の力(F_d)	土石流により対策施設に作用すると想定される力
土石流の高さ(h)	土石流が対策施設に作用するときの高さ

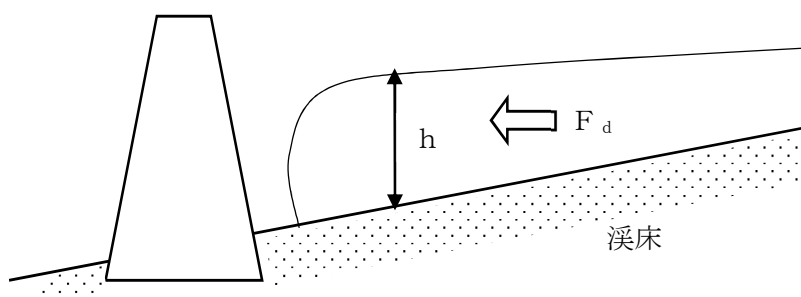


図3.1 土石流の力の概念

1) 土石流の高さ

対策施設に作用する土石流の高さは、以下の式で算定する。

$$h_0 = \left(\frac{K_n \times Q_{sp0}}{B_{da} \cdot (\sin \theta_0)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

ここに、

h_0 : 土石流の高さ(m)

K_n ※1 : 粗度係数

Q_{sp0} ※2 : 土石流ピーク流量(m³/sec)

B_{da0} ※3 : 土石流流下幅(m)

θ ※4 : 土石流が流下する土地の勾配(°)

※1 : 「3-1 設計諸定数」を参照。

※2 : 土石流ピーク流量は下記「① 土石流ピーク流量」を参照。

※3 : 土石流の幅は下記「② 砂防堰堤に作用する土石流の幅」を参照。

※4 : 土石流が流下する土地の勾配は下記「③ 流下する溪床の勾配」を参照。

① 土石流ピーク流量

対策施設設置地点での土石流ピーク流量(Q_{sp0})は、以下の式で算出される。

$$Q_{sp0} = \frac{0.01}{C_{d0}} C_* \cdot V_{dqp}$$

C_{d0} は対策施設設置地点での流動中の土石流の土砂濃度であり、以下の式で示される。

$$C_{d0} = \frac{\rho \cdot \tan \theta_0}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta_0)}$$

ここで、 Q_{sp0} : 対策施設設置地点での土石流ピーク流量(m³/sec)

C_* : 堆積土石等の容積濃度

V_{dqp} : 土石流により流下する土石等の量(m³)

C_{d0} : 土石流の流動中の土砂濃度

θ_0 : 対策施設設置地点の上流 200m 区間平均勾配(°)

ϕ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角(°)

σ : 土石流に含まれる礫の密度(10³kg/m³)

ρ : 土石流に含まれる流水の密度(10³kg/m³)

ただし、計算値が $0.9C_*$ より大きくなる場合は $0.9C_*$ (=0.54) とするが、下限値は設定しない。

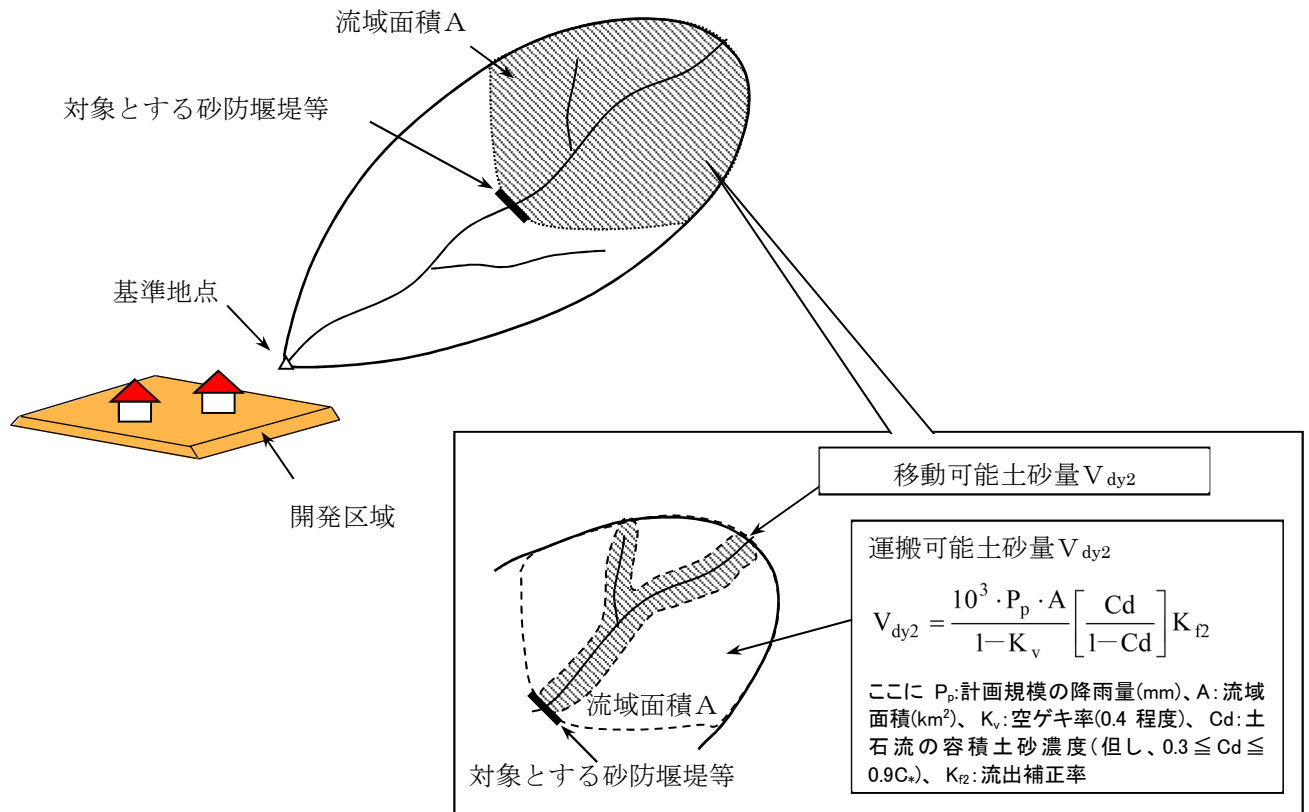


図 3. 2 土石流ピーク流量の算出

② 砂防堰堤に作用する土石流の幅

砂防堰堤に作用する土石流幅の算定に際しては、以下の手順により行う。

土石流の流下する幅の算出は、以下の手順により行う。

- ① 流下幅算出地点の設定
- ② 流下幅の算出
- ③ 土石流が流下する幅の決定(現況河道・現況河道以外)

ア 土石流流下幅算出地点の設定

土石流が流下する幅を算出する地点は、前項において設定した土石流の流下方向(主流路)を縦断方向として、これに直交する横断測線上とする。

横断測線は、概ね 20m 間隔で設定すること基本とし、1 溪流に最低 3 断面以上設定する。

なお、河道の屈曲点、谷幅が急激に変化する点、対策工および盛土・堀割構造等が存在する区間など、土石流の流下方向や幅が大きく変化する可能性がある区間においては、横断測線を適宜追加設定する。

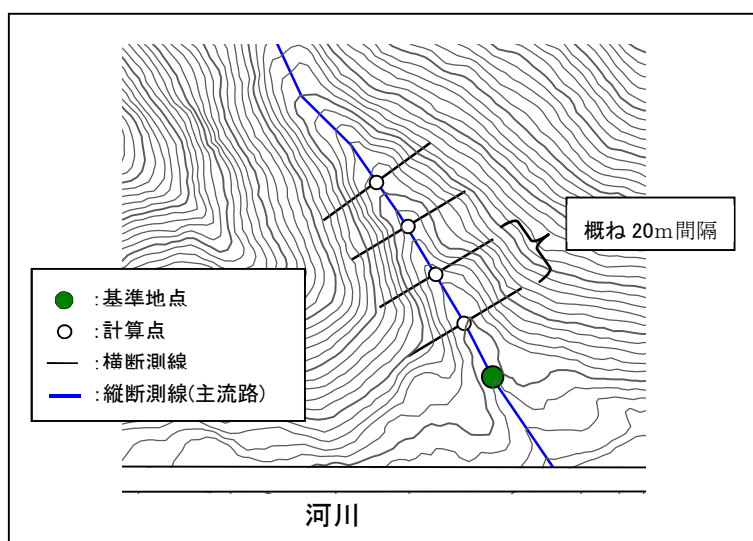


図 3.3 算出地点設定イメージ

イ 土石流流下幅算出方法の設定

土石流流下幅算出方法は、流路が明確な場合と、不明瞭な場合とで異なる。設定する手順は以下のフローに従うものとする。

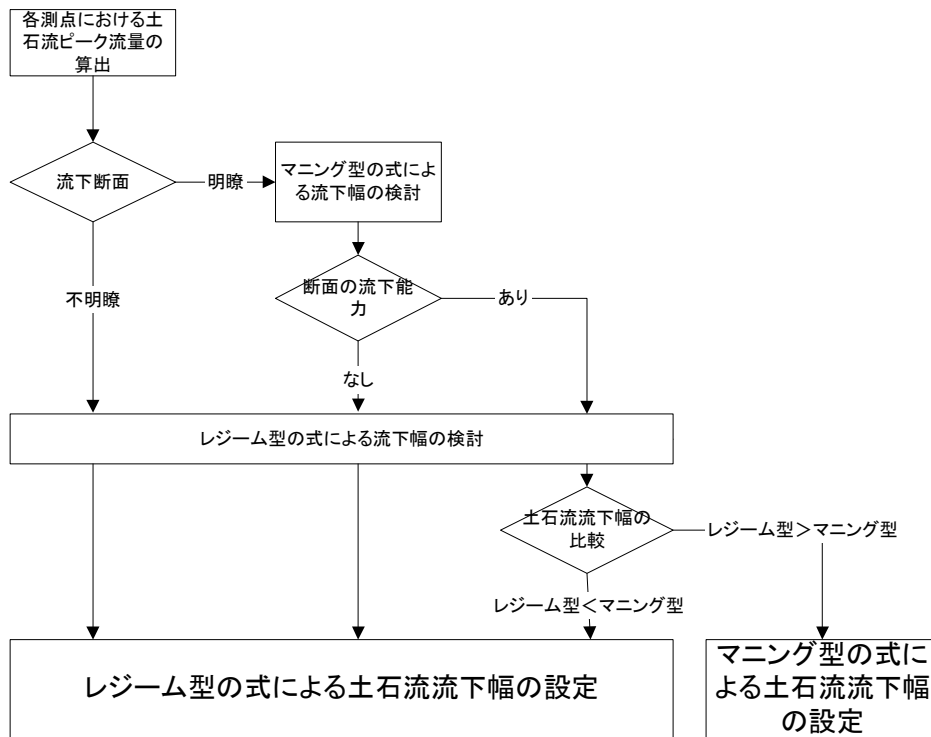


図 3.4 流下幅の設定フロー

a) レジーム型の式による設定

扇状地等で流路が不明瞭な場合は、災害事例を元に国土技術政策総合技術センターが示した以下の関係式(レジーム型の式)を用いて、土石流流下幅を算出する。

$$B_i = \alpha \cdot Q_{spi}^{\beta}$$

ここで、 B_i : 流下幅

Q_{spi} : 流量

α 、 β : 係数($\alpha=4.0$, $\beta=0.5$ とする)

※ $\alpha=4.0$ 、 $\beta=0.5$ は、土石流の既往災害実績にもとづき全壊した家屋を概ね包含する流下幅から設定された値である。

なお、流下幅をレジーム型の式により設定する測線が連続する場合は、その最上流の測線(レジーム基点)で算出された流下幅をその測線より下流の測線でも採用する。すなわち、レジーム型の式により流下幅が連続して設定される区間では、流下幅が一定となる。また、レジーム型の式による流下幅は、各横断測線地点で縦断測線地点を中心として設定する。

b) マニング型の式による設定

流路が明確で、かつ「土石流により流下する土石等の量の算出」で計算される土石流ピーク流量を流下させる断面がある場合には、平均流速公式レベル 1(マニングの平均流速公式)の計算式により幅を設定する。

$$U_i = \frac{Q_i}{A_i} = \frac{1}{K_n} R_i^{\frac{2}{3}} I_{bi}^{\frac{1}{2}}$$

ここで、 U_i : 断面平均流速
 Q_i : 流量
 A_i : 流れの断面積
 K_n : 粗度係数
 R_i : 径深, $R=A/S$ (S は潤辺長)
 I_{bi} : 水路縦断勾配

上式より、

$$Q_i = \frac{1}{K_n} \cdot \left(\frac{A_i}{S_i} \right)^{\frac{2}{3}} (\sin \theta'_i)^{\frac{1}{2}} \cdot A_i$$

ここで、

S_i : 潤辺長($S=A/R$, R : 径深)
 θ'_i : 上流 200m 区間平均勾配

土石流ピーク流量 Q_{spi} =流量 Q_i となる土石流流下断面積 A を求めることにより、流下幅 B_i を算出することができる。

このとき、流下幅 B_i に対応した仮想水位も算出されるが、区域設定で使用する土石流の高さは、「1) 土石流の高さの算出」に示す告示式に基づくものとする。

なお、土石流流下幅 B_i を断面流下能力で設定する場合は、レジーム型の式による流下幅を最大値とする。

■三面張りの流路工がある場合の流下幅の設定

三面張りの流路工がある場合の流下幅は、以下のように手順で設定する。

- I) 流路工における断面流下能力を検討する(このとき、粗度係数 $K_n=0.03$ とする)。
- II) 流路工の断面流下能力がある場合は、流路工幅を流下幅とする。
- III) 流路工の断面流下能力がない場合は、流路工を含めた地形横断による断面流下能力を検討する(このとき、粗度係数 $K_n=0.10$ とする)。
- IV) 上記 II)、III) で設定できない場合は、レジーム型の式により設定する。

c) 土石流が流下する幅の設定 (現況河道・現況河道以外)

各横断測線における土石流ピーク流量に基づき、2) で算出された流下幅を設定する。

以下に、i)～iii)の設定例を示す。

i) 断面流下能力→レジーム型の式となる場合の流下幅の設定

ii) レジーム型の式→断面流下能力となる場合の流下幅の設定

iii) レジーム型の式による流下幅が地形による規制を受ける場合の流下幅の設定

i) 断面流下能力→レジーム型の式となる場合の流下幅の設定

下図のように、流下幅の算出方法が谷出口（横断測線②）等を境に、断面流下能力による方法からレジーム型の式による方法となる場合

- ・横断測線①，②：各測線の土石流ピーク流量から算出された流下幅を設定する。
- ・横断測線③，④：測線③の土石流ピーク流量から算出された流下幅を設定する。以下、測線④より下流の測線がレジーム型の式による場合、同様に測線③で算出された流下幅を設定する。

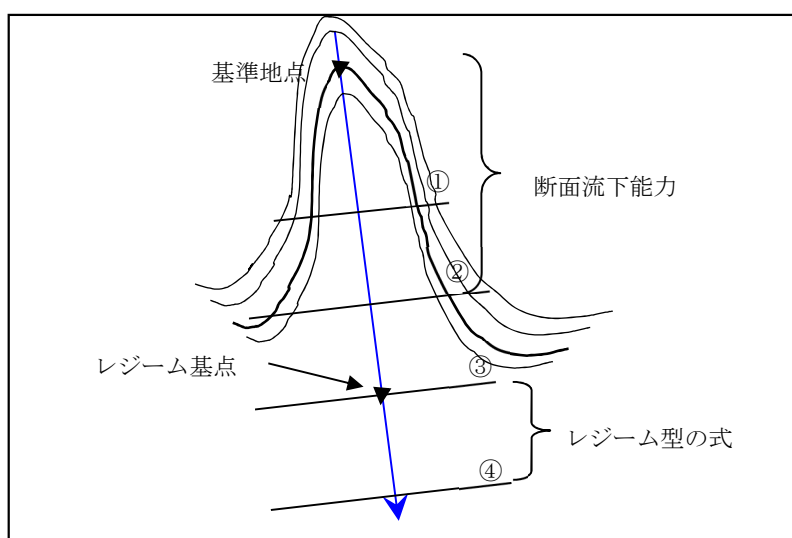


図 3.5 断面流下能力→レジーム型の式となる場合の流下幅の設定

ii) レジーム型の式→断面流下能力となる場合の流下幅の設定

下図のように、①の場合とは逆に流下幅の算出方法が横断測線③を境に、レジーム型の式による方法から断面流下能力による方法となる場合

- ・横断測線①，②：上流のレジーム基点となる測線で算出された流下幅を設定する。
- ・横断測線③，④：各測線土石流ピーク流量から算出された流下幅を設定する。

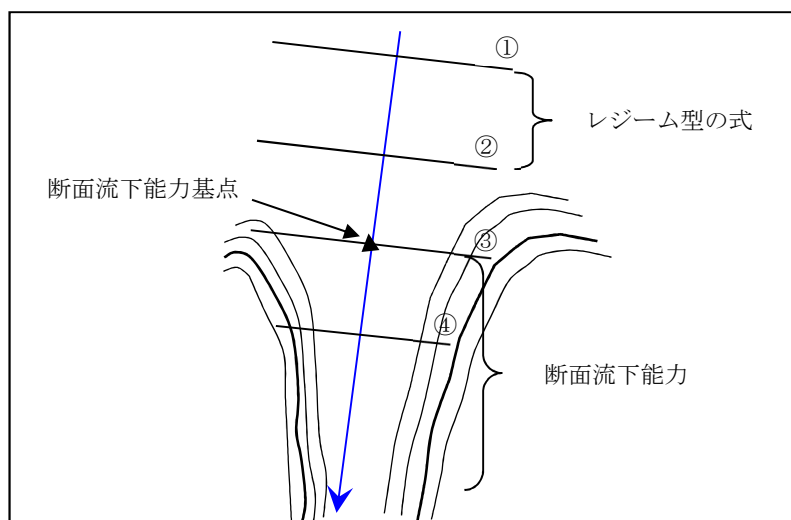


図 3.6 レジーム型の式→断面流下能力となる場合の流下幅の設定

iii) レジーム型の式による流下幅が地形による規制を受ける場合の流下幅の設定

各横断測線地点で、縦断測線地点を中心として流下幅を設定する。

ただし、算出された幅が現地の平坦地の幅よりも広くなる場合には、以下のように設定する。

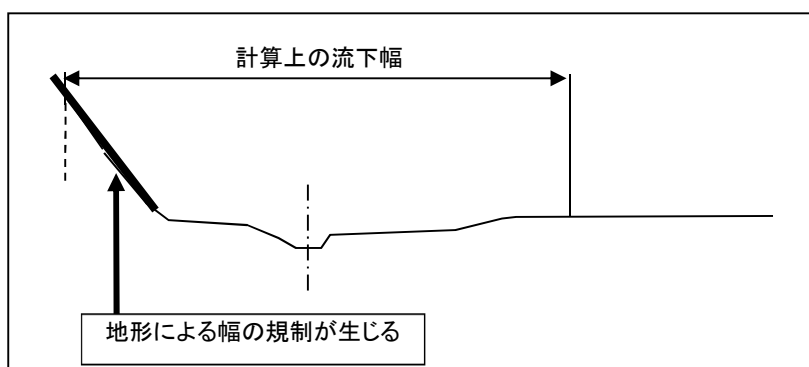


図 3.7 レジーム型の式で算出した幅が実際の地形では設定できない例

このような場合には、地形図上で流下方向の再確認を行い、必要に応じて流下方向の再設定を行う。

流下方向に問題がないと判断される場合には、この測線の平坦面での最高標高値に土石流の高さを加えた標高までとして流下幅を設定する。

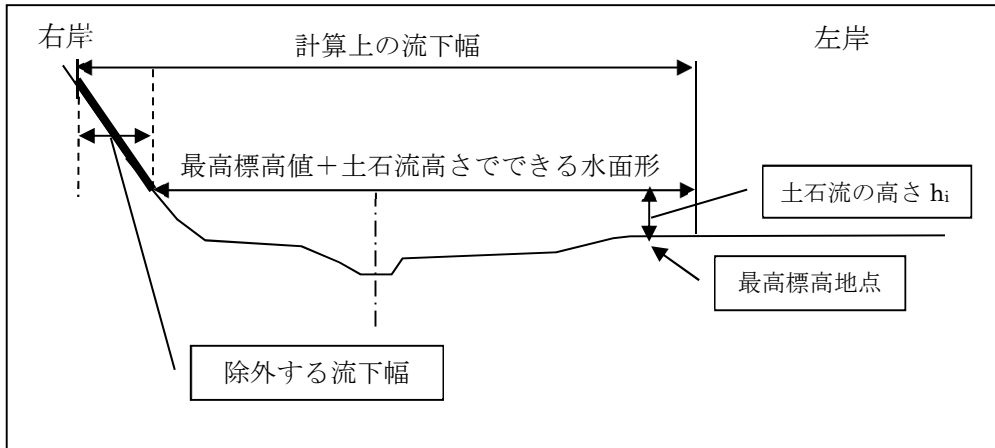


図 3.8 レジーム型の式で算出した幅が実際の地形では設定できない場合の設定例

なお、レジーム型の式により流下幅を設定する場合において、設定された流下幅の両側が地形により規制される場合は基本的に存在しない(なぜならば、両側が規制を受けているときは、断面流下能力による流下幅の設定を用いなければならないからである)。ただし、「断面流下能力により算出された流下幅」が、「レジーム型の式により算出された流下幅」より大きい場合は、「レジーム型の式により算出された流下幅」を採用する。

③流下する溪床の勾配

土石流が流下する溪床の勾配 θ は、下図のとおりとする。

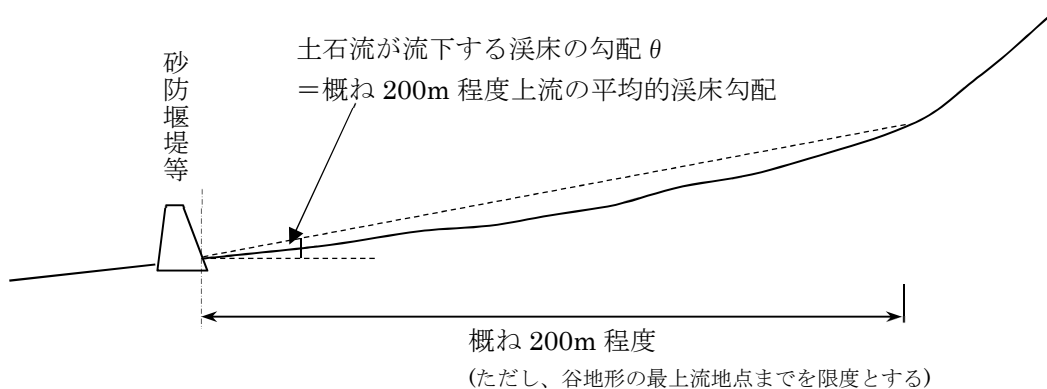


図 3.9 土石流が流下する溪床勾配

2) 土石流の力

土石流による流体力は、土石流の土石等の密度と、土石流の流速により算定する。

【解説】

各測線における土石流により作用すると想定される力(F_{di})は、以下の式で算出する。

$$F_{di} = \rho_{di} \cdot U_i^2$$

ここで、 ρ_{di} : 以下の式により算出した流動中の土石流の土石等の密度(t/m³)

$$\rho_{di} = \frac{\rho \tan \phi}{\tan \phi - \tan \theta_i} = \sigma \cdot C_{di} + \rho(1 - C_{di})$$

C_{di} は、計算値が $0.9C^*$ より大きくなる場合は $0.9C^*(=0.54)$ とするが、下限値は設定しない。

U_i : 以下の式により算出した土石流の流速(m/s)

$$U_i = \frac{R_i^{2/3} (\sin \theta_i)^{1/2}}{n}$$

R_i : 土石流の径深、ここでは $R_i = h_i$ とする。

ここで、「 $\sin \theta_i$ 」の勾配 θ_i は、各横断測線における上流 200m勾配であり、 C_d の算出に関わる勾配 θ'_i と異なることに注意する。

3) 地震時の力

ダム高 15m以上の砂防堰堤については、「土石流・流木対策設計技術指針」に従うこととする。また、地震時慣性力と地震時動水圧を考慮し、地震時に対する安全性について確認することとする。

4. 山腹工の設計

荒廃した山腹の表土の風化その他の侵食を防止し、当該山腹の安全性を向上させる機能を有するものであること。

なお、山腹工の設計にあたっては、「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ」等によるものとする。

【解説】

山腹工とは、^{とくしよ}禿禿地あるいは崩壊地に、構造物と植生を適切に組み合わせた施工を行うことで、表土の風化、侵食、崩壊の拡大を防止して、土砂生産の抑制を図ることを目的とするものである。山腹工の工種は、その目的から山腹基礎工、山腹緑化工に大別される。

山腹工の設計にあたっては、「河川砂防技術基準(案)同解説 設計編Ⅱ」等によるものとする。

5. 砂防堰堤の設計

砂防堰堤の設計は、「土石流・流木対策設計技術指針」によるものとする。砂防堰堤の設計にあたっては、土圧、水圧、自重及び土石流により当該砂防堰堤に作用する力を考慮して、損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造とすること。

【解説】

土石流捕捉工は、不透過型砂防堰堤と透過型砂防堰堤に大別される。両型式に共通する機能としては以下がある

- ①土石流を捕捉し、流出する土砂量を減少させる。
- ②土石流発生から扇状地に流出するまでの時間を長くする。
- ③溪床堆積物の移動を防止する。
- ④土石流先端部の巨礫を捕捉する。
- ⑤土石流を土砂流に変化させる。
- ⑥土石流ピーク流量を減少させる。

透過型砂防堰堤では以上のほかに中小の出水で堆砂することなく次の土石流に対して貯砂容量を維持することが期待される。

土石流捕捉工の設計は、一般に図5.1の手順で行われる。

設計対象流量は「3.2 設計外力の設定」に基づき、対象施設の計画地点における土石流ピーク流量を算定する。

その他、設計にあたっての詳細は、「土石流・流木対策設計技術指針」によるものとする。

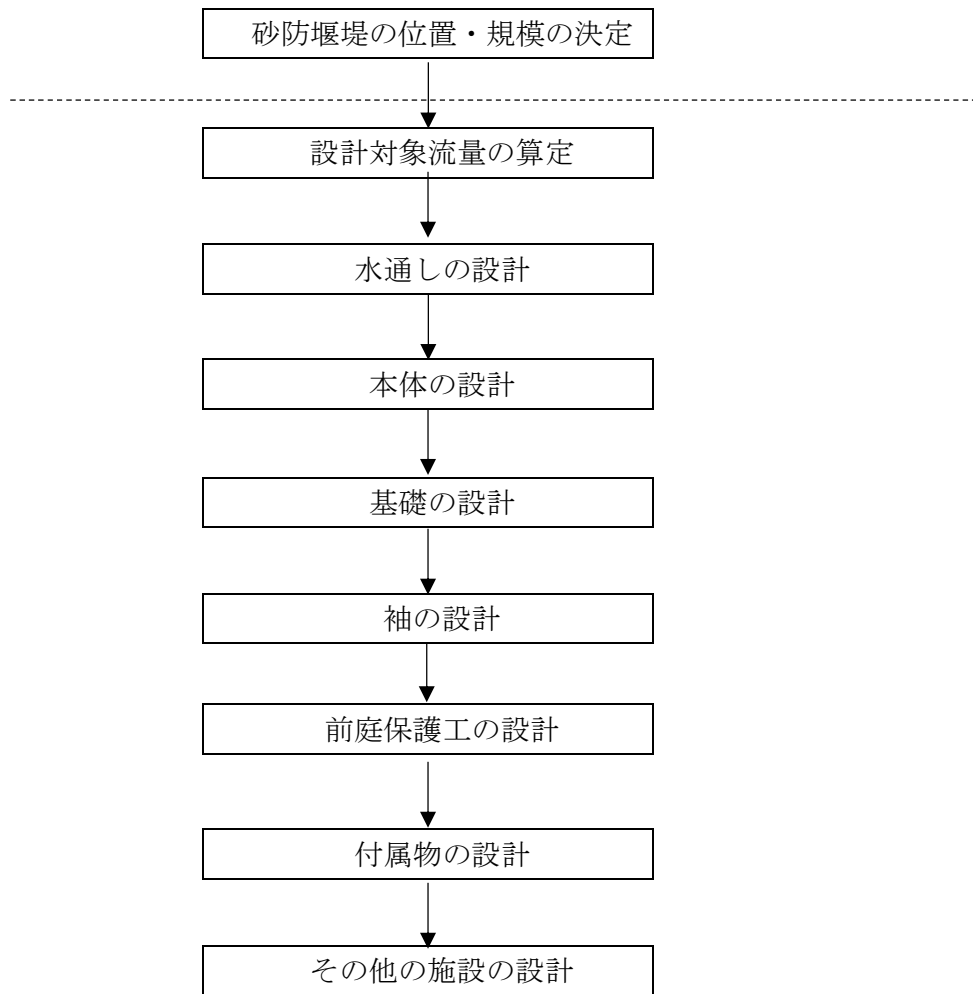


図 5. 1 設計の手順

6. 床固工の設計

床固工(土石流発生抑制工)の設計は、「土石流・流木対策設計技術指針」によるものとする。

【解説】

床固工では、上流側を天端まで埋戻し土石流衝撃力を直接受けしない構造とする。また、袖部の上流側についても土砂を盛る等の処置を行い土石流による破壊を避けるものとする。このため、設計外力は土石流の力（衝撃力）を考慮せず、静水圧のみを対象とする。

その他の設計は、コンクリート製では不透過型砂防堰堤に準ずる。詳細は、「土石流・流木対策設計技術指針」によるものとする。

7. 土石流を開発区域外に導流させるための施設的设计

土石流を開発区域外に導流させるための施設は、土石等を安全に導流させることができる断面及び勾配を有するものとする。

設計は、「土石流・流木対策設計技術指針」によるものとする。

【解説】

土石流を開発区域外に導流させるための施設としては、土石流導流工と土石流流向制御工がある。

7.1 土石流導流工(溪流保全工)

(1) 流下断面

土石流導流工(溪流保全工)の断面は、土石流の流量と水深を考慮し、これに余裕高を加えたものとする。なお、堆積遡上により氾濫しないように注意する。

【解説】

土石流導流工(溪流保全工)は、安全な場所まで土石流を導流するよう、土石流捕捉工の砂防堰堤を1基以上設けた後、または土石流堆積工を設けた後それらに接続するよう計画する。

計画流量は、渓床全体の土石流対策施設配置計画において施設により整備される土砂量の計画流出土砂量に対する比だけ土石流ピーク流量が減少すると仮定して決定する。ただし、計画規模の年超過確率の降雨量から求められる清水の対象流量に10%の土砂含有を加えた流量を下回らないものとする。

土石流導流工の天端幅は、土石流の最大礫径の2倍以上、もしくは原則として3m以上とする。なお、計画規模の年超過確率の降雨量に伴って発生する可能性が高いと判断される土石流が上流域で十分処理される場合は通常の溪流保全工(河川砂防技術基準計画編施設配置等計画編第3-2章参照)を計画するものとする。

余裕高は次のとおりとする。

流量	余裕高(ΔD_d)
200m ³ /s 以下	0.6m
200~500m ³ /s	0.8m

ただし、河床勾配による次の値以下にならないようにする。

勾配	$\Delta D_d/D_d$
1/10 以上	0.5
1/10~1/30	0.4
1/30~1/50	0.3

ここで、 D_d : 水深(m)である。

(2) 法線形

土石流導流工の法線形はできるかぎり直線とする。

【解説】

土石流は直線性をもっているため、導流工の法線形は直線とするのが望ましい。地形及び土地利用等の理由によりやむを得ず屈曲させる場合は円曲線を挿入するものとする。その湾曲部曲率半径は下記の式で求め、中心角 30° 以下とする。

$$b / r(\text{in}) \leq 0.1$$

ここで、 b : 流路幅、 $r(\text{in})$: 湾曲部曲率半径を示す。

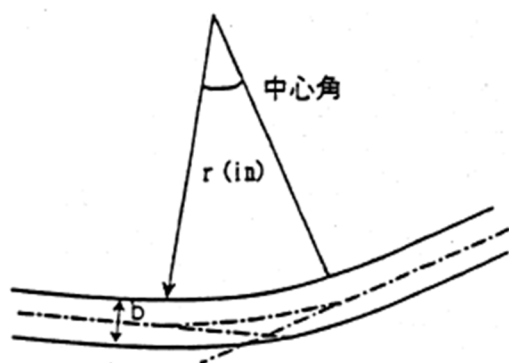


図7. 1 土石流導流工屈曲部の法線形

(3) 縦断形

土石流導流工の縦断形は、急な勾配変化をさける。なお、土砂の堆積遡上が予想される場合は、これに対して安全な構造とする。

【解説】

土石流を安全な場所まで導流させることが必要なため、土石流導流工の縦断形は、急な勾配変化をさける。なお、土砂の堆積遡上が予想される場合は、これに対してこれに応じた護岸高を設定する等、安全な構造とする。

(4) 構造

溪床は掘込み方式を原則とする。

湾曲部では外湾部の水位上昇を考慮して護岸の高さを決定する。

【解 説】

理論値、実測値、実験結果等により水位上昇を推定し、これを安全に流せる構造とする。土石流では、外湾の最高水位 $D_{d(out)max}$ は $D_d + 10 \cdot (B_r \cdot U^2) / (\theta_r \cdot g)$ にもなることがあるが、一般に土石流導流工や流路工が施工される扇状地では、土石流及び清流での水位上昇はそれぞれ下式により求める。

$$\text{土石流} : D_{d(OUT)max} = D_d + 2 \frac{B_r \cdot U^2}{\theta_r \cdot g}$$

$$\text{清流(射流)} : D_{d(OUT)max} = D_d + \frac{B_r \cdot U^2}{\theta_r \cdot g}$$

ここに、

D_d : 直線部での水深(m)

B_r : 流路幅(m)

U : 平均流速(m/s)

θ_r : 水路中央の曲率半径(m)

g : 重力加速度 (m/s^2) (=9.8)

7.2 土石流流向制御工

土石流導流堤等により土石流の流向を制御するもので、越流を生じない十分な高さとするともに、表のり先の洗掘に注意する。

設計は、「土石流・流木対策設計技術指針」によるものとする。

【解説】

(1) 導流堤の法線形状

計画基準点よりも下流で土砂を流しても安全な場所があり、下流に災害等の問題を生じさせずに安全な場所まで土砂を流下させることができる場合は、土石流の流向を土石流導流堤等により流向を制御し、安全な場所まで導流する。土石流流向制御工の法線は土石流直撃による越流を防止するために、流れに対する角度(θ_c)は $\theta_c < 45^\circ$ とする。土石流の流向を 45° 以上変更する場合、土石流導流堤を複数に分割し、霞堤方式に配置する。

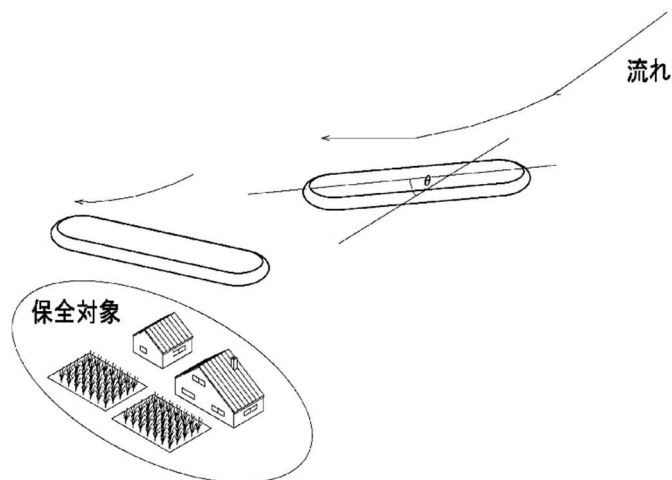


図 7.2 土石流導流堤の法線と高さ

(2) 導流堤の高さ

土石流流向制御工の天端は原則として現溪床勾配と平行とする。高さは土石流の水深に余裕高を加えたものとする。

土石流の速度及び水深は「3.2 設計外力の設定」に従い求める。

(3) 導流堤の法面保護および法先の洗掘対策

導流堤の表法はコンクリート、石積み、コンクリートブロック積み、鋼矢板等による護岸により土石流の侵食から防護する。法先は護岸工の根入れ、コンクリートブロック等による根固め工、及び根固水制工等により洗掘に対して安全な構造とする。

8. 高さ 2 m を超える擁壁の設計

施行令

(対策工事等の計画の技術的基準)

第 7 条 法第 11 条の政令で定める技術的基準は、次のとおりとする。

一 略

二 略

三 略

四 略

五 略

六 対策工事の計画及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画において定める高さが 2 メートルを超える擁壁については、建築基準法施行令(昭和 25 年政令第 338 号)第 142 条(同令第 7 章の 8 の準用に関する部分を除く。)に定めるところによるものであること。

建築基準法施行令

(擁壁)

第 142 条 第 138 条第 1 項に規定する工作物のうち同項第 5 号に掲げる擁壁(以下この条において単に「擁壁」という。)に関する法第 88 条第 1 項において読み替えて準用する法第 20 条の政令で定める技術的基準は、次に掲げる基準に適合する構造方法又はこれと同等以上に擁壁の破壊及び転倒を防止することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いることとする。

一 鉄筋コンクリート造、石造その他これらに類する腐食しない材料を用いた構造とすること。

二 石造の擁壁にあつては、コンクリートを用いて裏込めし、石と石とを十分に結合すること。

三 擁壁の裏面の排水を良くするため、水抜穴を設け、かつ、擁壁の裏面の水抜穴の周辺に砂利その他これに類するものを詰めること。

四 次項において準用する規定(第 7 章の 8(第 136 条の 6 を除く。))の規定を除く。)に適合する構造方法を用いること。

五 その用いる構造方法が、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によつて確かめられる安全性を有すること。

2 擁壁については、第 36 条の 3 から第 39 条まで、第 51 条第 1 項、第 62 条、第 71 条第 1 項、第 72 条、第 73 条第 1 項、第 74 条、第 75 条、第 79 条、第 80 条(第 51 条第 1 項、第 62 条、第 71 条第 1 項、第 72 条、第 74 条及び第 75 条の準用に関する部分に限る。)、第 80 条の 2 及び第 7 章の 8(第 136 条の 6 を除く。)の規定を準用する。

平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1449 号

煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件

最終改正 平成 19 年 05 月 18 日 国土交通省告示 第 0620 号

建築基準法施行令(昭和 25 年政令第 338 号)第 142 の規定に基づき、煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を次のように定める。

第 1 ー 略 ー

第 2 ー 略 ー

第 3 令第 138 条第 1 項に規定する工作物のうち同項第 5 号に掲げる擁壁の構造計算の基準は、宅地造成等規制法施行令(昭和 37 年政令第 16 号)第 7 条に定めるとおりとする。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合にあっては、この限りでない。

- 一 宅地造成等規制法施行令第 6 条第 1 項各号のいずれかに該当するがけ面に設ける擁壁
- 二 土質試験等に基づき地盤の安定計算をした結果がけの安全を保つために擁壁の設置が必要でないことが確かめられたがけ面に設ける擁壁
- 三 宅地造成等規制法施行令第 8 条に定める練積み造の擁壁の構造方法に適合する擁壁
- 四 宅地造成等規制法施行令第 14 条の規定に基づき、同令第 6 条第 1 項第 2 号及び第 7 号から第 10 条までの規定による擁壁と同等以上の効力があると国土交通大臣が認める擁壁

第 4 ー 略 ー

宅地造成等規制法施行令

(鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造)

第 7 条 前条の規定による鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁の構造は、構造計算によつて次の各号のいずれにも該当することを確かめたものでなければならない。

- 一 土圧、水圧及び自重(以下「土圧等」という。)によつて擁壁が破壊されないこと。
- 二 土圧等によつて擁壁が転倒しないこと。
- 三 土圧等によつて擁壁の基礎が滑らないこと。
- 四 土圧等によつて擁壁が沈下しないこと。

2 前項の構造計算は、次に定めるところによらなければならない。

- 一 土圧等によつて擁壁の各部に生ずる応力度が、擁壁の材料である鋼材又はコンクリートの許容応力度を超えないことを確かめること。
- 二 土圧等による擁壁の転倒モーメントが擁壁の安定モーメントの 3 分の 2 以下であることを確かめること。

- 三 土圧等による擁壁の基礎の滑り出す力が擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力の3分の2以下であることを確かめること。
 - 四 土圧等によつて擁壁の地盤に生ずる応力度が当該地盤の許容応力度を超えないことを確かめること。ただし、基礎ぐいを用いた場合においては、土圧等によつて基礎ぐいに生ずる応力が基礎ぐいの許容支持力を超えないことを確かめること。
- 3 前項の構造計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。
- 一 土圧等については、実況に応じて計算された数値。ただし、盛土の場合の土圧については、盛土の土質に応じ別表第二の単位体積重量及び土圧係数を用いて計算された数値を用いることができる。
 - 二 鋼材、コンクリート及び地盤の許容応力度並びに基礎ぐいの許容支持力については、建築基準法施行令(昭和25年政令第338号)第90条(表1を除く。)、第91条、第93条及び第94条中長期に生ずる力に対する許容応力度及び許容支持力に関する部分の例により計算された数値
 - 三 擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力については、実況に応じて計算された数値。ただし、その地盤の土質に応じ別表第3の摩擦係数を用いて計算された数値を用いることができる。

【解説】

政令第7条第1項第6号では、対策工事の計画及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画において定める高さが2mを超える擁壁については、建築基準法施行令第142条の規定によることとなっている。これは建築基準法の適合を担保するための規定である。

建築基準法施行令第142条では、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算により擁壁の構造耐力上の安全性を確かめることになっている。国土交通大臣が定める基準については、宅地造成等規制法施行令第7条に定めるとおりにすることが、平成12年建設省告示1449号(最終改正：平成19年国土交通省告示第0620号)において示されている。

このことから、土砂災害防止法における特定開発行為において、高さ2mを超える擁壁を設置する場合には、採用する技術基準と共に宅地造成等規制法施行令にも準拠した計画、設計を行うことが必要となる。

詳細については、「宅地防災マニュアルの解説」を参照すること。

9. 対策工事等による警戒区域等の範囲の確認

(1) 対象となる地形改変

特定開発行為における対策工事等によって、特別警戒区域の範囲が消滅もしくは変更になる可能性がある場合は、特定開発行為に関する申請者において、その真偽を確かめるものとする。

【解 説】

特定開発行為における対策工事等の計画によっては、谷を埋めるような場合も想定できる。この場合、特別警戒区域の範囲が消滅したり、変更になることが予想されるが、これは特定開発行為の一環として人為的に生じるものであるため、申請者において、土砂災害の発生のおそれのある範囲を確かめ、それに対する対策工事等を計画するものとする。なお、対策工事等の終了後には、速やかに県が基礎調査を実施して、指定の解除や変更を行うこととなる。

特別警戒区域の範囲が変わることが予想される溪流における地形改変の具体例は、図9.1のとおりである。基準地点が上流に移動するに伴って流域面積が減少し、土石流により流下する土石等の量が減少することにより特別警戒区域が狭まる事例である。

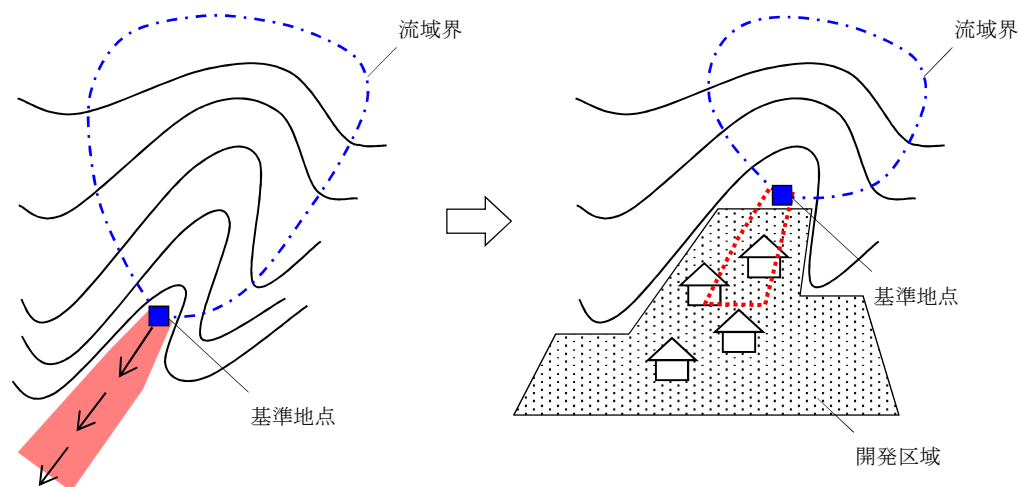


図9.1 特別警戒区域の範囲が変わる地形改変の具体例

10. チェックリスト（土石流）

チェック項目	確認	掲載箇所	備考
1 対策工事の計画			
(1) 特定予定建築物の敷地に土石等が到達しない計画となっているか			
① 対策施設計画			
土石流の発生のおそれのある溪流ごとに対策施設計画が立案されているか		土石流編 2.4	
予定建築物の敷地において、土石流により流下する土石等の量が適正に算定されているか		土石流編 2.4	
新たな対策施設の効果量が適正に評価されているかどうか		土石流編 2.4	
対策施設の設置位置が適正かどうか			
流域の土砂処理計画は適正になされているか		土石流編 2.4	
② 設計外力の確認			
土石流の力や高さの算定に用いる土質定数は適正か		土石流編 3.1	
土砂量が適正に算定されているか		土石流編 2.4	
(2) 開発区域及びその周辺の地域において土砂災害の発生のおそれを大きくしていないか		土石流編 2.3	
2 対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画			
対策工事の計画と相まって、開発区域およびその周辺の地域において土砂災害の発生のおそれを大きくしていないか		土石流編 2.1	
対策工事の機能を妨げていないか			
3 対策工事の形状又は施設の構造			
(1) 山腹工 山腹の表層の風化その他の侵食を防止すること等により、当該山腹の安定性を向上する機能を有する構造となっているか		土石流編 4	
(2) 砂防堰堤 土石流により流下する土石等を堆積することにより溪床を安定する機能を有し、かつ、土圧、水圧、自重及び土石流により当該砂防堰堤に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造となっているか		土石流編 5	
(3) 床固工 溪流の土石等の移動を防止することにより溪床を安定する機能を有し、かつ、土圧、水圧、自重及び土石流により当該床固工に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造となっているか		土石流編 6	
(5) 土石流を開発区域外に導流するための施設 当該施設を設置する地点において流下する土石流を開発区域外に安全に導流することができる構造となっているか		土石流編 7	
<高さが2mを超える擁壁>			
建築基準法施行令の第142条に定められた基準を満足しているか		土石流編 8	