

土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律

京都府特定開発行為許可マニュアル(案)

技術基準（土石流編）

平成19年 3月

砂 防 室

京都府特定開発行為許可マニュアル（案）

技術基準（土石流編）

目 次

第1章 対策工事等に関する基本的留意事項.....	1
第2章 対策工事等の計画.....	3
2.1 土砂災害の防止.....	3
2.2 対策工事等の周辺への影響.....	10
2.4 土石流対策計画.....	18
第3章 対策工事等の設計.....	26
3.1 堰堤等の設計外力の設定.....	26
3.2 山腹工の設計.....	35
3.4 床固の設計.....	42
3.5 高さ2 mを超える擁壁の設計.....	42
第4章 特別警戒区域の範囲を変更する対策工事等の取扱い.....	47
4.1 対象となる地形改変.....	47
参考資料	
① 対策工事の計画例.....	50
② 審査チェックリスト.....	54
③ 対策工事の種類と適用について.....	56

第1章 対策工事等に関する基本的留意事項

特定開発行為の対策工事等の計画は、政令で定める技術的基準にしたがって講じるものとする。

【解説】

法第11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条にしたが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が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おそれを大きくさせてないか。
- 2) 対策工事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）堰堤及び床固

- 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堰堤及び床固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。

（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。

<参考> 土砂災害防止法 法律第 11 条、施行令第 7 条

法律

(許可の基準)

第 11 条 都道府県知事は、第 9 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 11 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っては、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 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堰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。

第2章 対策工事等の計画

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」、「堰堤」、「土石流を開発区域に導流するための施設」のうちいずれか、又はこれらの組み合わせによって特定予定建築物の敷地に土石流を到達させることのないように計画するものとする。

【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双方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

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おそれが増大する場合（図 2.1 参照）。

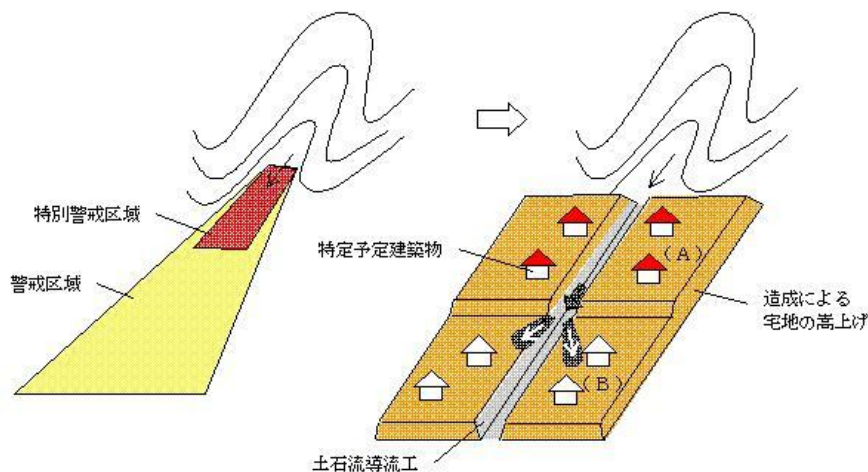


図 2.1 対策工事が対策工事以外の工事に悪影響を与える例

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

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おそれなくなる場合 (図 2.2 参照)。

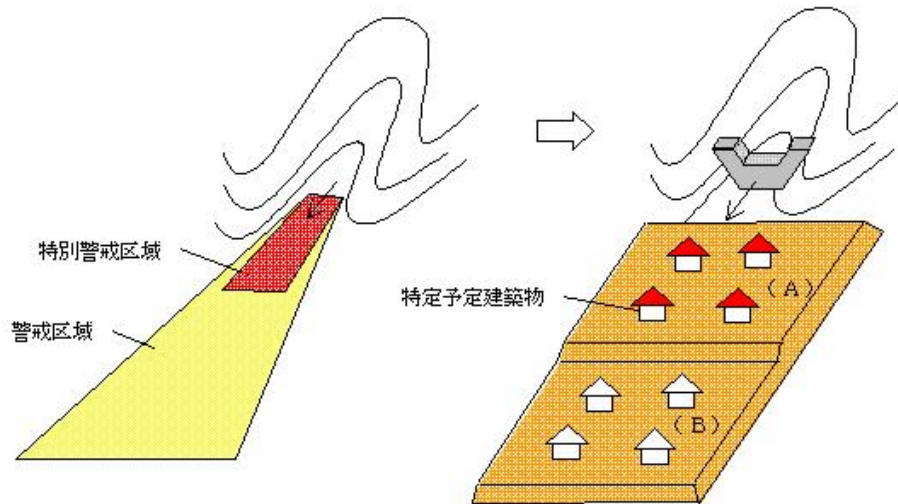


図 2.2 対策工事が対策工事以外の工事に効果を与える例

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

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 (図 2.3 参照)。

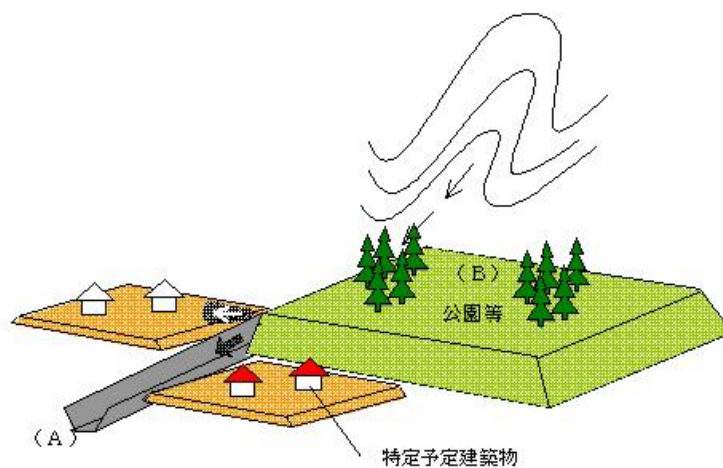


図 2.3 対策工事以外の工事が対策工事に悪影響を与える例

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

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、当初予定した堰堤の規模を減じることが可能となる場合（図 2.4 参照）。

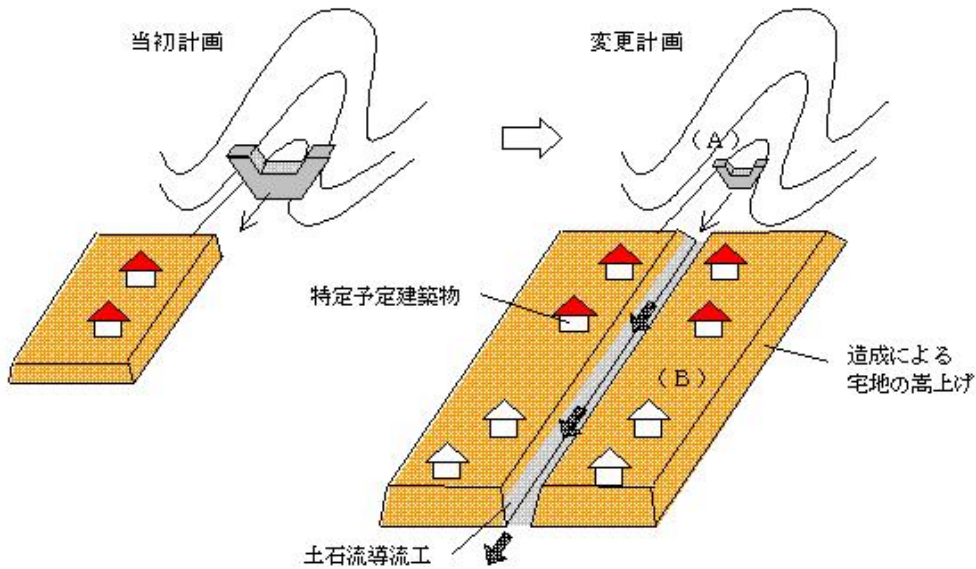
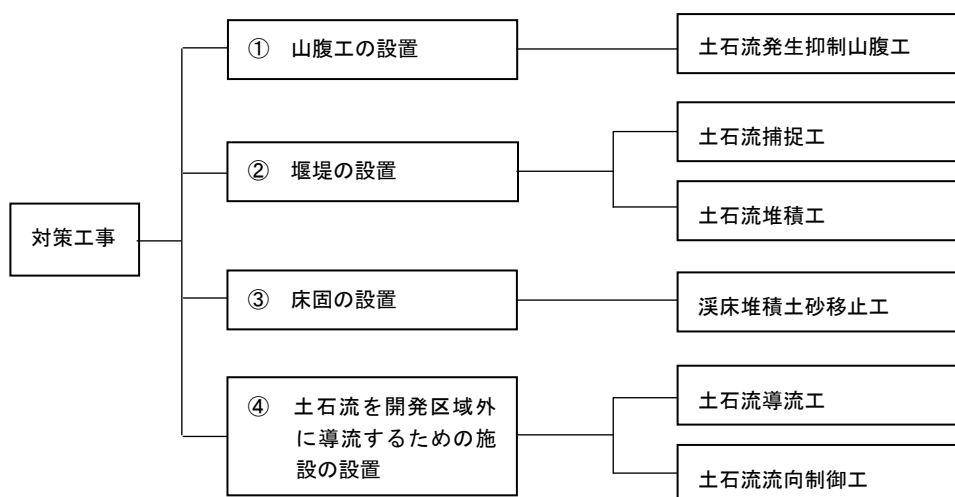


図 2.4 対策工事以外の工事が対策工事に効果を与える例

(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。



⑤ この他に、各工事の組み合わせもあり得る。

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。
堰堤	土石流捕捉工	土石流を一時的に貯留し、その後掃流形態で下流に安全に流下させるものである。一度堆積した土砂はその後の中小出水によって自然に排出されることを期待するものであるが、土石流が短い間隔で発生するおそれがある場合や、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には、除石が行われる場合がある。
	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場合が多い。
床固	溪床堆積土砂移動防止工	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場合が多い。
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	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。

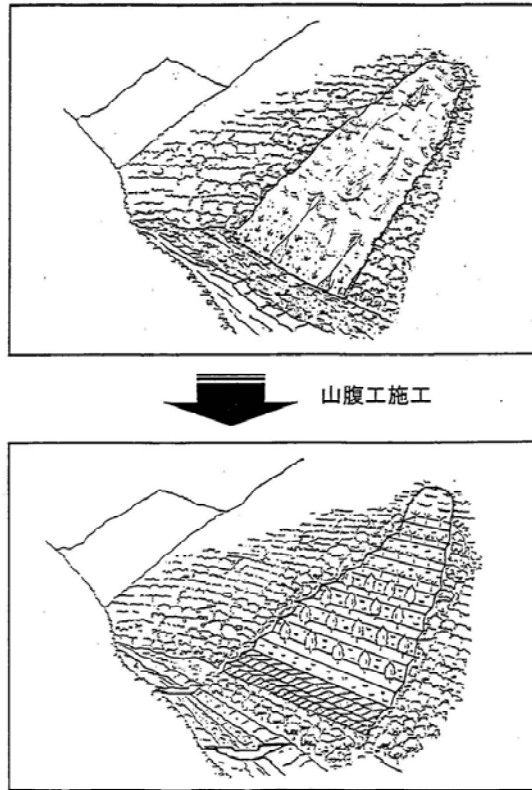


図 2.6 山腹工のイメージ

2) 堰堤

土石流により流下する土石等を堆積させる施設は、以下のものがある。

ア 土石流捕捉工

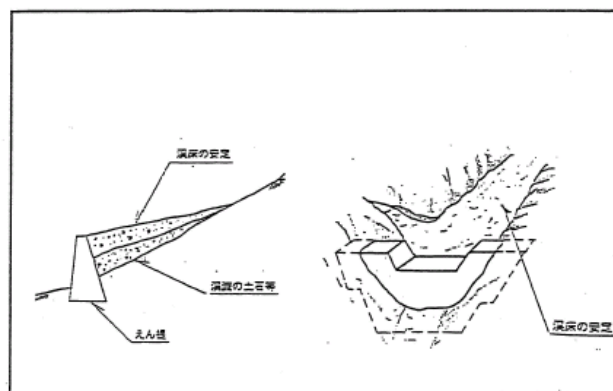


図 2.7 土石流捕捉工のイメージ

イ 土石流堆積工

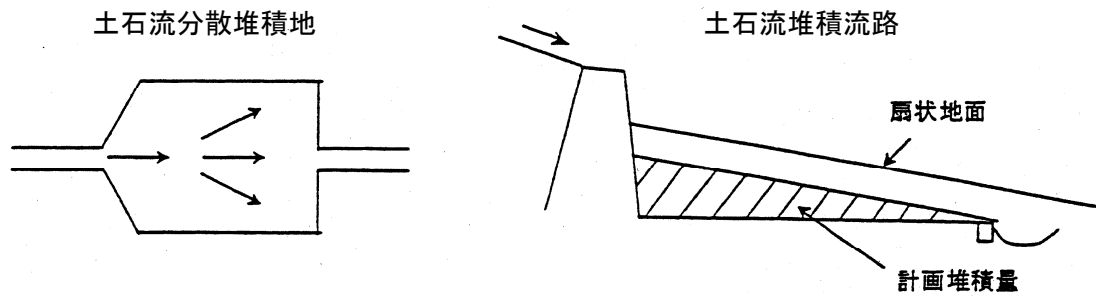


図 2.8 土石流堆積工のイメージ

3) 床固

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する施設。

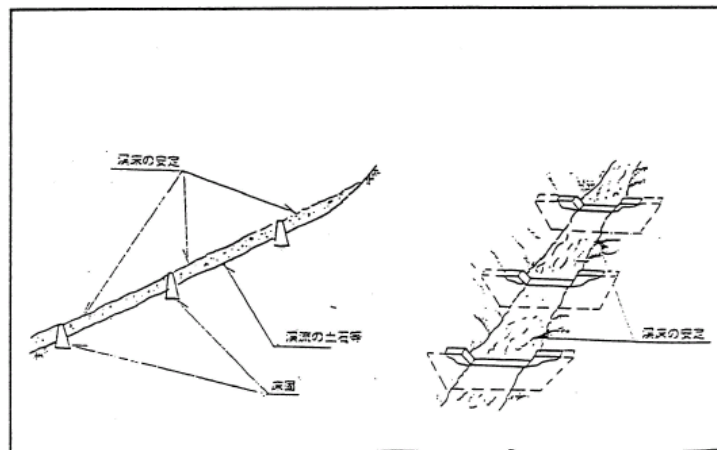


図 2.9 床固のイメージ

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

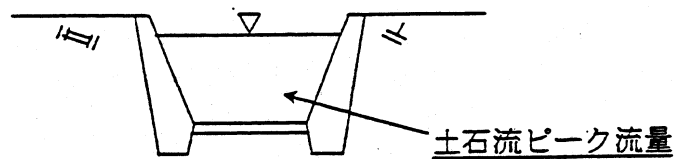


図 2.10 土石流導流工のイメージ

イ 土石流流向制御工

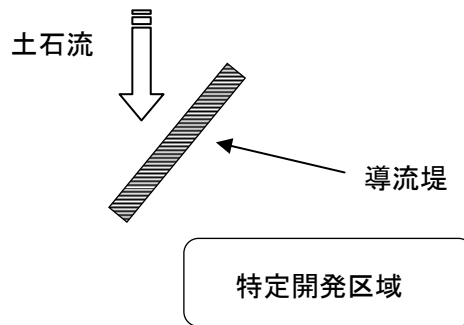


図 2.11 土石流流向制御工のイメージ

5) 対策工事の組み合わせ

上記の1)～4)を組み合わせることで特定予定建築物の敷地に土石流を達しないようにする場合も考えられ、以下のような例があげられる。

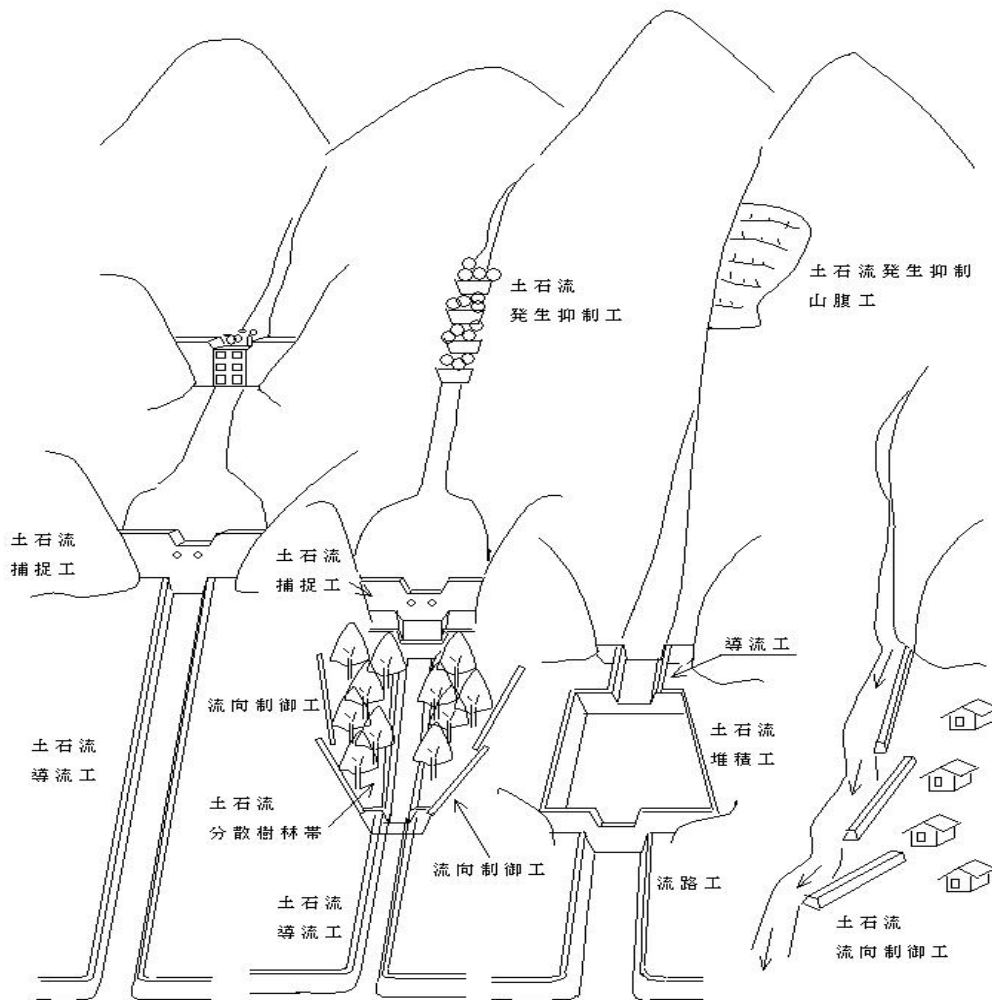


図 2.12 対策施設の組み合わせ

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。対策工事及びそれ以外の特定開発行為に関する工事の両者を含めて総合的に周辺地域における土砂災害の発生のおそれを大きくし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

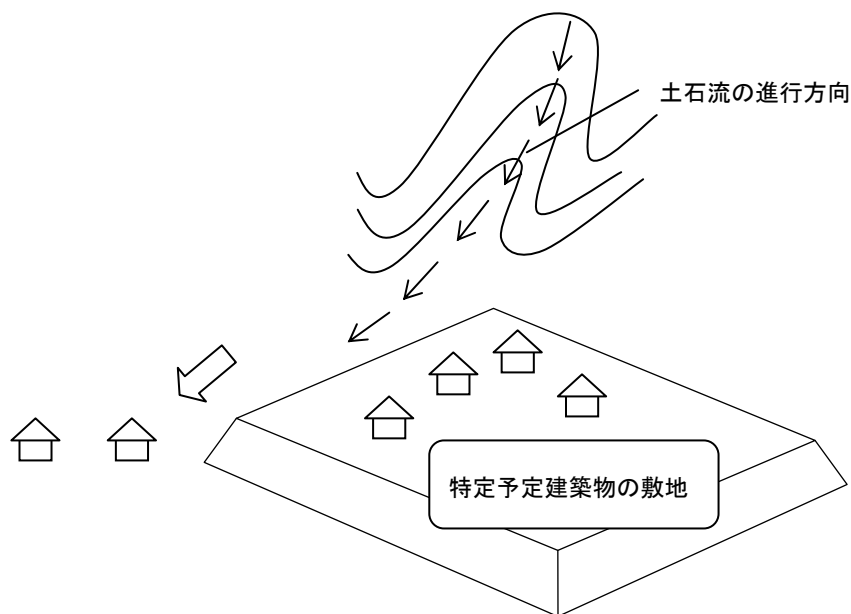


図 2.13 土砂災害のおそれを増大させる対策工事の例

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。

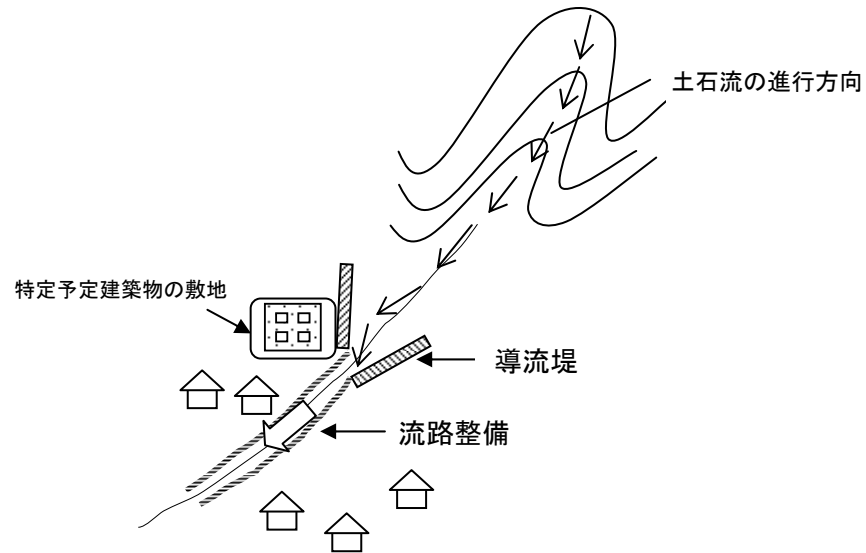


図 2.14 流路整備を適正に対策工事に盛り込んだ対策工事の例

2.3 対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画

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、以下に示す「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。溪流を保全する流路を整備すべき区間を目安にできる。

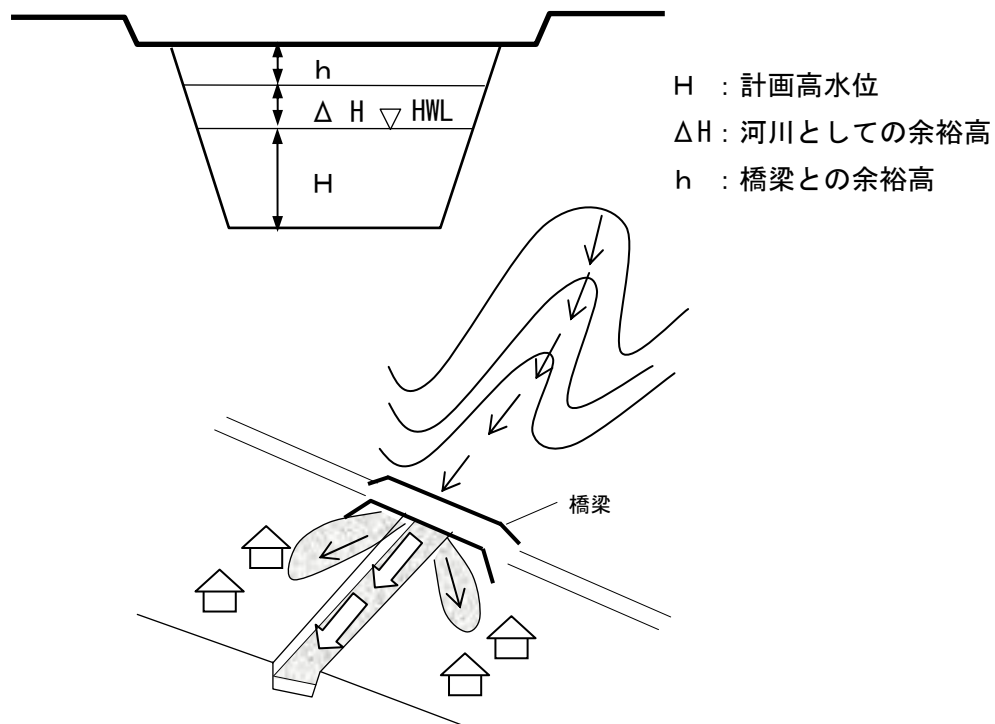


図 2.15 トラブルスポットによる土石流氾濫のイメージ

<参考> 砂防指定地内の河川における橋梁等設置基準(案)

○砂防指定地内の河川における橋梁等設置基準

(案)

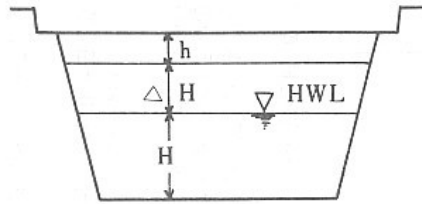
〔昭和四九年七月一日 建河砂発第四〇号
各都道府県土木部長あて 建設省河川局砂防課長〕

(一般的基準)

橋梁は砂防指定地内における地形、地質、流木の流出、流出土砂量等を勘案して「河川管理施設等構造令」(案)にもとづく構成に下記の各号に定めた条項を付加した構造とする。

(桁下高)

橋梁の桁下高は計画護岸高(計画高水位に河川としての余裕高を加えたもの)に流木の流出等を考慮した余裕高を加算した高さ以上とする。



H：計画高水位
 ΔH ：河川としての余裕高
 h：橋梁としての余裕高
 $H + \Delta H$ ：計画護岸高
 $H + \Delta H + h$ ：桁下高
 (余裕高)

1 河川としての余裕高は原則として、ラショナル式によつて計算された計画高水流量によつて決定するものとし、左表の数字を下さわつてはならない。

計画高水流量
 余裕高
 200 m^3 /sec未満 0.6m
 200 m^3 /sec～500 m^3 /sec 0.8m
 500 m^3 /sec以上 1.0m

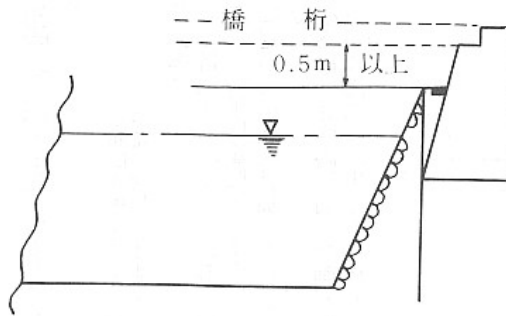
ただし、余裕高は河川勾配によつても変化するものとし、計画高水位(H)に対する余裕高(ΔH)との比($\Delta H/H$)は左表の値以下とならないようにすること。

勾配	$\Delta H/H$ 値	1未満	1以上	1未満	1以上	1未満	1以上	1未満	1以上
1/10未満	0.5	1/10未満	1/10以上	1/30未満	1/30以上	1/50未満	1/50以上	1/70未満	1/70以上
1/30未満	0.4	1/30未満	1/30以上	1/50未満	1/50以上	1/70未満	1/70以上	1/100未満	1/100以上
1/50未満	0.3	1/50未満	1/50以上	1/70未満	1/70以上	1/100未満	1/100以上	1/200未満	1/200以上
1/70未満	0.25	1/70未満	1/70以上	1/100未満	1/100以上	1/200未満	1/200以上		
1/100未満	0.20	1/100未満	1/100以上						
1/200未満	0.10	1/200未満	1/200以上						

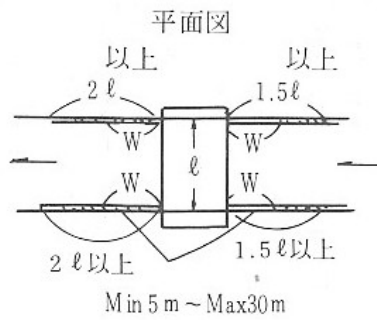
2 橋梁としての余裕高は○・五mを原則とし、現況又は現計画で河川としての余裕高が前項の高さを上廻つて居るときでも原則として○・五mとする。

(支間長)

支間長(斜橋又は曲橋の場合には洪水時の流水方向に直角に測つた長さとする)は計画高水流量、流水の状態等を考慮して、洪水時の流水に著しい支障を与えない長さとし、計画高水流量が五〇〇 m^3

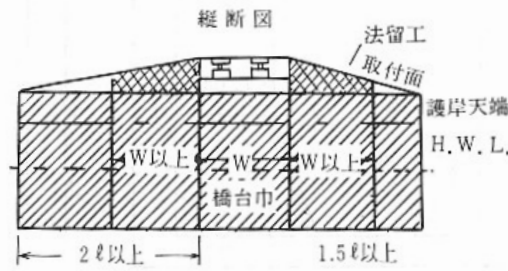


- /sec 未満の河川では十五m以上、五〇〇㎡/sec以上二、〇〇〇㎡/sec 未満の河川では二十m以上とする。単径間の場合は高水位法線幅以上とすること。
 ただし、高水位法線の巾が三十m以下の河川では、原則として中に橋脚をもうけないものとする。
 (橋台)
 1 橋台は護岸法肩から垂直に下した線より後退させてもうけるものとし、地形、用地等の状況からやむを得ない場合には護岸法線にあわせて、流水の疎通に支障のないようなめらかに接続すること。
 2 橋台は原則として自立式とする。ただし支間長五m以下で巾員



- 二・五m未満の橋梁においては、この限りではない。
 3 1項後段で橋台の前面を護岸法面にあわせてもうけた橋台の基礎敷高は、護岸の基礎と等高又はそれ以下とする。
 (橋梁設置に伴う護岸)
 1 未改修河川に施工する場合、橋台の前面及びその上下流部の川の法面に上下流それぞれ橋の巾員と同一の長さ以上の護岸を施工する。
 2 橋台1項後段で橋台の前面を護岸法面にあわせてもうける時は橋台の上流側に高水位法線巾の一・五倍以上、下流側に二・〇倍以上の護岸をもうけるものとし、その長さが橋梁の巾員に満たない場合は巾員までとする。

- 3 右記両項によつて計算された長さが五m未満となる場合には五m、三十m以上となる場合には三十mとする。
- 4 護岸高については、計画高水位に河川の余裕高を加えた高さとし、橋台の上下流でそれぞれ橋の巾員と同一の長さの区間の護岸の上部には原則として、法留工を施工するものとする。

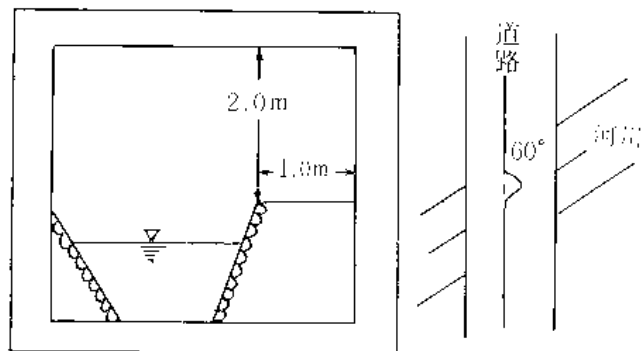


- 1 (橋脚) 橋脚の形状は原則として、小判型又は円形とし、その方向は洪水時の流水の方向に平行とする。
- 2 底版の上面の深さは原則として、計画河床高から二m以上低くするものとし、最低河床高が計画河床高より二m以上低い場合は最低河床高以下とする。
ただし直下流に床固、帯工等の河床低下防止工が存在する場合、又は基礎が岩盤である場合はこの限りでない。
- (橋梁の位置)
橋梁の架橋位置は河道の整正な地点を選ぶものとし、支派川の分合流点、水衝部、河川勾配の変化点、彎曲部はできる限りさけること。
- (橋梁の方向)
橋梁の方向は原則として洪水時の流心方向と直角にすること。やむを得ず斜橋となる場合でも、三径間以上で横過する場合は河川の中心線と道路の中心線の交角は極力六〇度を超える角度で交叉させる様努めるものとする。
- (暗渠)
1 ボックスカルバート等の上部に盛土のある暗渠は極力使用をさけること。
2 止むを得ず使用する場合には、下図の基準にもとづき管理部分を付加するものとする。
3 未改修の砂防河川に施工する場合、上下流に設ける護岸延長は、橋梁の場合に準じ施工し、流水を円滑に暗渠内に流入し得るよう計画すること。
4 暗渠によつて原河川が短絡し河床勾配が急になる場合は、下流側に減勢工をもうけ、在来水路に悪影響なく取付けること。
5 常時流水のある溪流を横断する場合、流水をヒューム管によつて処理することは極力さけること。

ただし流域面積 \times 一km以下の流域でやむを得ずヒューム管によつて処理する場合には、上流側にスクリーンダム「樹」等をもつて、二砂、ごみ等によつて管が閉塞されるのを防ぎ断面は流量計算の二倍以上とする。

また計算流量の二倍とした管径が六十cm以下の場合には管径を六十cmとすること。

5 暗渠等の本体は鉄筋コンクリート、その他これに類する構造とし、止むを得ずヒューム管等を使用する場合には地盤の沈下によつて盛土内でおれまがらない様な構造とすること。



(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、樹木の伐採に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 参照）、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の有無は、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を走向するおそれが考えられる。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。

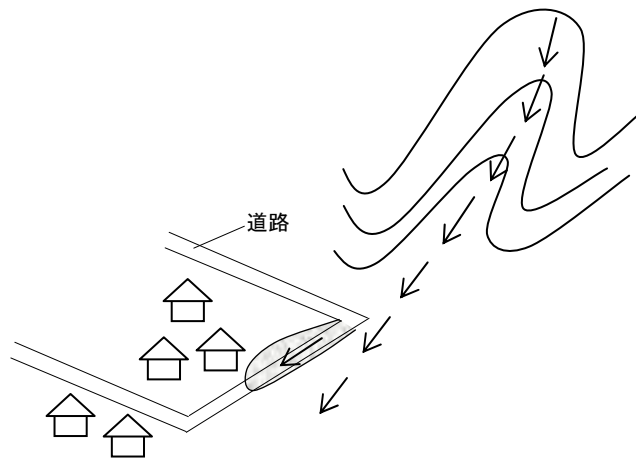


図 2.16 土石流の流下方向に影響する道路の敷設

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。

(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、計画土石流発生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。

$$Q - E \leq (B + C + D)$$

ここに、

Q：計画流出土砂量

E：計画流下許容量（0）

B：計画土石流発生抑制量

C：計画捕捉量（計画貯砂量C₁+計画調節土砂量C₂）

※平常時堆砂勾配までの計画貯砂量C₁を見込む場合は除石が必要となる

D：計画堆積量（堰堤以外の施設効果降下量）

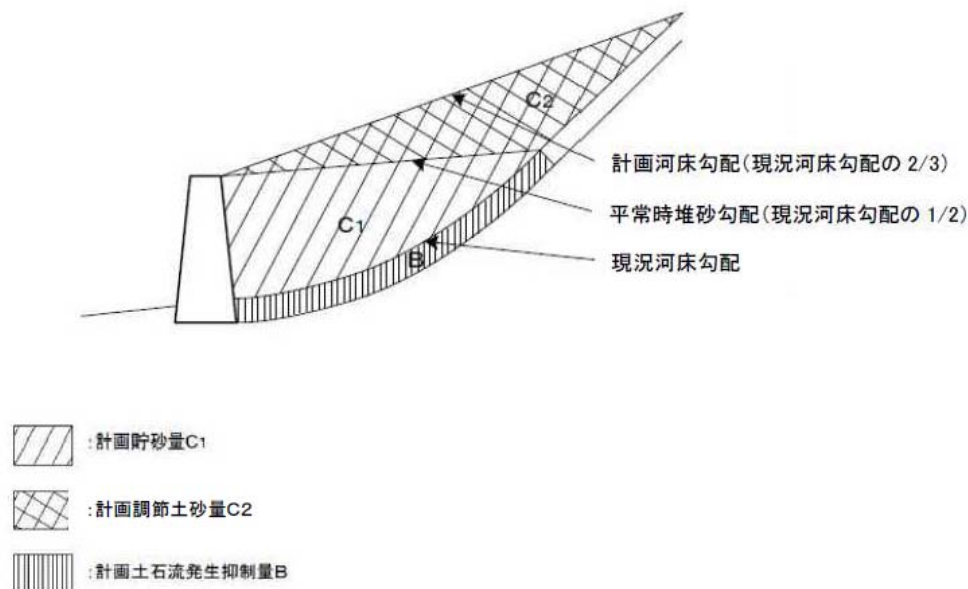


図 2.17 土石流対策施設の効果量

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 C (計画貯砂量 C1 + 計画調節土砂量 C2)	土石流発生時に土石流対策施設により捕捉させる土石等の量で、原則として平常時堆砂勾配と計画堆砂勾配の差とする。 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、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 D	土石流発生時に土石流堆積流路や土石流分散堆積地などで減勢し堆積す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。
計画土石流発生抑制量 B	土石流の発生・流下区間において、対策施設により山崩れ、地すべり、河床・河岸の浸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、さらに新規荒廃を防止して土石流となる有害な土砂の生産を抑制する量をいう。

土石流により流下する土石等の量 (V) については、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 (特別警戒区域を想定する際の土砂量) が対象となる (図 2-10)。

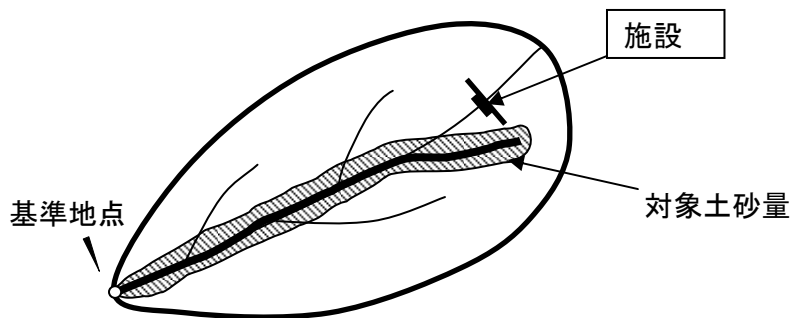


図 2- 10 想定土石流流出区間の土砂量

ただし、新たに対策施設が計画又は設置されるごとに想定土石流流出区間及び特別警戒区域は見直されるので、注意が必要である(図 2-11)。

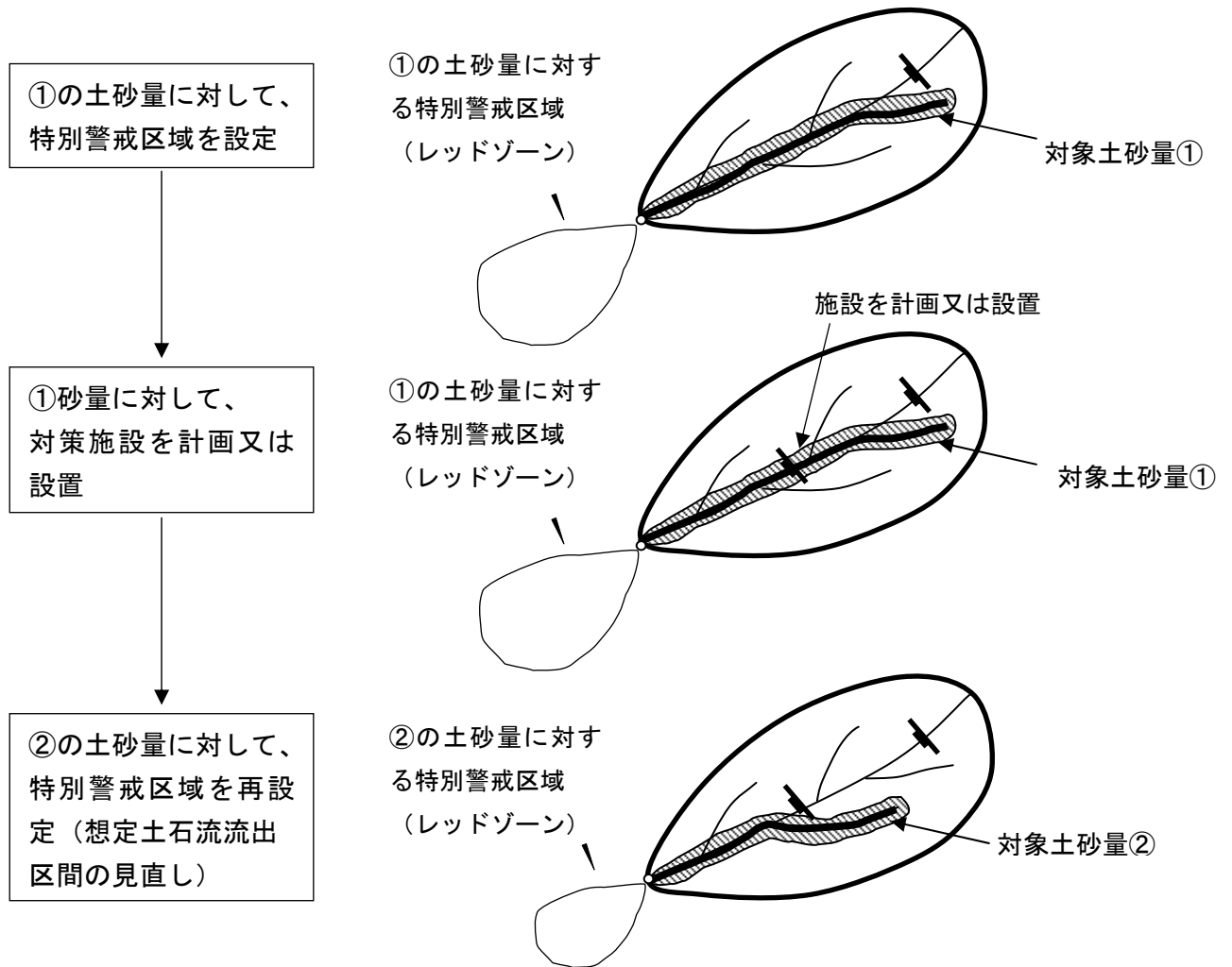


図 2.18 想定土石流量区間及び特別警戒区域の見直し

(2) 対策施設の効果量

土石流対策施設ごとの効果量は、表 2.3 のとおりである。

表 2.3 対策施設の効果量

対策工事	施設	効果量
土石流発生抑制山腹工	山腹工	計画土石流発生抑制量
土石流捕捉工	不透過型砂防堰堤	計画土石流発生抑制量、計画捕捉量
	透過型砂防堰堤	計画捕捉量（計画土石流発生抑制量）
土石流堆積工	土石流堆積流路 土石流分散堆積地	計画堆積量
溪床堆積土砂移動防止工	床固	計画土石流発生抑制量

1) 土石流発生抑制山腹工

土石流発生抑制山腹工の効果量は、特別警戒区域を設定するための基礎調査において計上している崩壊可能土砂量をもとに、施工面積に応じて土石流発生抑制量として見込むものとする。

【解説】

土石流発生抑制山腹工の効果量は、以下の方法により算出することができる。

ア 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次谷の流域内の溪床において、山腹工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。

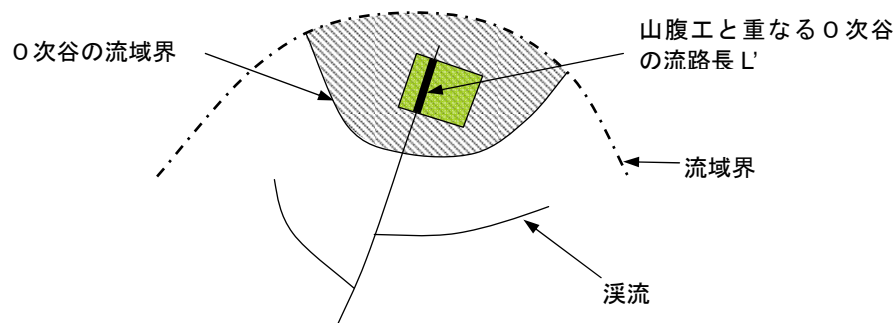


図 2.19 山腹工の効果量を算出する方法

以上より求めた L' に、0次谷の単位長さ当たりの溪床堆積土砂量 (Ae') を乗じて効果量を算出する。

$$\text{山腹工の発生抑制量 (m}^3\text{)} = Ae' \text{ (m}^3\text{/m)} \times L' \text{ (m)}$$

イ 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

山腹工が溪床と重ならない場合、0次谷の流域面積に対する山腹工の施工面積を、0次谷の流路長に対する効果を見込める流路長として算出する。

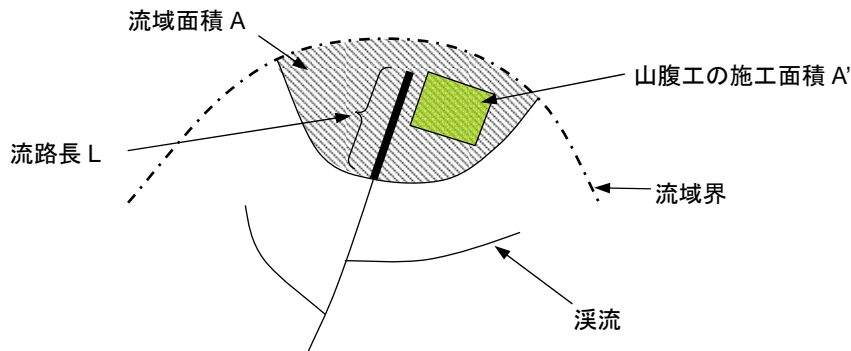


図 2.20 山腹工の効果量を算出する方法（山腹工が溪床と重ならない場合）

$$A : A' = L : L' \quad (\text{山腹工の効果量を算出するための流路長})$$

$$L' = L \times A' / A$$

以上より求めた L' に、0次谷の単位長さ当たりの溪床堆積土砂量 (Ae') を乗じて効果量を算出する。

$$\text{山腹工の発生抑制量 (m}^3\text{)} = Ae' \text{ (m}^3\text{/m)} \times L' \text{ (m)}$$

2) 土石流捕捉工

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調節量の差とする。

【解説】

堰堤の堆砂勾配は、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堰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。不透過型堰堤の平常時堆砂勾配は既往実績をもとに現溪床勾配の 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。

透過型砂防堰堤の平常時堆砂面は透過部底を基点とし、不透過型堰堤と同じ堆砂勾配で形成されるものとする。土石流時は閉塞し、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、不透過型砂防堰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も効果として見込むことができる。

イ 計画土石流発生抑制量

計画土石流発生抑制量は、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。透過部底を現溪床付近とする透過型砂防堰堤の場合は、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。透過部底が現溪床より高い場合は、透過部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、計画土石流発生抑制量とする。

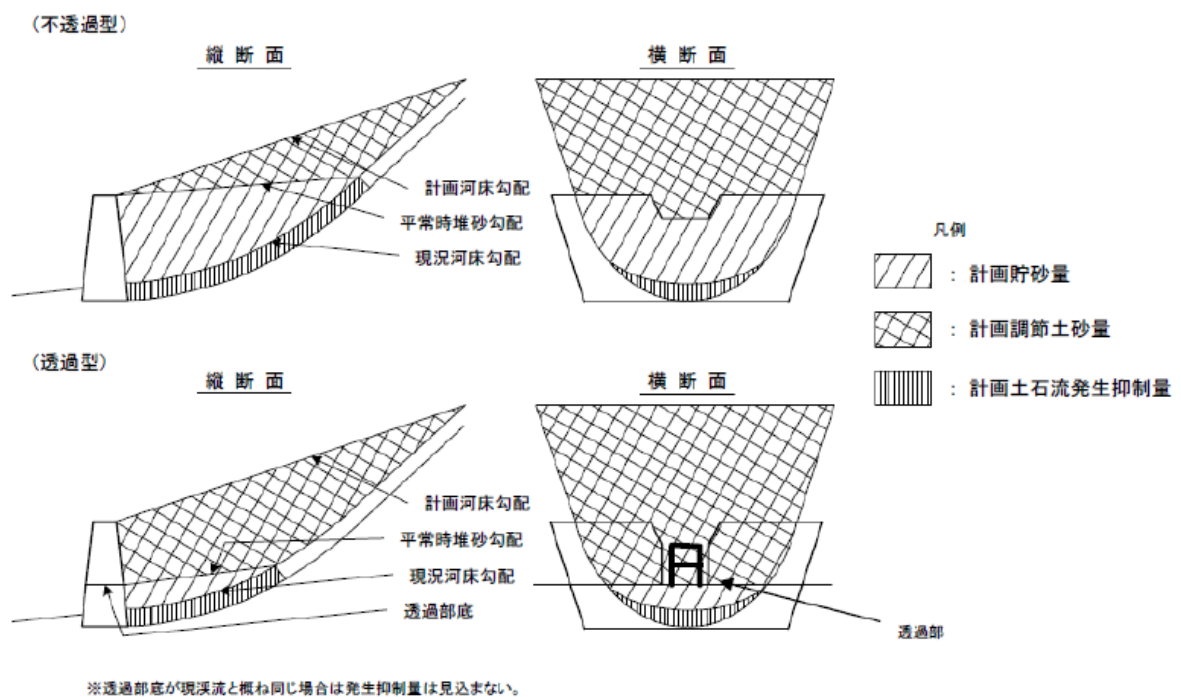


図 2.20 土石流捕捉工の効果量

3) 土石流堆積工

計画堆積量は、堆積した土砂を除石することを前提に、効果量としてを見込むものとする。

【解説】

ア 土石流堆積流路

流路内の堆積量を効果量として評価する。堆積量は土石流ピーク時の水深 h に余裕高 Δh を加えた値を流路工の深さから差引いた標高を求め、土石流時水路の溪床勾配で結ぶ線を堆砂線として、それ以下の容量として求める。

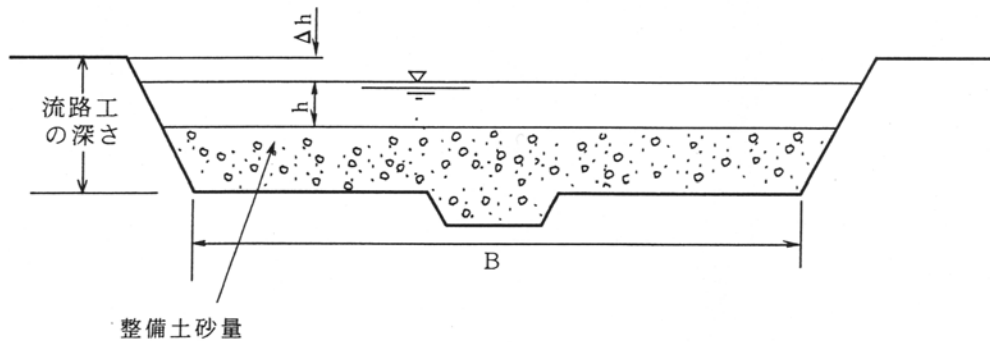


図 2.21 土石流堆積流路の効果量

イ 土石流分散堆積地

土石流分散堆積地の効果量は、堆積地底面と土石流時堆砂勾配との間に堆積する土砂量とする。

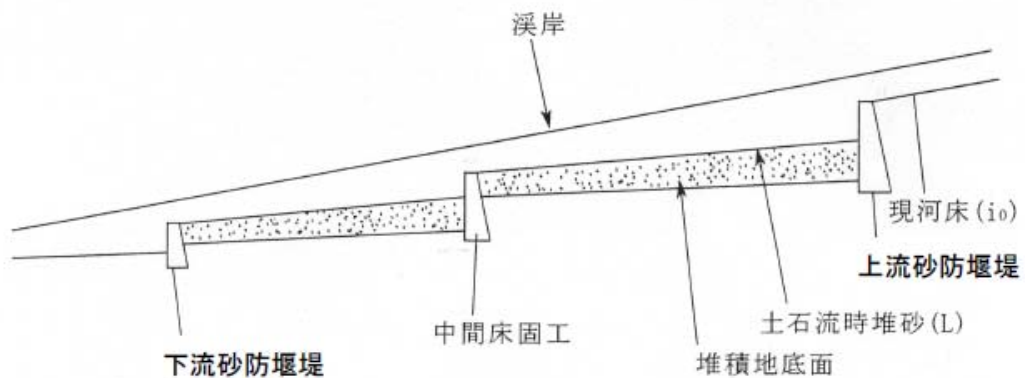


図 2.22 土石流堆積地の縦断形状

4) 溪床堆積土砂移動防止工

溪床堆積土砂移動防止工の効果量は、特別警戒区域を設定するための基礎調査において、溪床堆積土砂量として計上されている量をもとに、計画土石流発生抑制量として見込むものとする。

【解説】

溪床堆積土砂移動防止工の効果量は、図 2.23 に示すように計画土石流発生抑制量として算出する。

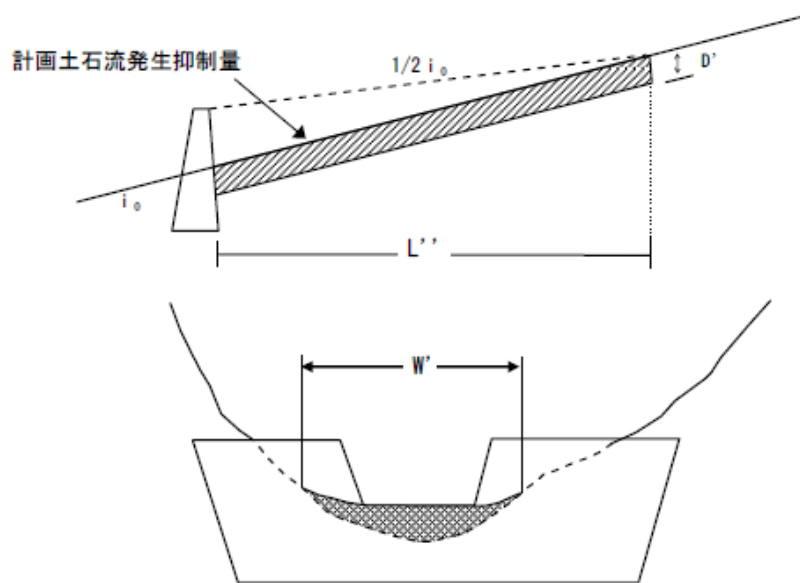


図 2.23 溪床堆積土砂移動防止工の効果

第3章 対策工事等の設計

3.1 堰堤等の設計外力の設定

3.1.1 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】

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条に規定される式を用いて行う。その式中の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。

ただし、特別警戒区域の設定に当たって、府はこれらの定数の値を設定しており、これらの値を参考とすることができる。

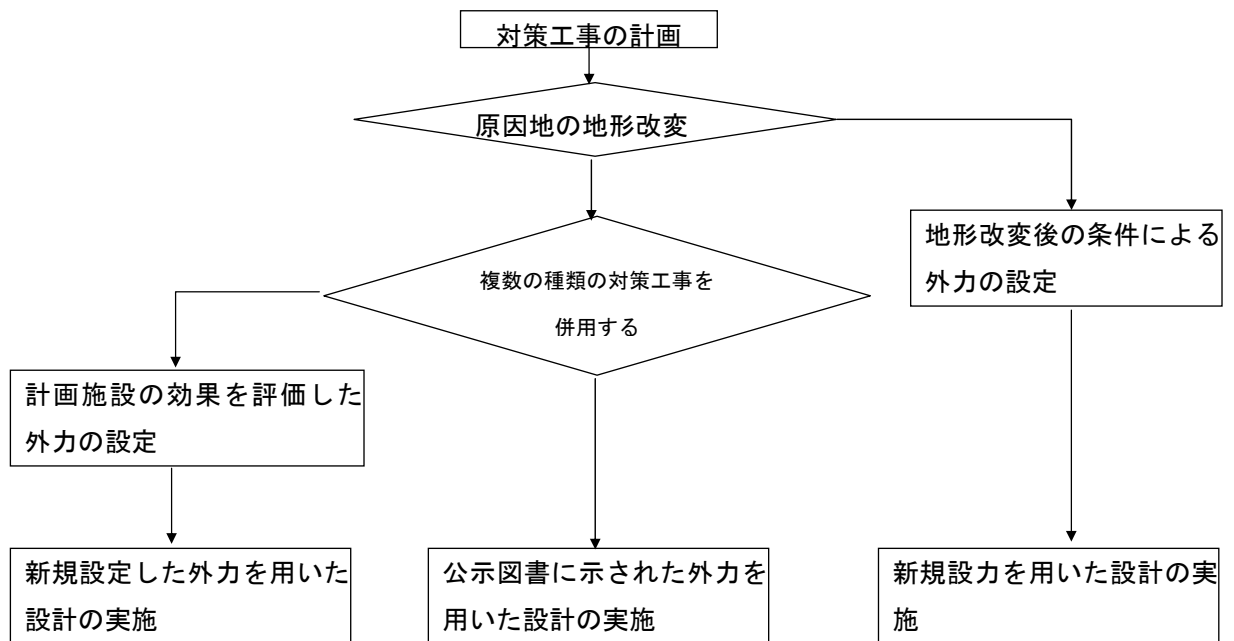


図 3.1 外力設定・土質定数等の取扱い区分

また、この他に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参考とすることもできる。

<参考>土石等の土質定数の推定

表 3.1 土質定数等の一覧

項 目	記 号	単 位	採 用 値
土石流に含まれる礫の密度	σ	10 ³ kg/m ³	2.6
土石流に含まれる流水の密度	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	ϕ	°	35 (30~40)
粗度係数	n	—	0.1
堆積土石等の容積濃度	C _*	—	0.6

出典：京都府基礎調査マニュアル(案)土石流編（平成16年7月）

表 3.2 土砂の水中における土質定数

種 別	状 態	単位重量 (kN/m ³)	水中の単位重量 (kN/m ³)	内部摩擦角 (度)	水中の内部摩擦角 (度) ϕ
砂 石	—	15.7~18.6	9.8~12.7	35~45	35
砂 利	—	15.7~19.6	9.8~11.8	30~40	30
炭がら	—	8.8~11.8	3.9~6.9	30~40	30
砂	しまったもの	16.7~19.6	9.8	35~40	30~35
	ややゆるいもの	15.7~18.6	8.8	30~35	25~30
	ゆるいもの	14.7~17.6	7.8	25~30	20~25
普通土	固いもの	16.7~18.6	9.8	25~35	20~30
	やや軟かいもの	15.7~17.6	7.8~9.8	20~30	15~25
	軟かいもの	14.7~16.7	5.9~8.8	15~25	10~20
粘 土	固いもの	15.7~18.6	5.9~8.8	20~30	10~20
	やや軟かいもの	14.7~17.7	4.9~7.8	10~20	0~10
	軟かいもの	19.2~16.7	3.9~6.9	0~10	0
シルト	固いもの	15.7~17.7	9.8	10~20	5~15
	軟かいもの	13.7~16.7	4.9~6.7	0	0

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）（昭和59年11月）

(2) 基礎の支持力等の計算に用いる定数

堰堤及び床固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】

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。

また、この地に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参考とすることもできる。

<参考> 土石等の土質定数の推定

表 3.3 地盤の許容支持力 (kN/m²)

区 分	許容支持力	区 分	許容支持力
硬岩 (A)	6000	岩魂玉石	600
中硬岩 (B)	4000	礫層	400
軟岩(Ⅱ) (C _H)	2000	砂質層	250
軟岩(Ⅰ) (C _M)	1200	粘土層	100

出典：京都府砂防技術基準(案) (平成 14 年 3 月改訂版)

表 3.4 地盤のせん断強度 (kN/mm) 及び摩擦係数

区分	せん断強度	摩擦係数	区分	せん断強度	摩擦係数
硬岩 (A)	3000	1.2	岩魂玉石	(300)	0.7
中硬岩 (B)	2000	1.0	礫層	(100)	0.6
軟岩(Ⅱ) (C _H)	1000	0.8	砂質層	—	0.55
軟岩(Ⅰ) (C _M)	(600)	0.7	粘土層	—	0.45

出典：京都府砂防技術基準(案) (平成 14 年 3 月改訂版)

3.1.2 設計外力の設定

堰堤、床固の設計に当たっては、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。

【解説】

(1) 土圧

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

(2) 水圧

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

(3) 自重

堤体の自重は、堤体の体積に堤体築造に用いる材料の単位体積重量を乗じて算出する。

(4) 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当たっては、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。

なお、設計に当たっては当該溪流において実施された基礎調査の結果を参考にできる。

表 3.5 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

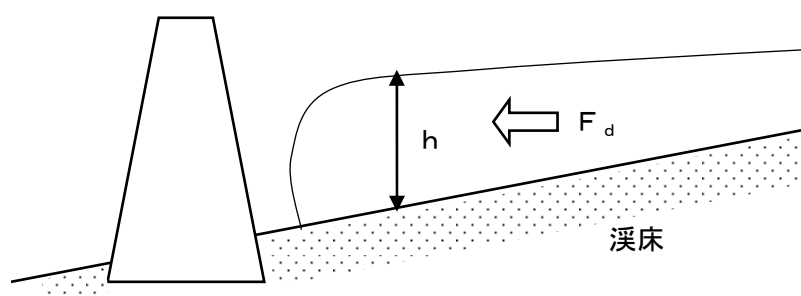


図 3.2 土石流の力の概念

1) 土石流の高さ

対策施設に作用する土石流の高さは、次式で与えられる。

$$h = \left(\frac{n \cdot Q_{sp}}{B(\sin \theta)^{1/2}} \right)^{3/5}$$

ここに、

h : 土石流の高さ (m)

n^{*1} : 粗度係数

Q_{sp}^{*2} : 土石流ピーク流量 (m³/sec)

B^{*3} : 土石流の幅 (m)

θ^{*4} : 土石流が流下する土地の勾配 (度)

* 1 : 「3.1.1 設計諸定数」を参照。

* 2 : 土石流ピーク流量は下記「ア 土石流ピーク流量」を参照。

* 3 : 土石流の幅は下記「イ 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「ウ 流下する溪床の勾配」を参照。

ア 土石流ピーク流量

土石流ピーク流量は、次式で与えられる。

$$Q_{sp} = \frac{0.01 \cdot C_* V'}{C_d}$$

ここに、

C_*^{*1} : 堆積土石等の容積濃度

V'^{*2} : 土石流により流下する土石等の量 (m³)

C_d^{*3} : 土石流の土砂濃度

* 1 : 堆積土石等の容積濃度は、「3.1.1 設計諸定数」を参照。

* 2 : 対象とする砂防堰堤等より上流において、流体力算出対象土砂量 V_e' と運搬可能土砂量 V_{ec}' を計算し、小さい方を「対象とする砂防堰堤等」の地点における「土石流により流下する土石等の量」(V')とする。 V_{ec}' を計算する際、流域面積 A' は「対象とする砂防堰堤等」の上流域の流域面積とする。

* 3 : 土石流の土砂濃度 C_d は、「対象とする砂防堰堤等」の計画地点における土砂濃度を用いる。

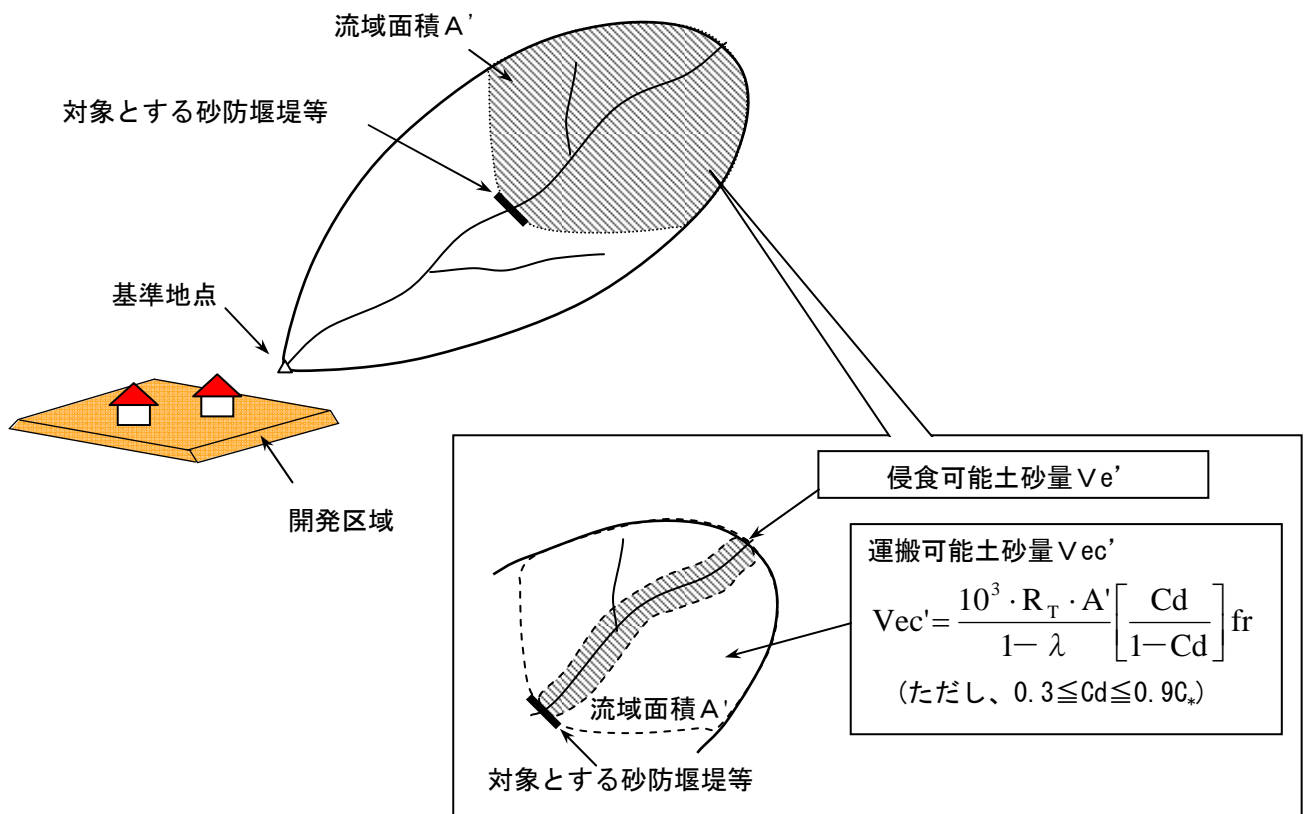


図 3.3 土石流ピーク流量の算出

イ 堰堤に作用する土石流の幅

土石流流体力が対象とする砂防堰堤等に作用するときの土石流の幅 B は、以下の 1～3 による手法で設定するものとする。なお、土石流の幅は、堰堤直上流における土石流の幅とする。

土石流が流下する幅は、原則として現地調査を踏まえて設定する。

● 設定方法 1

現地調査により明確な流路や溪床との比高が確認でき、現況地形の横断面が土石流ピーク流量を通過させられる場合は、その横断面を参考にして設定する。

現地調査により土石流の流下幅の設定が困難な場合、以下のような方法が考えられる。

● 設定方法 2

地形図上で明確な流路や溪床との比高が確認でき、現況地形の横断面が土石流ピーク流量を通過させられる場合は、その横断面を参考にして設定する。なお、土石流が流下する幅は、設定方法 3 に記した式で算出される値を超えないものとする。

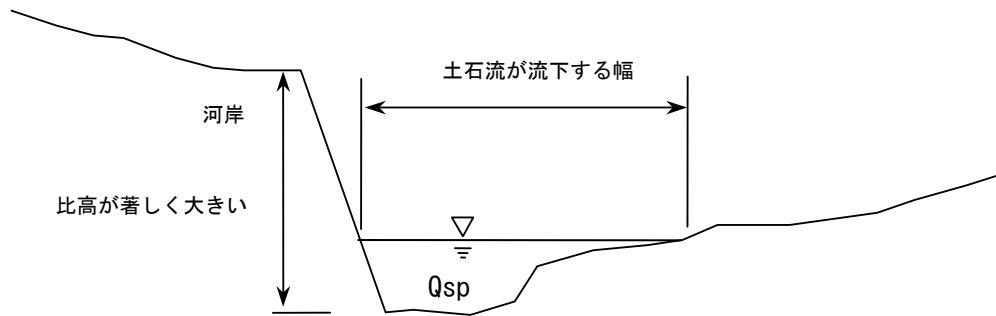


図 3.4 横断面とピーク流量の比較により区域を設定するイメージ

● 設定方法 3

扇状地形等で、明確な流路や溪床との比高が確認できない場合は、各横断面での土石流が流下する幅を、以下の式を用いて算出し、設定する。

$$B_i = 4\sqrt{Q_{spi}}$$

ここに、

B_i *1 : 土石流が流下する幅

Q_{spi} : 土石流ピーク流量

* 1 : 詳細は、「土石流による家屋の被災範囲の設定方法に関する研究（国総研資料第 70 号）」を参照。

ウ 流下する溪床の勾配

土石流が流下する溪床の勾配 θ は、図 3.4 のとおりとする。

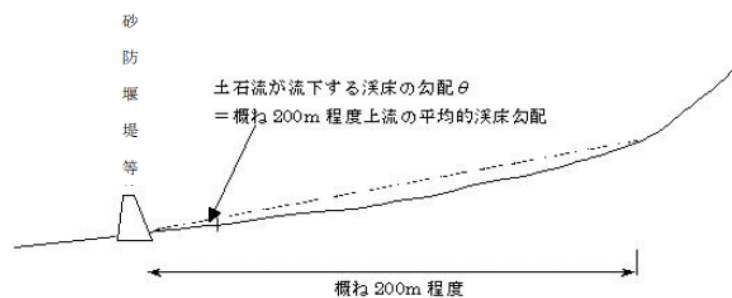


図 3.5 土石流が流下する溪床勾配

2) 土石流の力

対策施設に作用する土石流の力 F_d は、次式で与えられる。

$$F_d = \rho_d U^2$$

ここに、

F_d : 土石流により対策施設に作用すると想定される力の大きさ (kN/m²)

ρ_d : 次の式により計算した土石流の密度 (t/m³)

$$\rho_d = \frac{\rho \tan \phi}{\tan \phi - \tan \theta}$$

ここに、

ρ : 土石流に含まれる流水の密度 (t/m³)

ϕ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 (度)

θ : 土石流が流下する土地の勾配 (度)

U : 次の式により計算した土石流の流速 (m/sec)

$$U = \frac{h^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}}{n}$$

ここに、

h : 土石流の高さ (m)

θ : 土石流が流下する土地の勾配 (度)

n : 粗度係数

* 1 : 土石流に含まれる流水の密度及び土石等の内部摩擦角、粗度係数は、「3.1.1 設計諸定数」を参照。

* 2 : 「1) 土石流の高さ」を参照。

3.1.3 砂防堰堤等の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、堰堤の型式等により、計画調節土砂量、計画土石流発生抑制量、計画貯砂量について効果量を評価する。

【解説】

既存の砂防堰堤、治山施設等の対策施設の効果評価は、図 3.6 の流れに沿って行い、表 3-6 の項目について効果量を評価する。図 3.7 の不透過型堰堤は、土石流対策堰堤であることを条件とする。また、不透過型堰堤で除石計画がない場合でも、堆砂状況等を適切に把握・管理している場合は、除石計画有とみなすことができる。

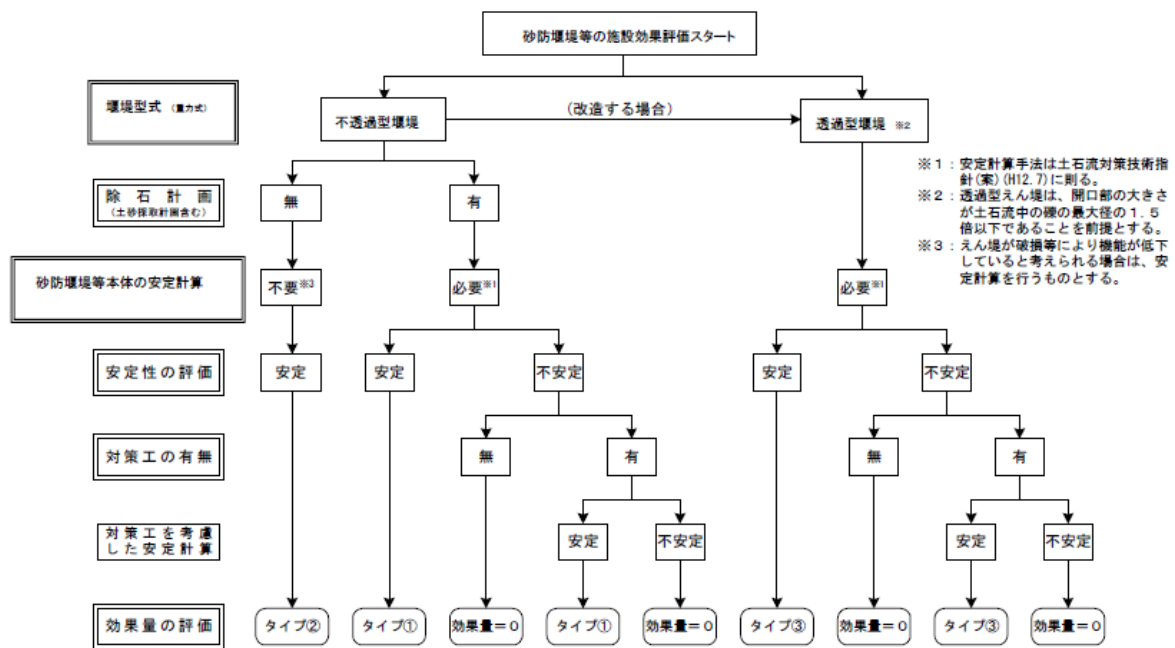


図 3.6 砂防堰堤等の対策施設効果評価フロー

表 3.6 砂防堰堤等の施設効果評価

堰堤の形式	効果量の評価タイプ	効果量		
		計画調節土砂量	計画土石流発生抑制量	計画貯砂量
不透過型	①	○	○	○
	②	○	○	—
透過型	③	○	○	—

※図 3.7 参照

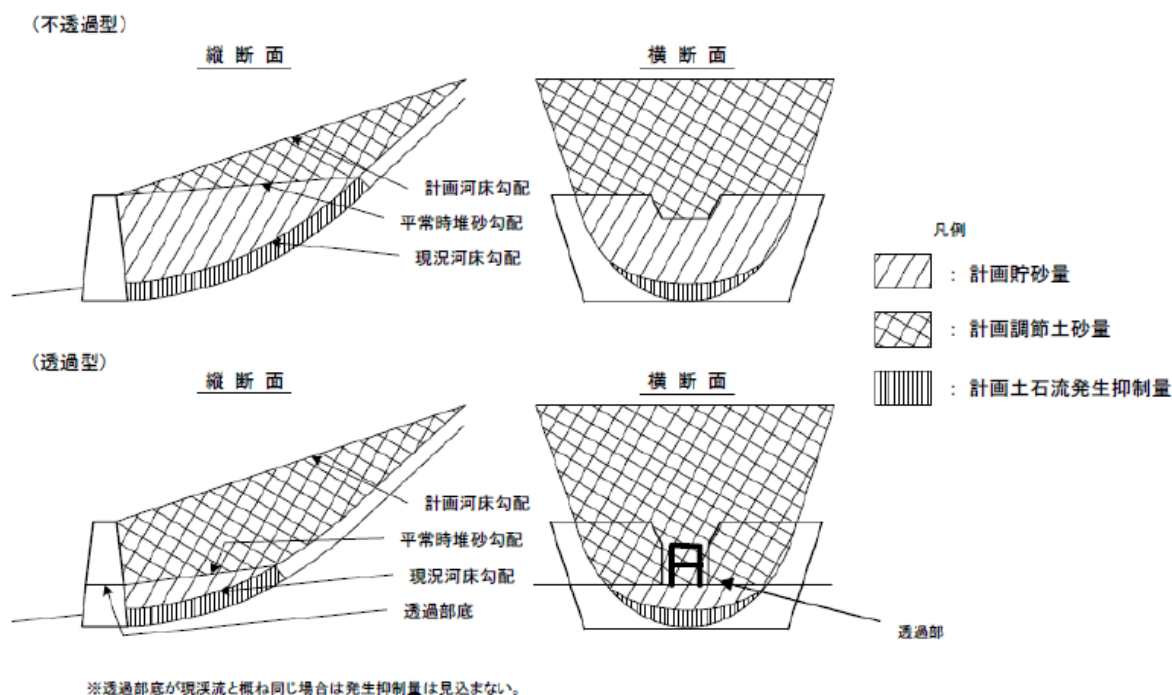


図 3.7 計画堆砂勾配及び計画調節土砂量、計画土石流発生抑制量

3.2 山腹工の設計

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、当該山腹の安全性を向上させる機能を有するものであること。

【解説】

土石流となる可能性のある山腹崩壊を防ぐために山腹工を施工するものとする。山腹工は、何らかの理由で植生が衰退して土砂流出が活発になった区域において、構造物と植生を適切に組み合わせた施工を行って土砂生産の抑制・抑止を図るものである。一般に山腹工を施す必要のある斜面は表土の移動等の理由で植生の自然な進入が困難であるため、まず、斜面自体の安定性を確保することが重要である。また、急傾斜地においては、一般に植生の復旧が困難な場合が多い。崩壊地が保全対象に近く崩壊地の拡大防止を早急に図る必要がある場合には、構造物による山腹斜面補強工の施工を行う必要がある。

設計に当たっては、「山腹保全工の手引き（案）」を参考にできる。

3.3 堰堤の設計

堰堤の設計に当たっては、土圧、水圧、自重及び土石流により当該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。

3.3.1 土石流捕捉工

土石流捕捉工の設計は、その目的とする機能が発揮され、かつその機能が長期間保持されるように安全性、維持管理面についても考慮し設計する。

【解説】

土石流捕捉工は、不透過型堰堤と透過型堰堤に大別される。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渓床堆積物の移動を防止する。
- ④土石流先端部の巨礫・流木を捕捉する。
- 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。

設計対象流量は「3.1.2 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ものとし、その他の詳細については、以下に示す「京都府砂防技術基準(案)」を参考にすることができる。

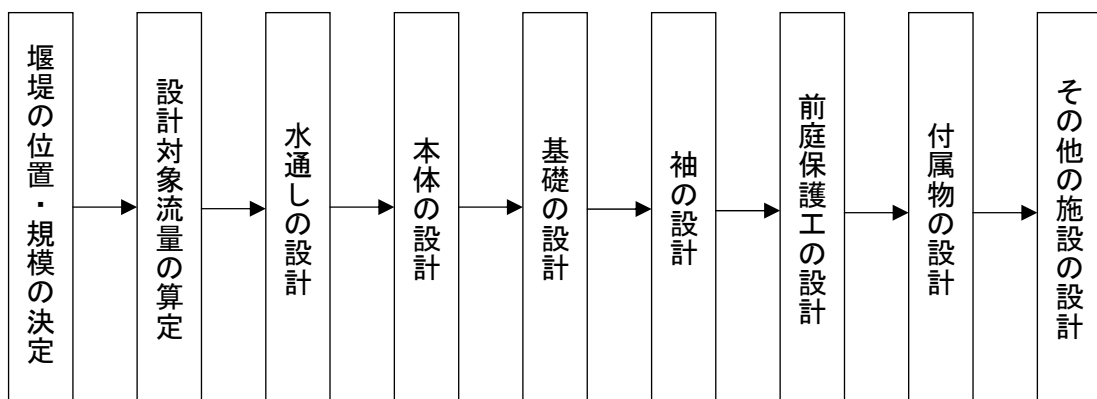
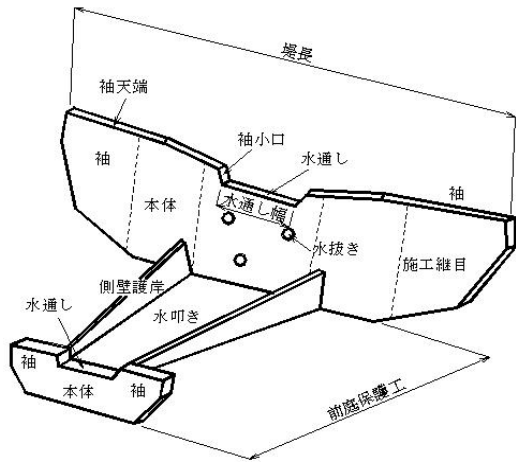


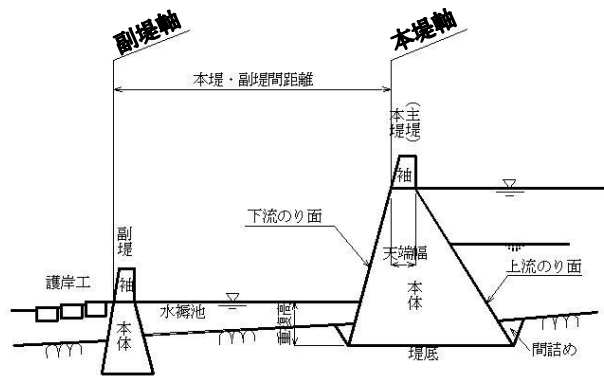
図 3.8 設計の手順

1 各部の名称

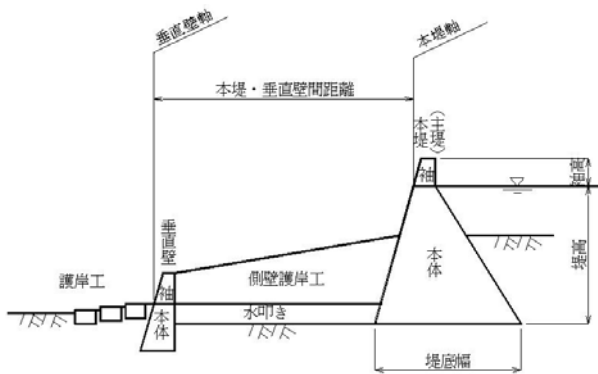
砂防堰堤各部の名称は、図に示すとおりである。



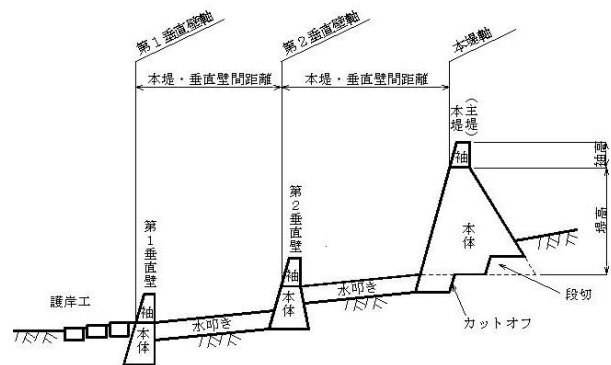
(1) 立体図



(2) 側面図 (副堤+水溜池)



(3) 側面図 (垂直壁+水叩き)



(4) 側面図 (多段落差方式)

図 不透過型砂防堰堤各部の名称

2 安定計算

(1) コンクリート不透過型堰堤

コンクリート不透過型堰堤の安定計算は、下表の設計外力を用いて行う。

表 1. 2 コンクリート不透過型堰堤の設計荷重の組み合わせ

堰堤型式		平常時	土石流時	洪水時
土石流	堰堤高 15m 未満		静水圧, 堆砂圧 土石流流体力	静水圧
	堰堤高 15m 以上	静水圧, 堆砂圧 揚圧力, 地震時慣性力 地震時動水圧	静水圧, 堆砂圧 揚圧力, 土石流流体力	静水圧, 堆砂圧 揚圧力
流砂調整	堰堤高 15m 未満			静水圧
	堰堤高 15m 以上	静水圧, 堆砂圧 揚圧力, 地震時慣性力 地震時動水圧		静水圧, 堆砂圧 揚圧力

3.3.2 土石流堆積工

土石流堆積工は、土石流の流動性及び地形の特性を把握し、適切に設計するものとする。

【解説】

土石流を積極的に堆積させる土石流堆積工には、土石流堆積流路と土石流分散堆積地の2種類があり、土砂堆積後における除石の実施を前提としている。

土石流堆積流路とは、土石流導流工の縦断勾配を緩和及び流路断面を拡幅して土石流の流動性を低下させて、流路工内に積極的に土石流を堆積させるものである。

土石流分散堆積地とは、扇状地地形を掘り込んで、土石流を堆積させる空間を設けるもので、上下流端には床固又は堰堤を配置する。下流は流末処理のための土石流導流工に接続する。堆積効果増大のために、中間に床固を設置することがある。また、必要に応じ護岸工、護床工を設置する。

(1) 土石流堆積流路

土石流を扇状地内の流路に積極的に堆積させる。

【解説】

流路に土石流を積極的に堆積させるために、流路勾配の緩和、流路断面の拡幅により、土砂輸送能力を低下させる。ただし、土石流発生以前の常時の流量において土砂が堆積するようでは、土石流発生時での堆積容量が減少する。従って、常時の流出土砂量（土砂混入濃度）を想定し、これが堆積しない程度まで流路勾配を緩くするものとする。

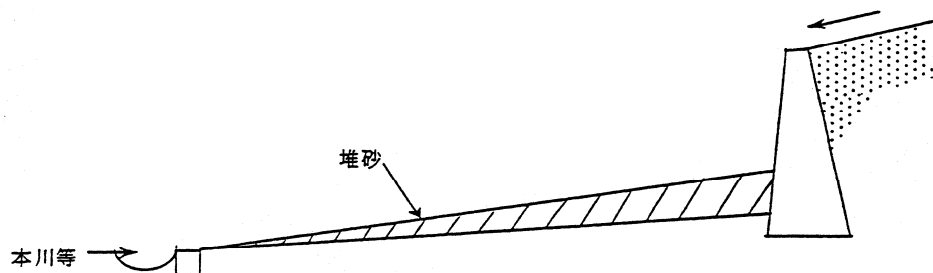


図 3.9 土石流堆積流路

(2) 土石流分散堆積地

1) 形状

土石流分散堆積地は土石流の流動性及び地形の特性を把握し適切な形状とする。

【解説】

過去の土石流の規模、流下・氾濫特性、類似溪流の発生事例をもとに分散堆積地の形状を定める。土石流の流動性が低く、溪床勾配が急勾配なほど土石流は拡散しにくいので、分散堆積地の形状は細長い形状とする。土石流及び溪床勾配の特性が逆の場合は、巾広の形状とする。

2) 計画堆砂勾配

土石流分散堆積地の計画堆砂勾配は現溪床勾配の $1/2 \sim 2/3$ の勾配を基準とする。

3) 計画堆砂量

土石流分散堆積地の計画堆砂量は計画堆砂勾配で堆砂した状態について求める。

4) 構造

土石流分散堆積地の上、下流端には堰堤又は床固を設け、堆砂地内には必要に応じて護岸、床固を設ける。

【解説】

土石流分散堆積地は上下流端の堰堤(又は床固)、拡散部、堆積部及び流末導流部からなる。上流端砂防堰堤(床固工)は堆積地勾配を緩和するために掘り込み形式とするので、上流端の現溪床との落差を確保するために設置する。下流端堰堤は拡散した流れを制御し河道にスムーズに戻す機能を持つ。堆積容量を増大するために堆積部に床固を設置することがある。土石流分散堆積地の幅 (W_2) は上流部流路幅 (W_1) の 5 倍程度以内を目安とする。

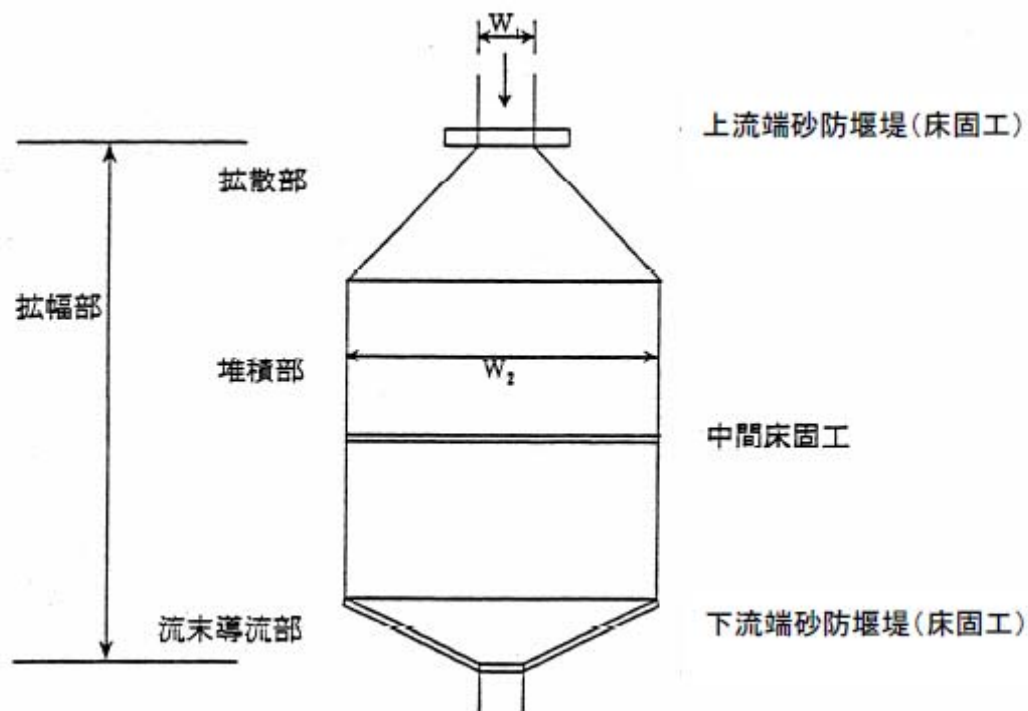


図 3.10 土石流分散堆積地

5) 除石

土石流等により土石流堆積流路内に土砂が堆積した場合は、速やかにこれを除去する。堆砂後の除石のため、除石方法、搬出方法、土捨場をあらかじめ検討しておく。

【解説】

除石方法及び搬出方法の検討においては、濁水、騒音、粉塵対策を考慮する。

3.4 床固の設計

床固（渓床堆積土砂移動防止工）は、縦侵食を防止して渓床を安定させ、渓床堆積物の再移動、渓岸の決壊・崩壊等の防止を図るとともに、護岸等の工作物の基礎保護の目的のため設ける。

【解説】

床固では、上流側を天端まで埋戻し土石流衝撃力を直接受けない構造とする。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。

詳細については、「京都府砂防技術基準(案)」を参考にすることができる。

3.5 高さ2mを超える擁壁の設計

高さ2mを超える擁壁を設置する場合には、宅地造成等規制法施行令に準拠した設計を行うものとする。

【解説】

政令第7条第1項第6号には、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を超える擁壁は、建築基準法施行令第142条の規定に従うようになっている。建築基準法施行令第142条では、同令第139条第3項の規定を準用することが記述されており、その内容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年建設省告示第1449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、宅地造成等規制法施行令に準拠した計画、設計を行うことが必要となる。

擁壁の設計に当たって用いる設計外力等は関連指針によって土質定数や摩擦係数が異なるため、各基準によって設計した擁壁の規模にも差異が生じることになるが、宅地造成等規制法施行令第7条の基準以外で設計した場合は、法律に違反することになるため、特定開発行為を許可することはできない。

詳細については、「開発行為において設置する擁壁の構造指針」（平成14年6月、京都府土木建築部開発指導課）及び「[改訂版]宅地防災マニュアルの解説」（宅地防災研究会）を参照すること。

<参考> 土砂災害防止法施行令

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 一 略 一

二 一 略 一

三 一 略 一

四 一 略 一

五 一 略 一

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。

<参考> 建築基準法施行令

建築基準法施行令

(擁壁)

第 142 条 第 138 条第 1 項第 5 号に掲げる擁壁については、第 36 条の 2 から第 39 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 3 章第 7 節（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、第 7 章の 8（第 136 条の 6 を除く。）及び第 139 条第 3 項の規定を準用するほか、次の各号のいずれかに適合するものとしなければならない。

一 その構造が、次に定めるところによること。

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

ロ 石造の擁壁は、裏込めにコンクリートを用い、石と石とを十分に結合すること。

ハ 擁壁の裏面の排水をよくするために水抜穴を設け、擁壁の裏面で水抜穴の周辺に砂利等を詰めること。

二 擁壁の構造が、そ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ものであること。

(煙突及び煙突の支線)

第 139 条 第 138 条第 1 項第 1 号に掲げる煙突については、第 36 条の 2 から第 39 条まで、第 51 条第 1 項、第 52 条、第 3 章第 5 節（第 70 条を除く。）、第 6 節（第 76 条から第 78 条の 2 までを除く。）、第 6 節の 2（第 79 条の 4 の規定中第 76 条から第 78 条の 2 までの準用に関する部分を除く。）及び第 7 節（第 51 条第 1 項、第 71 条、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、第 115 条第 1 項第 6 号及び第 7 号、第 5 章の 4 第 3 節並びに第 7 章の 8 の規定を準用するほか、次の各号のいずれかに適合するものとしなければならない。

一 一 略 一

二 一 略 一

2 一 略 一

3 第 1 項に掲げるものは、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によつて自重、積載荷重、積雪、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることが確かめられたものとしなければならない。

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耐力上の安全性を確かめるための構造計算の基準を定める件

最終改正 平成12年12月26日建設省告示第2465号

建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第139条第3項（同令第140条、第141条第2項、第142条及び第143条において準用する場合を含む。）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耐力上の安全性を確かめるため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5条第1項各号の一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15条の規定に基づき、同令第6条から第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

<参考> 宅地造成等規制法施行令

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 第5条の規定により設置す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に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すべらないこと。
- 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、次の各号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すべ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、次の各号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2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。

第4章 特別警戒区域の範囲を変更する対策工事等の取扱い

4.1 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又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、開発者（申請者）の責任において、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、速やかに府が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、以下のとおりである。

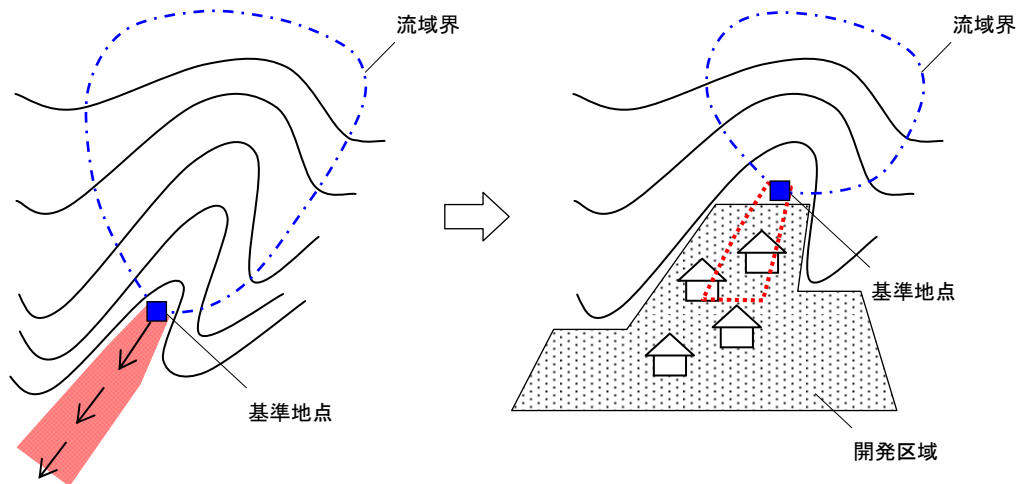


図 4.1 特別警戒区域の範囲が変わる地形改変の具体例

4.2 土砂災害が発生するおそれのある範囲の確認方法

特定開発行為に伴う土砂災害の発生のおそれのある範囲の確認に当たっては、京都府基礎調査マニュアル（案）（土石流編）に基づいて行うものとする。

【解説】

地形改変を伴う溪流における特定開発行為においては、土砂災害のおそれのある範囲を確認することを申請者に義務付けることになる。この確認方法は、京都府基礎調査マニュアル（案）（土石流編）に従って、特別警戒区域の設定と同等の調査を行うものとする。ただし、調査に当たっては、府で従前に特別警戒区域を設定した結果等を参考にすることができる。

申請者は調査結果に基づき、土砂災害の発生のおそれがないように対策工事等の計画を行うことになる。

【巻末参考資料】

- ① 対策工事の計画例
- ② 審査チェックリスト
- ③ 対策工事の種類と適用について

① 対策工事の計画例

土石流の対策工事の計画例

対策工事の計画は、計画流出土砂量 Q 、計画流下許容量 E 、対策工事の効果量である計画捕捉量 C 、計画堆積量 D 、計画土石流発生抑制量 B との間に次式を満足させるように作成する。

$$Q - E \leq C + D + B \quad \dots\dots \text{式①}$$

例として、「土石流の対策工事を計画する溪流 A があり、山腹には拡大する見込みのある崩壊地が存在し、現在流域内には砂防施設はない」流域を想定する（図 1）。

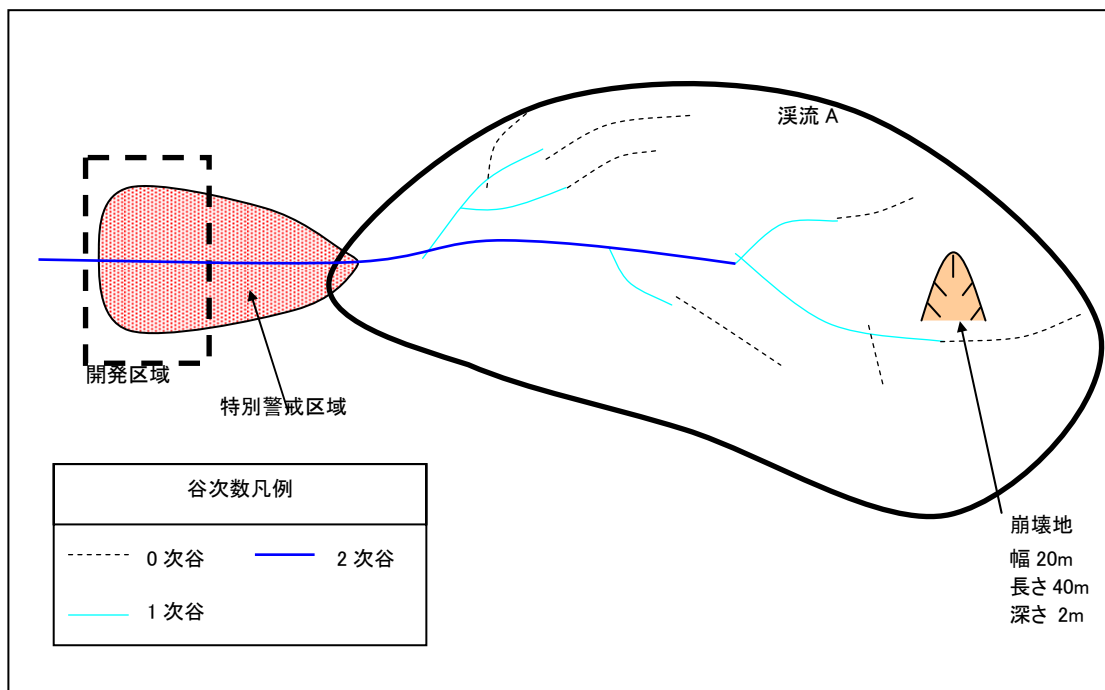


図 1

1. 計画流出土砂量 Q の算定

計画流出土砂量 Q は、流体力算出対象土砂量 Ve' と運搬可能土砂量 Vec を比較して、小さい方の値をとる。

1) 流体力算出対象土砂量 Ve' の算定

流体力算出対象土砂量 Ve' は、最も土砂量が多くなる、0 次谷を含めた「想定土石流流出区間 (Lme)」にその区間の侵食可能断面積を乗じて求める。この例では、山腹工を対策工事として想定するため、崩壊地の計画生産土砂量 ($1,600m^3$) を上乗せして算定している（表 1）。

2) 運搬可能土砂量 Vec の算定

運搬可能土砂量 Vec は、計画規模の降雨量に流域面積を掛けて総水量を求め、これに流動中の土石流の容積土砂濃度を乗じて算定する（表 2）。

3) 土石流により流下する土石等の量(Q)の算定

$$Ve' (9,100m^3) < Vec (23,673m^3) \quad \therefore Q = Ve' = 9,100m^3$$

表 1

	侵食幅 b(m)	侵食深 de(m)	侵食可能 断面積 Ae(m ²)	流路長 Lme(m)	侵食可能 土砂量 Ve'(m ³)
0次谷	3.0	0.5	1.5	600	900
1次谷	4.0	1.5	6.0	600	3,600
2次谷	5.0	2.0	10.0	300	3,000
崩壊地計画 生産土砂量	幅20m×長さ40m×深さ2m				1,600
計					9,100

表 2

溪流	流域 面積 A(km ²)	計画 日雨量 R ₂₄ (mm)	溪床 勾配 θ(°)	土砂 濃度 Cd	補正 係数 fr	運搬可能 土砂量 Vec(m ³)
A	0.30	300.0	10.0	0.30	0.37	23,673

2. 対策工事施設の整備土砂量

対策工事施設として、①山腹工、②堰堤（捕捉工、堆積工）、③床固等があり、それぞれの効果量は以下のとおりである。

1) 山腹工

計画土石流発生抑制量(B) ※ここでは「崩壊地の計画生産土砂量」を見込む。

2) 捕捉工(堰堤)

計画捕捉量(C) = $0.5 \cdot i \cdot b_1 \cdot h^2$

計画土石流発生抑制量(B₂) = $b \cdot de \cdot 2 \cdot i \cdot h$

3) 堆積工(堰堤)

計画堆積量(D) ※ここでは堆積工の1つ「土石流分散堆積地」を挙げ、堆積地底面と土石流堆砂勾配との間に堆積する土砂量（概略値）を見込む。

4) 床固

計画土石流発生抑制量(B) = $b \cdot de \cdot 2 \cdot i \cdot h$

3. 対策工事の配置計画作成

1) 対策工事施設の配置方針

地形条件、荒廃状況、社会条件等を考慮しながら、対策工事施設の配置を検討する。対策工事施設の配置方針は、以下のとおり。

- ①崩壊地に、崩壊地の侵食を防止する「山腹工」
- ②溪床の侵食が著しい箇所に、溪流の土石等の移動を防止する「床固」
- ③谷出口に、流下する土石等を堆積する「捕捉工」
- ④谷出口と開発区域の間に、流下する土石等を堆積する「堆積工」（図 2）

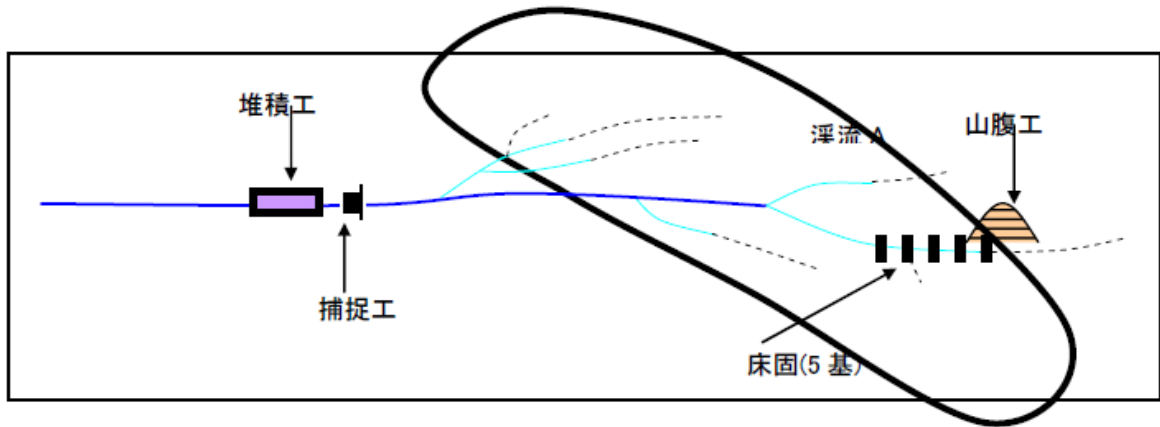


図 2

2) 対策工事施設の配置計画

式①を満たすようにこれら対策工事施設の規模を算定するが、ここでは、計画流下許容量を 1,000m³として各対策工事施設の規模を決定した(表3)。

表3の数値を式①に当てはめると以下のようになり、式①を満たしている。

$$Q-E \leq C+D+B \rightarrow 9,100(Q) - 1,000(E) \leq 4,500(C) + 1,200(D) + 2,860(B)$$

$$\therefore 8,100 \leq 8,560$$

表 3

対策工事	谷次数	浸食幅 b (m)	浸食深 de (m)	有効高 h (m)	提長 b2' (m)	計画 堆砂幅 (m)	平均 堆砂幅 (m)	元河床 勾配 1/n	計画 捕捉量 C (m ³)	計画 堆積量 D (m ³)	計画土石流 発生抑制量 B (m ³)	効果量 C+D+B (m ³)	備考	
山腹工	—	—	—	—	—	—	—	—	0	0	1,600	1,600	崩壊地生産土砂量	
床固(5基)	1	4.0	1.5	2.0	15.0	10.0	—	3.0	0	0	360	360	1基の降下量は72m ³	
捕捉工	2	5.0	2.0	10.0	45.0	35.0	20.0	4.5	4,500	0	900	5,400		
堆積工	2	幅15m×長さ40m×土石の堆積厚さ2m								0	1,200	0	1,200	施設規模は概略で算定
合計									4,500	1200	2,860	8,560		

※計画流下許容量を1,000m³とした場合で計画。

※平均堆砂幅(b1)はb1=(b2+b)/2で計算。B2は捕捉工堆砂域における計画堆砂幅。

※提長(b2')は、計画堆砂幅算定の目安となるが効果量に直接関わる諸元ではない。ここでは参考としてあげた。

② 審査チェックリスト

チェック項目		確認	掲載箇所	備考
1 対策工事等の計画				
ア	対策工事の周辺への影響			
	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、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		2.2	
イ	対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画			
	(ア) 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		2.3	
	(イ) 対策工事の機能を妨げていないか			
ウ	対策施設計画			
	(ア) 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		2.4	
	(イ) 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		2.5	
	(ウ) 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			
	(エ) 対策施設の設置位置が適正かどうか			
	(オ) 流域の土砂処理計画は適正になされているか			
2 対策工事等の設計				
(1) 設計外力等の確認				
	土石流の力や高さの算定に用いる土質定数は適正か		3.1.1	
	設計外力が適正に算定されているか		3.1.2	
(2) 対策工事の形状又は施設の構造				
ア	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		3.2	
イ	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、滑動又は沈下しない構造となっているか		3.3	
ウ	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となっているか		3.4	
エ	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		3.5	
オ	高さが2mを超える擁壁			
	建築基準法施行令第142条に定められた基準を満足しているか		3.6	
3 特別警戒区域の範囲を変更する対策工事等				
	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っていないか		4.1 4.2	

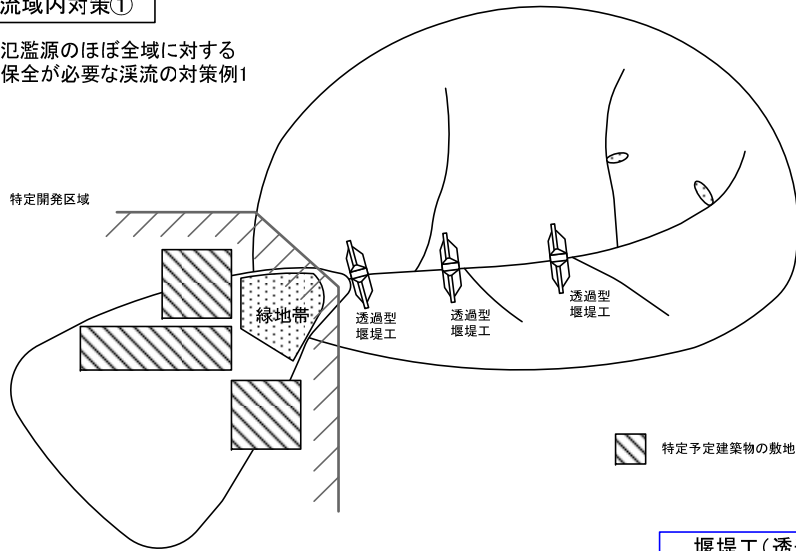
③ 対策工事の種類と適用について

開発敷地の位置と流域や氾濫源との関係による対策工事のパターン

施設区分		工種	説明画面	適応するケース	備考
流域内対策	堰堤工	土石流捕捉工(透過型)	①	<ul style="list-style-type: none"> 計画流出量が多い。 土石流流出時には巨れきの流下が予測される。 人工林が多い流域で流木対策が予測される。 	中小出水時の土砂流出は許容し土石流のみ捕捉するため、流域内対策としてもっとも効率がよい。
		土石流捕捉工(不透過型)	②	<ul style="list-style-type: none"> 扇状部まで開発が及ぶ可能性が高い流域で扇状地部の対策が困難。 マサ土等、細粒物質の流出でも被害が出るおそれがある。 	保全対象直上の施設で空容量が確保されている場合は確実に土石流を捕捉することができるため、安全性が高い。
	床固工 山腹工	土石流発生抑制山腹工	③	<ul style="list-style-type: none"> 流域内の特定箇所からのみ土砂生産が顕著 	発生源を直接、抑えられるため、土石流の発生抑制効果が大きい。
		溪床堆積土砂移動防止工	④	<ul style="list-style-type: none"> 支浜が少なく、本川溪床に厚い不安定土砂が存在する。 	
氾濫源対策	堆積工	土石流堆積流路	①	<ul style="list-style-type: none"> 堆積空間において貯砂に適した空間がある。 土地利用上、流路の拡幅が困難。 現況河道幅が広く土石流の堆積スペースとして利用できる。 	流域内の堰堤工に比べ、除石を実施しやすい。
		土石流分散堆積地	④	<ul style="list-style-type: none"> 堆積空間において、貯砂に適した空間がある。 	
	盛土	流向制御工+盛土工	⑤	<ul style="list-style-type: none"> 計画流出土砂量が多く、流域内では多数の施設が必要。 一部の開発地のみが目的。 流向制御工のみでは安全性が不足。 	洪水氾濫等の被害が予想される区域について、安全性が高まることが予想される。
		盛土工+暗渠工	②	<ul style="list-style-type: none"> 比較的緩勾配の氾濫源や扇状地部全体の安全性を確保する。 土砂による閉塞の危険性が低い。 	地盤高を上げるため、広い範囲の安全性が一度に確保される。
		盛土工+開渠工	③	<ul style="list-style-type: none"> 比較的緩勾配の氾濫源や扇状地部全体の安全性を確保する。 	

流域内対策①

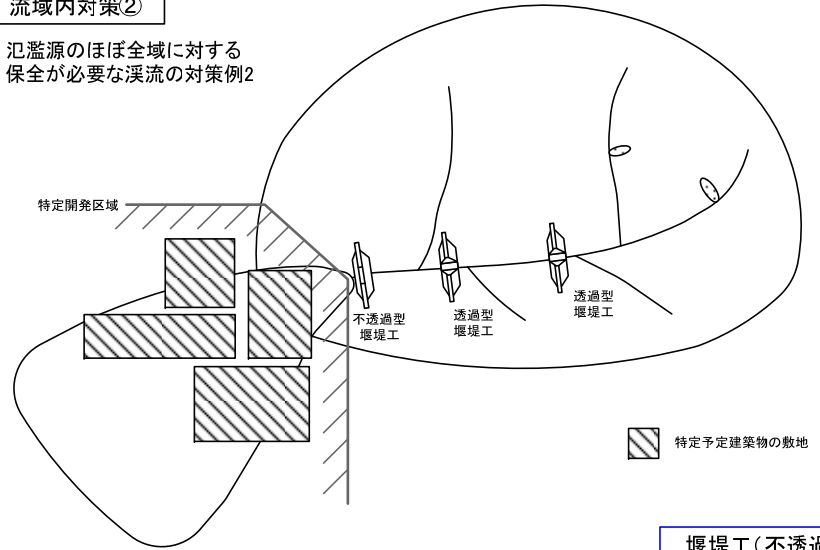
氾濫源のほぼ全域に対する
保全が必要な溪流の対策例1



堰堤工(透過)

流域内対策②

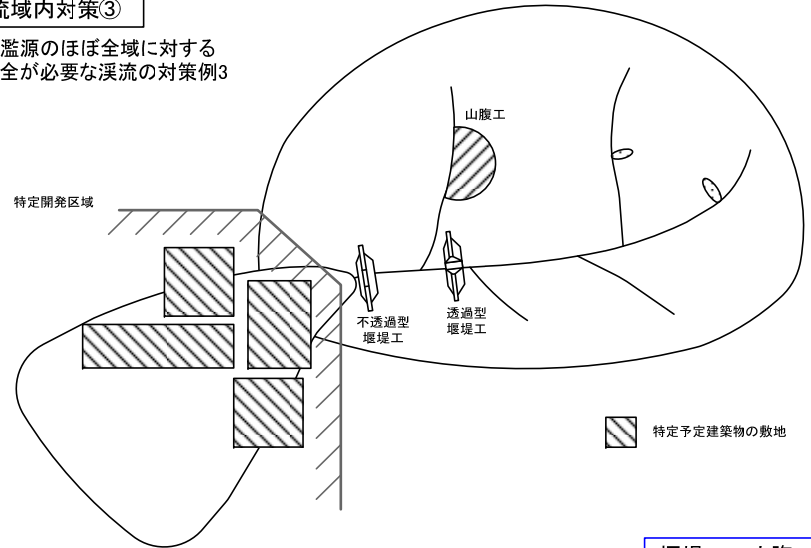
氾濫源のほぼ全域に対する
保全が必要な溪流の対策例2



堰堤工(不透過)

流域内対策③

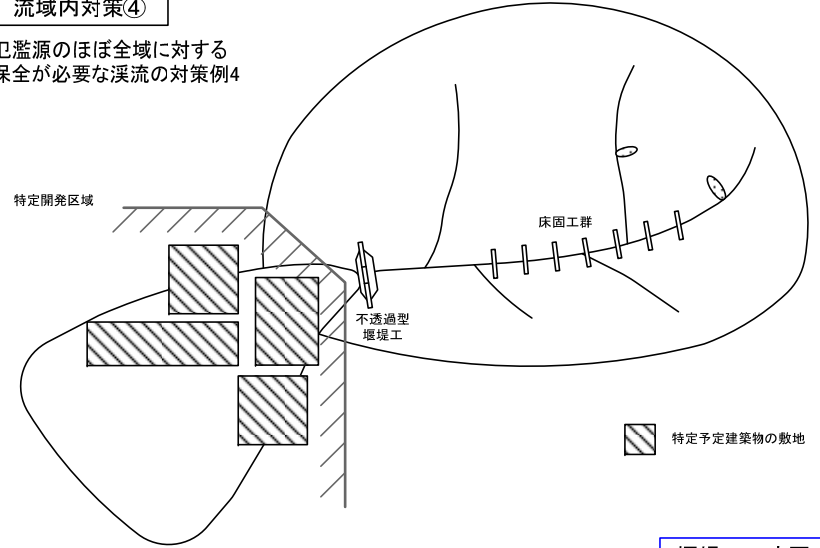
氾濫源のほぼ全域に対する
保全が必要な溪流の対策例3



堰堤工+山腹工

流域内対策④

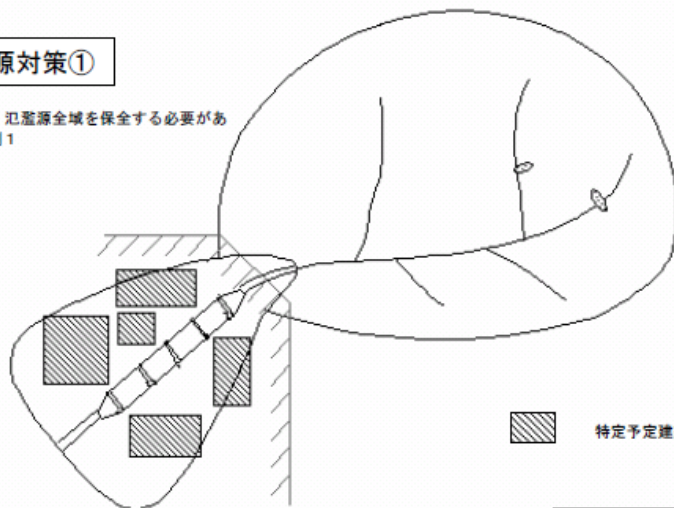
氾濫源のほぼ全域に対する
保全が必要な溪流の対策例4



堰堤工+床固工

氾濫源対策①

谷出口を除く、氾濫源全域を保全する必要がある
渓流の対策例1

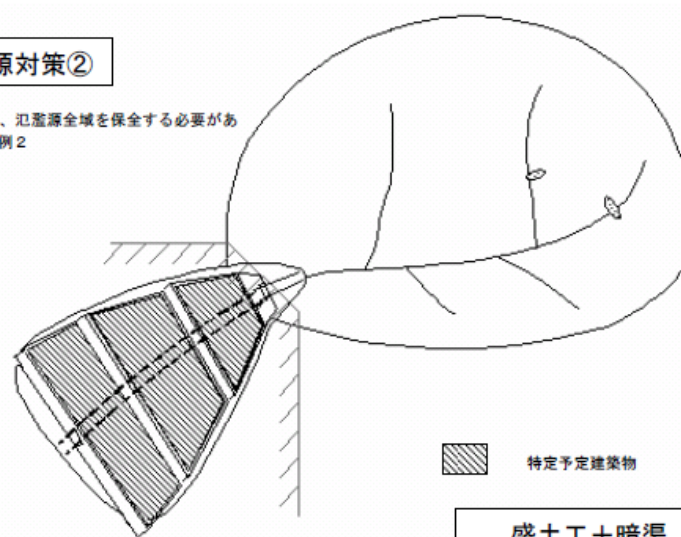


特定予定建築物

土石流堆積流路

氾濫源対策②

谷出口を除く、氾濫源全域を保全する必要がある
渓流の対策例2

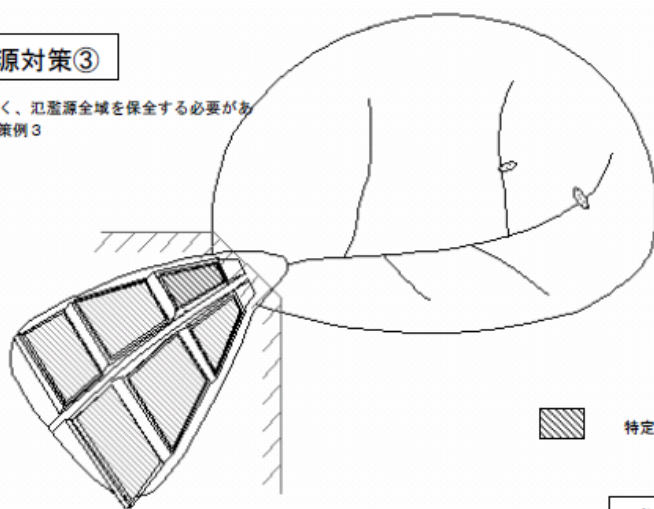


特定予定建築物

盛土工+暗渠

氾濫源対策③

谷出口を除く、氾濫源全域を保全する必要がある
渓流の対策例3

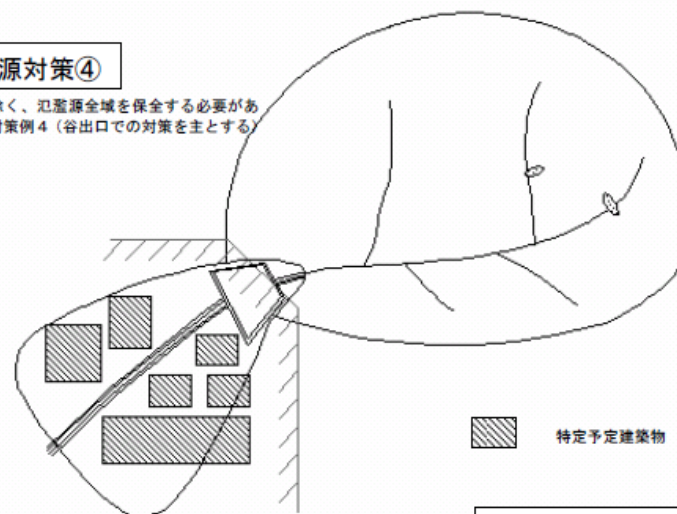


特定予定建築物

盛土工+開渠

氾濫源対策④

谷出口を除く、氾濫源全域を保全する必要がある
渓流の対策例4（谷出口での対策を主とする）

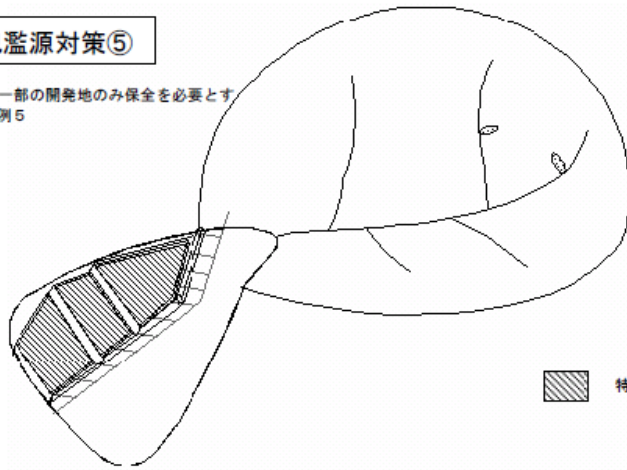


特定予定建築物

土石流分散堆積地

氾濫源対策⑤

氾濫源全域の一部の開発地のみ保全を必要とする
渓流の対策例5



特定予定建築物

流向制御工+盛土工