

第三編 土石流編

平成 30 年 4 月

第三編 土石流編

目次

第1章 基礎調査の内容	1
1. 危害のおそれのある土地等の区域の定義	1
1-1 危害のおそれのある土地の区域の定義	1
1-2 危害のおそれのある土地の区域の概要	2
1-3 著しい危害のおそれのある土地の区域の定義	3
1-4 著しい危害のおそれのある土地の区域の概要	8
2. 危害のおそれのある土地等の区域の設定方法	9
3. 基礎調査の手順	10
第2章 机上調査編	11
1. 危害のおそれのある土地の区域の設定	11
1-1 地形調査(基準地点等の調査)	11
1-1-1 平面及び縦断形状の調査	12
1-1-2 人工構造物の調査	13
1-1-3 基準地点の設定	14
1-2 危害のおそれのある土地の区域の設定	22
1-2-1 危害のおそれのある土地の区域の仮設定	23
1-2-2 明らかに土石等が到達しないと認められる区域の設定	41
1-2-3 危害のおそれのある土地の区域の設定	42
2. 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定	44
2-1 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定手順	44
2-2 基準地点における設定条件	45
2-2-1 流域面積	45
2-2-2 谷次数区分	46
2-2-3 基準地点上流の溪床勾配	48
2-2-4 対策施設の効果評価	49
2-2-5 土質定数	59
2-2-6 基準地点における土石流ピーク流量の算出	60
2-3 基準地点下流における設定条件	67
2-3-1 流下方向・縦横断形状の設定	67
2-3-2 各横断側線における土石流ピーク流量の設定	67
2-3-3 土石流の流下幅の設定	68
2-3-4 土石流の高さの算出	76
2-4 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定	77
2-4-1 土石流により建築物に作用すると想定される力の算出	77
2-4-2 通常の建築物の耐力の設定	77
2-4-3 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定	78
2-4-4 明らかに土石等の到達しない範囲の設定	80
3. 仮区域設定図の作成	81
3-1 危害のおそれのある土地の区域の仮設定	81
3-2 著しい危害のおそれのある土地の区域の仮設定	81
第3章 現地調査編	82
1. 現地調査の目的	82
2. 基準地点周辺の調査	84
3. 基準地点上流の調査	85
3-1 溪床状況の調査	86

3-2 対策施設の調査	92
3-3 地質等の調査	95
4. 基準地点下流の調査	96
4-1 流下方向の調査	97
4-2 平面及び横断形状の調査	98
4-3 明らかに土石等が到達しないと認められる区域の調査	99
5. 現地調査とりまとめ	100
第4章 区域設定	101
1. 危害のおそれのある土地の区域の設定	101
2. 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定	101
3. 共通の注意事項	101

第1章 基礎調査の内容

1. 危害のおそれのある土地等の区域の定義

1-1 危害のおそれのある土地の区域の定義

<法 律>

(土砂災害警戒区域)

第七条 都道府県知事は、基本指針に基づき、急傾斜地の崩壊等が発生した場合には住民等の生命又は身体に危害が生ずるおそれがあると認められる土地の区域で、当該区域における土砂災害を防止するために警戒避難体制を特に整備すべき土地の区域として政令で定める基準に該当するものを、土砂災害警戒区域（以下「警戒区域」という。）として指定することができる。

<政 令>

(土砂災害警戒区域の指定の基準)

第二条 法第七条第一項の政令で定める基準は、次の各号に掲げる土砂災害の発生原因となる自然現象の区分に応じ、当該各号に定める土地の区域であることとする。

二 土石流 その流水が山麓における扇状の地形の地域に流入する地点より上流の部分の勾配が急な河川（当該上流の流域面積が五平方キロメートル以下であるものに限る。第七条第四号ハにおいて「溪流」という。）のうち当該地点より下流の部分及び当該下流の部分に隣接する一定の土地の区域であつて、国土交通大臣が定める方法により計測した土地の勾配が二度以上のもの（土石流が発生した場合において、地形の状況により明らかに土石等が到達しないと認められる土地の区域を除く。）

【解 説】

山麓にある扇状の地形の存在は、上流からの土石等の供給の実績を意味しており、当該溪流において過去に土石流の発生があったこと、又は、周辺の山腹若しくは当該溪流の溪床にある土石等が土石流となって流下・氾濫しやすい条件下にあることを示している。また、土石流は土石等が水と一体となって流下する自然現象であり、その発生区間においては溪流の勾配が急であることが必須条件となる。一般に勾配の急な溪流の流域面積は比較的小さいものとなっており、過去に実施された土石流危険溪流に関する調査の結果によれば、全国の抽出された溪流約8万溪流のうち流域面積5km²以下の溪流が全体の99%を占めている。このため、土石流の発生するおそれのある溪流を「その流水が山麓における扇状の地形の地域に流入する地点より上流の部分の勾配が急な河川（当該上流の流域面積が5平方キロメートル以下であるものに限る。）」としている。

さらに、家屋被害を発生させた土石流に関する過去のデータによれば、土砂堆積範囲の下流端の土地の勾配は、全体の95%が2度以上であった。

以上を踏まえ、土石流に関する警戒区域指定の基準は、令第2条第2号において掲げる土地の区域であることとされている。

※出典：一般社団法人 全国治水砂防協会発行：改訂版 土砂災害防止法令の解説、2016

1-2 危害のおそれのある土地の区域の概要

流域面積が5 km²以下の溪流において、基準地点から下流の土地の勾配が2度以上の区域を「危害のおそれのある土地の区域」とする。

出典：(財) 砂防フロンティア整備推進機構、土砂災害防止に関する基礎調査の手引き、平成13年

【解説】

危害のおそれのある土地の区域は、土石流が発生した場合に、住民等の生命または身体に危害が生ずるおそれがあると認められる土地のことである。

危害のおそれのある土地の区域の設定条件は以下のとおりである。

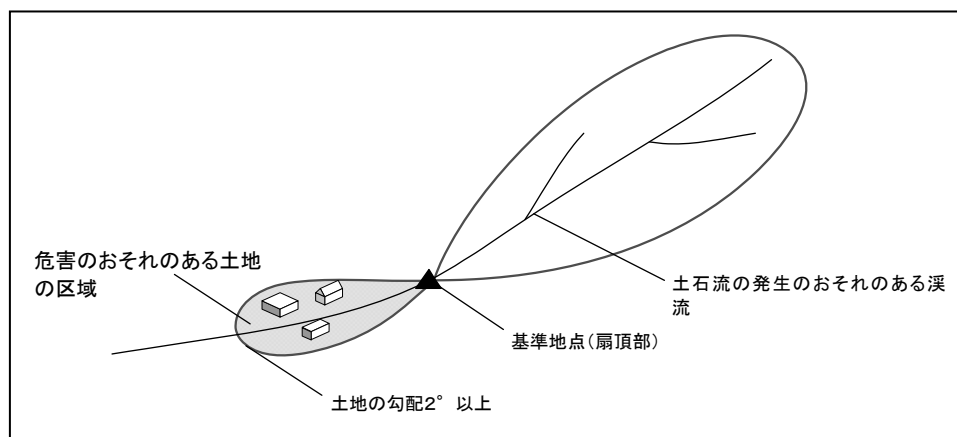


図 1.1.1 危害のおそれのある土地の区域の設定概念図

1-3 著しい危害のおそれのある土地の区域の定義

<法 律>

(土砂災害特別警戒区域)

第九条 都道府県知事は、基本指針に基づき、警戒区域のうち、急傾斜地の崩壊等が発生した場合には建築物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる土地の区域で、一定の開発行為の制限及び居室（建築基準法（昭和二十五年法律第二百一号）第二条第四号に規定する居室をいう。以下同じ。）を有する建築物の構造の規制をすべき土地の区域として政令で定める基準に該当するものを、土砂災害特別警戒区域（以下「特別警戒区域」という。）として指定することができる。

【解 説】

上記法第8条第1項の内容のうち、「警戒区域のうち」とは、特別警戒区域は、警戒区域よりも土砂災害の危険性、蓋然性がより高い区域を指定するものであり、当然に警戒区域の内側に存することになることを指している（すなわち、特別警戒区域が警戒区域からはみ出ることにはあり得ない）。

「危害が生ずるおそれがあると認められる土地の区域」については、法第6条による警戒区域の指定の場合と同様、現に住宅等が立地している場合のみを対象とするのではなく、将来的に宅地等の開発の可能性があり、潜在的に土砂災害の危険性を有している場合を含むものである。

※出典：一般社団法人 全国治水砂防協会発行：改訂版 土砂災害防止法令の解説、2016

<政 令>

(土砂災害特別警戒区域の指定の基準)

第三条 法第九条第一項の政令で定める基準は、次の各号に掲げる土砂災害の発生原因となる自然現象の区分に応じ、当該各号に定める土地の区域であることとする。

- 二 土石流 その土地の区域内に建築物が存するとした場合に土石流により当該建築物に作用すると想定される力の大きさ（当該土石流により流下する土石等の量、土地の勾配等に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値とする。）が、通常の建築物が土石流に対して住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさ（当該土石流により力が当該通常の建築物に作用する場合の土石流の高さに応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値とする。）を上回る土地の区域

【解 説】

令第3条で「建築物が存する場合に」としているのは、建築物に作用すると仮定する場合の力は、現実に建築物が立地しているか否かに関係なく、各地点において建築物が存在すると想定し、当該建築物に作用すると想定される力を算定することを求めたものである。

「土石流により当該建築物に作用すると想定される力の大きさ」に関し「当該土石流により流下する土石等の量、土地の勾配等に応じて国土交通大臣が定める方法」については告示第2、3のとおりとされている。令第3条第2号の「通常の建築物が土石流に対して住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさ」に関して、「当該土石流により力が当該通常の建築物に作用する場合の土石流の高さに応じて国土交通大臣が定める方法」については、告示第3、3のとおりとされている。

※出典：一般社団法人 全国治水砂防協会発行：改訂版 土砂災害防止法令の解説、2016

<政 令>

(建築物の構造の規制に必要な衝撃に関する事項)

第四条 法第九条第二項の政令で定める衝撃に関する事項は、次の各号に掲げる土砂災害の発生原因となる自然現象の区分に応じ、当該各号に定める事項とする。

二 土石流 イに掲げる区域の区分及び当該区域の区分ごとに定めるロに掲げる事項

イ 土砂災害特別警戒区域について、土石流により建築物に作用すると想定される力の大きさを考慮して国土交通大臣が定める方法により、行う区域の区分

ロ イの定めるところにより区分された区域内に建築物が存するとした場合に土石流により当該建築物の地盤面に接する部分に作用すると想定される力の大きさ(当該土石流により流下する土石等の量、土地の勾配等に応じて国土交通大臣が定める方法により算出した数値とする。)のうち最大のもの及び当該力が当該建築物に作用する場合の土石流の高さ

<告 示>

第1 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施行令(以下「令」という。)第2条第2号の規定に基づき国土交通大臣が定める方法は、次の式により計測することとする。

$$\theta = \tan^{-1} (H/L)$$

この式において、 θ 、 H 及び L は、それぞれ次の数値を表すものとする。

θ 土石流が発生した場合に土砂災害の発生のおそれのある土地の勾配(単位 度)

H 地形図上において、その流水が山麓における扇状の地形の地域に流入する地点より上流の部分の勾配が急な河川(当該上流の流域面積が5平方キロメートル以下であるものに限る。)のうち当該地点より下流の部分及び当該下流の部分に隣接する一定の土地の区域にあり、かつ、土石流が流下すると想定される方向に平行な直線上にある2地点間の標高差を計測した数値(単位 メートル)

L 地形図上において、その標高差を計測した2地点間の水平距離を計測した数値(単位 メートル)

第2 建築物又はその地上部分に作用すると想定される力の大きさを算出するに当たりよるべき国土交通大臣が定める方法は、次のとおりとする。

令第3条第2号の規定に基づき当該土石流により流下する土石等の量、土地の勾配等に応じて国土交通大臣が定める方法は、次の式により算出することとする。

$$F_d = \rho_d U^2$$

この式において、 F_d 、 ρ_d 及び U は、それぞれ次の数値を表すものとする。

F_d 土石流により建築物に作用すると想定される力の大きさ(単位 1平方メートルにつきキロニュートン)

ρ_d 次の式により計算した土石流の密度(単位 1立方メートルにつきトン)

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

この式において、 ρ 、 ϕ 及び θ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- ρ 土石流に含まれる流水の密度 (単位 1立方メートルにつきトン)
- ϕ 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 (単位 度)
- θ 土石流が流下する土地の勾配 (単位 度)
- U 次の式により計算した土石流の流速 (単位 メートル毎秒)

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

この式において、 h 、 θ 、 n は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- h 次の式により計算した土石流の高さ (単位 メートル)

$$h = \left\{ \frac{0.01n C_* V (\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)}{\rho B (\sin \theta)^{1/2} \tan \theta} \right\}^{3/5}$$

この式において、 n 、 C_* 、 V 、 σ 、 ρ 、 ϕ 、 θ 及び B は、それぞれ次の数値を表すものとする。

- n 粗度係数
 - C_* 堆積土石等の容積濃度
 - V 土石流により流下する土石等の量 (単位 立方メートル)
 - σ 土石流に含まれる礫の密度 (単位 1立方メートルにつきトン)
 - ρ 土石流に含まれる流水の密度 (単位 1立方メートルにつきトン)
 - ϕ 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 (単位 度)
 - θ 土石流が流下する土地の勾配 (単位 度)
 - B 土石流が流下する幅 (単位 メートル)
-
- θ 土石流が流下する土地の勾配 (単位 度)
 - n 粗度係数

＜告 示＞

第3 通常の居室を有する建築物が住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさを算出するに当たりよるべき国土交通大臣が定める方法は、次のとおりとする。

- 3 令第3条第2号の規定に基づき当該土石流により力が当該通常の建築物に作用する場合の土石流の高さに応じて国土交通大臣が定める方法は、次の式により算出することとする。

$$P_2 = \frac{35.3}{H_3(5.6 - H_3)}$$

この式において、 P_2 及び H_3 は、それぞれ次の数値を表すものとする。

P_2 通常の建築物が土石流に対して住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさ（単位 1平方メートルにつきキロニュートン）

H_3 土石流により力が通常の建築物に作用する場合の土石流の高さ（単位 メートル）

第4 令第4条第1号イ及び第2号イの規定に基づき国土交通大臣が定める方法は、次の1から3までに掲げる急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動若しくは堆積又は土石流の高さの区分に応じ、当該1から3までに定める基準により区域を区分することとする。

- 3 令第4条第2号ロの土石流の高さが1メートルを超える場合 土石流により建築物に作用すると想定される力の大きさが1平方メートルにつき50キロニュートンを超える区域及びそれ以外の区域

第5 建築物の地盤面に接する部分に作用すると想定される力の大きさを算出するに当たりよるべき国土交通大臣が定める方法は、次のとおりとする。

- 1 次の各号の国土交通大臣が定める方法は、それぞれ当該各号に定める規定を準用する。
ハ 令第4条第2号ロ 第2の3

<告 示>

第1 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施行令（以下「令」という。）第2条第2号の規定に基づき国土交通大臣が定める方法は、次の式により計測することとする。

$$\theta = \tan^{-1} (H/L)$$

この式において、 θ 、H及びLは、それぞれ次の数値を表すものとする。

θ 土石流が発生した場合に土砂災害の発生のおそれのある土地の勾配こう（単位 度）

H 地形図上において、その流水が山麓ろくにおける扇状の地形の地域に流入する地点より上流の部分の勾配が急な河川（当該上流の流域面積が5平方キロメートル以下であるものに限る。）のうち当該地点より下流の部分及び当該下流の部分に隣接する一定の土地の区域にあり、かつ、土石流が流下すると想定される方向に平行な直線上にある2地点間の標高差を計測した数値（単位 メートル）

L 地形図上において、その標高差を計測した2地点間の水平距離を計測した数値（単位 メートル）

第2 建築物又はその地上部分に作用すると想定される力の大きさを算出するに当たりよるべき国土交通大臣が定める方法は、次のとおりとする。

1-4 著しい危害のおそれのある土地の区域の概要

著しい危害のおそれのある土地の区域の設定条件は、「危害のおそれのある土地の区域」のうち、土石流により建築物に作用すると想定される力が、「通常の建築物の耐力」を上回る土地の区域とする。

【解説】

著しい危害のおそれのある土地の区域は、土石流によって建築物に作用すると想定される力の大きさが、通常の建築物が住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれのある損壊を生ずることなく耐えることのできる力の大きさ（「通常の建築物の限界耐力」という）を上回る土地の区域である。

また、著しい危害のおそれのある土地の区域の範囲は「危害のおそれのある土地の区域の設定」で設定された危害のおそれのある土地の区域の範囲内とする。

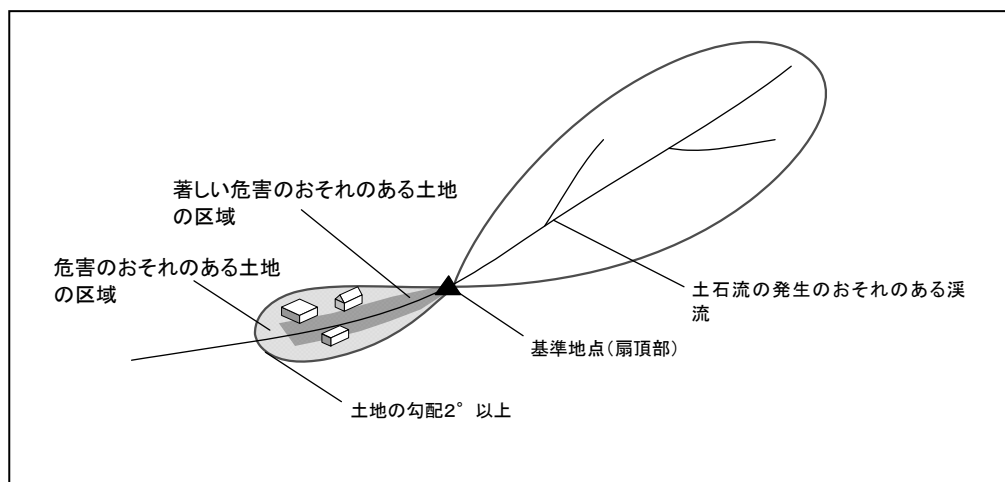


図 1.1.2 著しい危害のおそれのある土地の区域の概念図

2. 危害のおそれのある土地等の区域の設定方法

危害のおそれのある土地等の区域は、地形条件等により「危害のおそれのある土地の区域(通称:イエローゾーン)」を設定し、さらに土石流により建築物に作用すると想定される力が、通常の建築物の耐力を上回る土地の区域を「著しい危害のおそれのある土地の区域(通称:レッドゾーン)」として設定する。

【解 説】

危害のおそれのある土地等の区域は、「危害のおそれのある土地の区域（イエローゾーン）」及び「著しい危害のおそれのある土地の区域（レッドゾーン）」の区域からなる。

これらの区域は、基盤図及び危害のおそれのある土地等の区域の設定に用いる GIS システムを用いて机上で行い、現地調査結果に基づき机上設定結果の修正を行い設定する。

危害のおそれのある土地等の区域は、地形条件により「危害のおそれのある土地の区域」を設定し、さらに「危害のおそれのある土地の区域」のうち、土石流により建築物に作用すると想定される力が、通常の建築物の耐力を上回る土地の区域を「著しい危害のおそれのある土地の区域」として設定する。

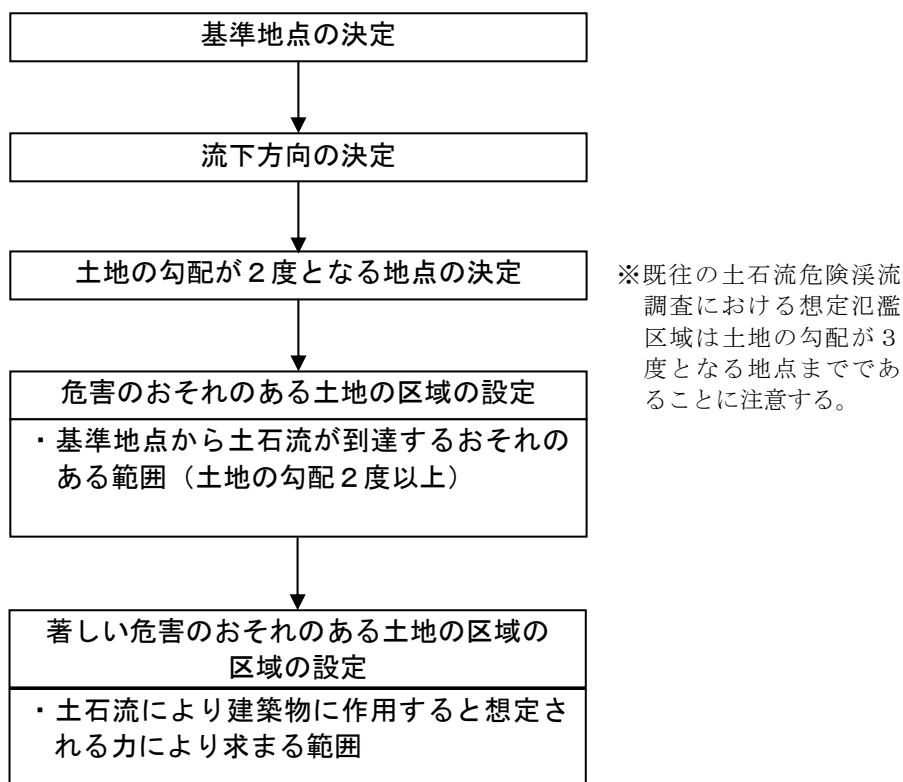


図 1.1.3 危害のおそれのある土地等の区域の設定の流れ

3. 基礎調査の手順

基礎調査は、次に示す手順により行う。
 (1) 机上調査
 (2) 現地調査

【解説】

基礎調査は、図 1.1.4 のフローに従い実施する。

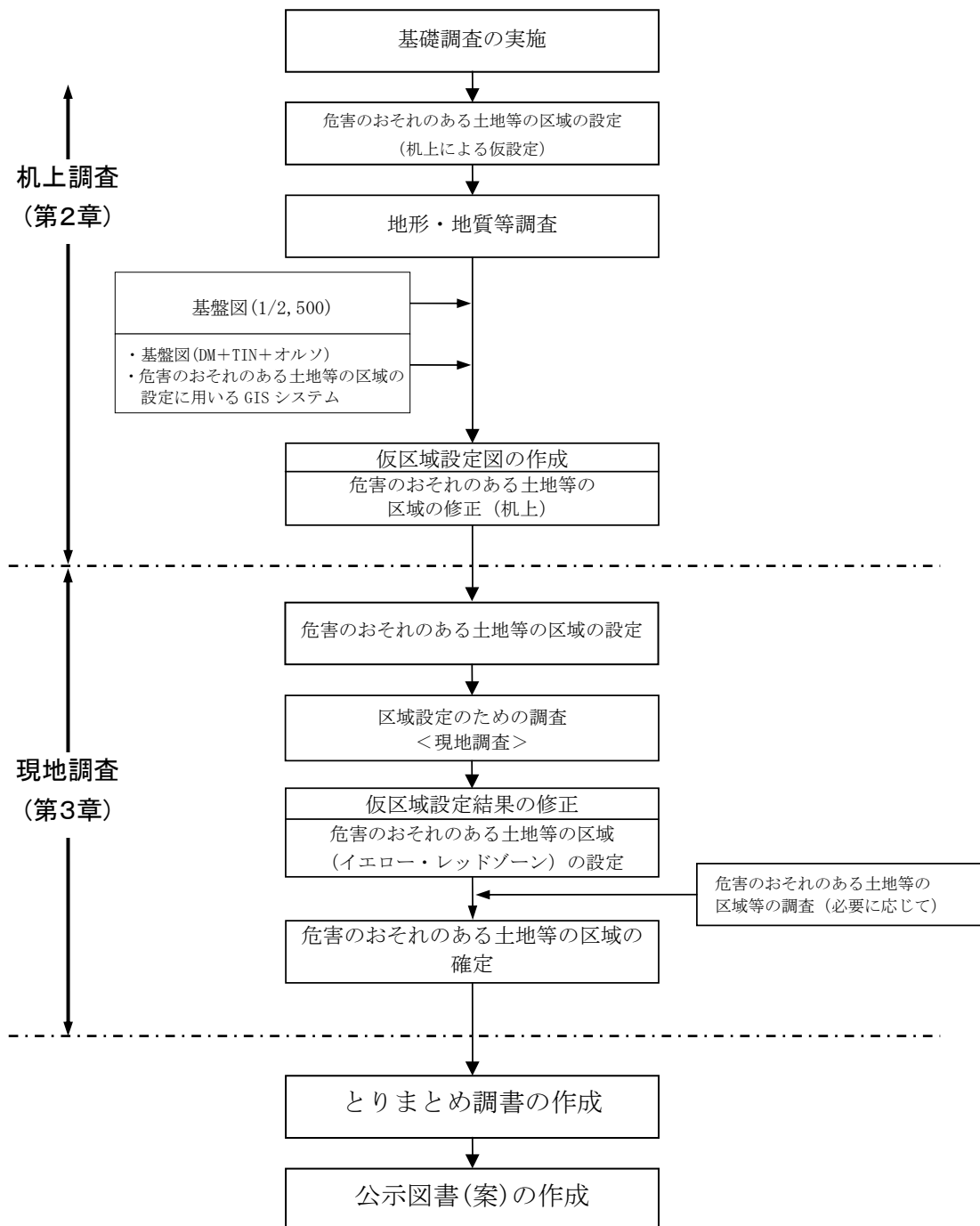


図 1.1.4 基礎調査の概略フロー

第2章 机上調査編

1. 危害のおそれのある土地の区域の設定

1-1 地形調査(基準地点等の調査)

地形調査では、調査対象箇所ので地形情報を把握し、危害のおそれのある土地等の区域の設定に重要な基準地点の仮設定を行うための資料を作成する。

【解説】

地形調査は、調査対象箇所における基準地点の仮設定の実施、および危害のおそれのある土地の区域の範囲を設定するための基礎資料を作成することを目的とする。

- 1) 平面及び縦断形状の調査
- 2) 人工建造物の調査
- 3) 基準地点の仮設定

<調査対象範囲：定義>

区域設定の対象となる範囲は、図 2.1.1 に示すとおりである。

○危害のおそれのある土地の区域：

土石流が山麓における扇状地形の地域に流入する地点（以下「基準地点」）より下流の土石流が到達するおそれのある範囲（基準地点から土地の勾配が概ね2度までの範囲）

○著しい危害のおそれのある土地の区域：

「危害のおそれのある土地の区域」のうち、土石流により建築物に作用すると想定される力が、通常の建築物の耐力を上回る土地

○土石流の発生のおそれのある溪流：

基準地点より上流の溪流

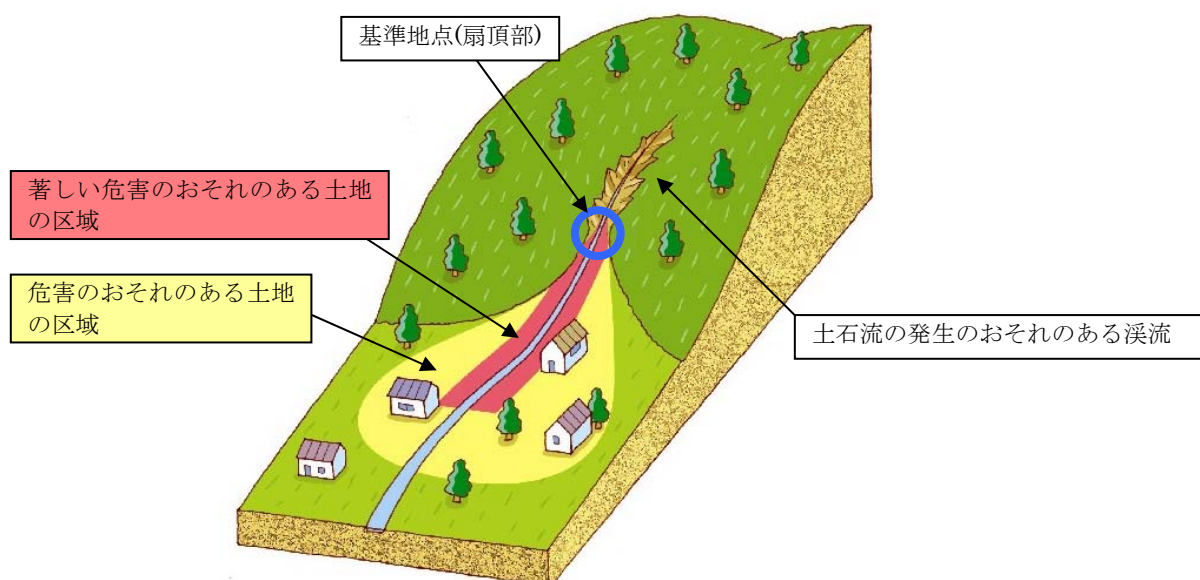


図 2.1.1 危害のおそれのある土地等の区域の模式図

1-1-1 平面及び縦断形状の調査

基準地点の仮設定および土石流の氾濫規模や氾濫範囲を想定するために、地形図、土地の勾配調査、空中写真判読等により、平面および縦断形状を把握する。

【解 説】

基準地点を仮設定するために、基準地点候補地周辺の平面および縦断形状を、地形図及び空中写真、縦断図等を活用することにより把握する。

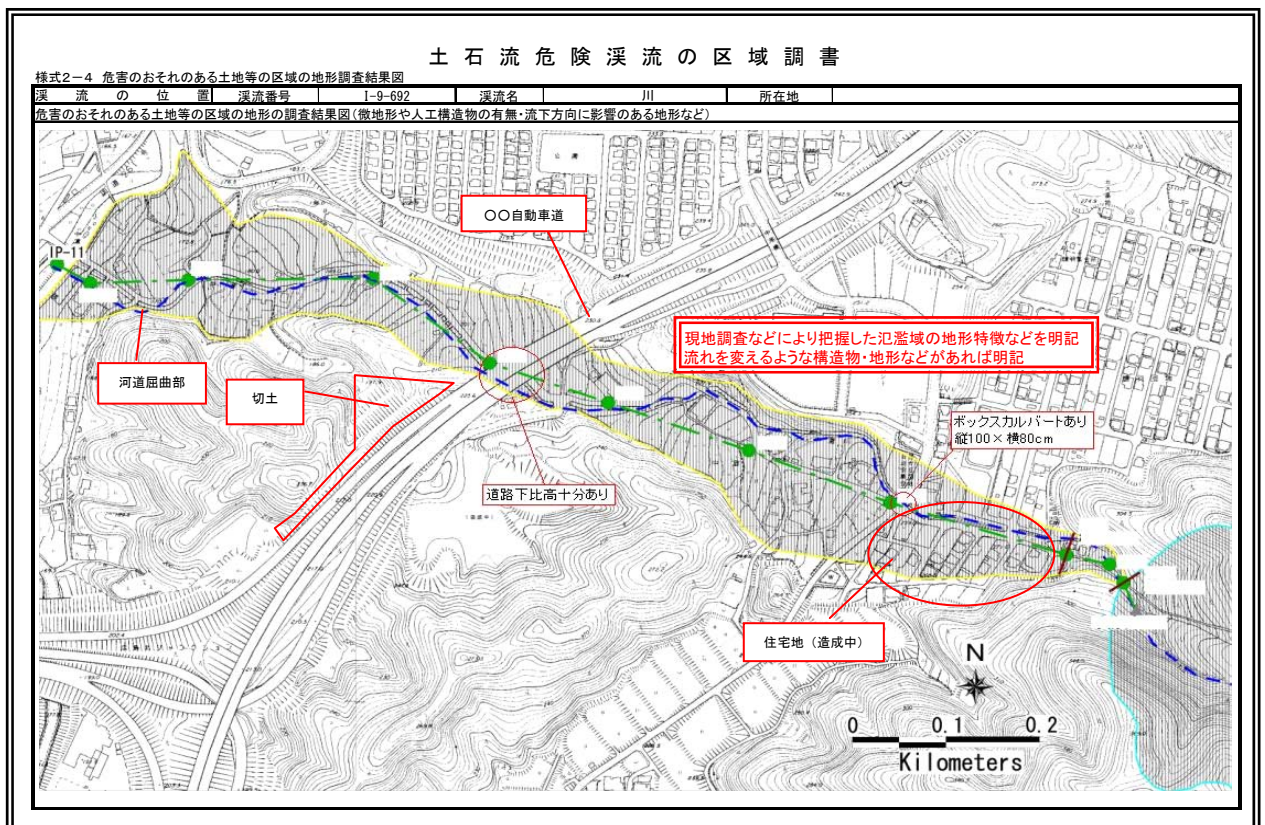
特に、縦断形状については、現況河道の縦断図を作成し、平面図と合わせて基準地点の仮設定根拠資料として調書にとりまとめる。

ここで基準地点候補地とは、調査対象箇所において、後述する「3)基準地点の仮設定」で示すような地形条件を満足する箇所とする。

また、土石流の氾濫規模や氾濫範囲を想定するために、主に基準地点候補地の下流域について、以下に示す項目について調査し、結果を調書にとりまとめる。

- 河道屈曲部、狭窄部
- 谷底平野
- 平坦地（住宅地・耕地）
- 道路
- 現況河道の縦断勾配
- その他特徴的な地形

参考<区域調書記載例：危害のおそれのある土地等の区域の地形調査結果>



1-1-2 人工構造物の調査

基準地点の仮設定および土石流の氾濫規模や氾濫範囲を想定するために、人工構造物の把握・調査を行う。

【解 説】

基準地点を仮設定するために、砂防及び治山の対策施設等を、地形図、空中写真判読および既往調査資料等により把握する。把握した対策施設は平面図に示し、基準地点の仮設定根拠資料として調書に記載する。

また、土石流の氾濫規模や氾濫範囲を想定するために、主に基準地点候補地の下流域について土石流の流れに影響を及ぼす以下のような人工構造物等を調査する。

<対策施設>

砂防えん堤、治山ダム、山腹工 等

<人工構造物>

- 盛土（道路、鉄道等）
- 橋梁、暗渠（ボックスカルバート等）
- 擁壁
- トンネル 等

なお、机上での人工構造物の調査は、地形図、空中写真判読等により概況（有無や概略の位置）を把握する程度とし、現地調査により詳細な位置、溪床からの比高、規模等を把握する。調査結果は前項の平面および縦断形状調査結果の図上に加えて記載する。

砂防施設、治山施設については、「対策施設の状況調査」に従い調査する。

1-1-3 基準地点の設定

平面、縦横断及び人工構造物等の地形調査結果を基に基準地点を選定する。

【解 説】

基準地点とは土石流が氾濫を開始する地点であるため、土砂の堆積が始まると想定される地点より下流側に設定することを基本とする。基準地点の位置は、「著しい危害のおそれのある土地の区域」の範囲設定に影響を及ぼすため、慎重に判断する。

基準地点の仮設定は、前述の平面、縦断及び人工構造物等の地形調査結果を基に実施し、表 2.1.1 および図 2.1.2～図 2.1.4 を参考に周辺の状況を踏まえて総合的に判断する。

表 2.1.1 基準地点設定に際して考慮する地形条件

地形条件		状 況 等
①谷 出 口	平面形状	谷地形が開けて、谷幅が広がる地点
②狭窄部出口		谷出口と同様に谷幅が狭い区間（狭窄部）から急激に谷幅が広がる地点
③河道屈曲部		土石流の直進性により外湾側に氾濫する地点
④扇 頂 部	平面形状 縦断形状	扇状地の頂部で、谷出口と同様に谷幅が広がり、溪床勾配が緩くなる地点
⑤勾配変化点	縦断形状	溪床勾配が上流から下流を見て急激に緩くなる地点
⑥土石流氾濫実績	その他	過去の土石流の氾濫開始点
⑦横断構造物		溪床の構造物（暗渠、橋梁等）によって土石流の流下が影響される地点
⑧社会条件		保全対象の位置

基準地点の設定では、以下の点に留意するものとし、必要に応じて複数設定する。

- 1) 「土石流氾濫実績」による氾濫開始点が判明している場合は、これを優先し、設定する。
- 2) 地形条件により最も適当であると判断した基準地点より上流に保全対象が存在する場合は、保全対象の上流側に存在する候補地点を「補助基準地点」として設定する。
- 3) 基準地点の選定は、図 2.1.2 を考慮し、平面的な地形状況とあわせて総合的に判断し、設定する。
- 4) 地形条件に併せ社会条件を考慮し、基準地点が“将来的に開発可能な土地”より上流に設定されているか調査を行う。将来的に開発が見込まれる(保全対象が新しく立地する)場合は、状況により 2)と同様に補助基準地点を設定する。

<基準地点設定における着目点>

基準地点の設定は、流域全体の地形状況、人家等の立地状況、現地調査結果等を踏まえて総合的に判断し、決定する。仮設定した基準地点は、選定根拠を示す平面図、縦断面図、横断面図等とともに調書に記載する。

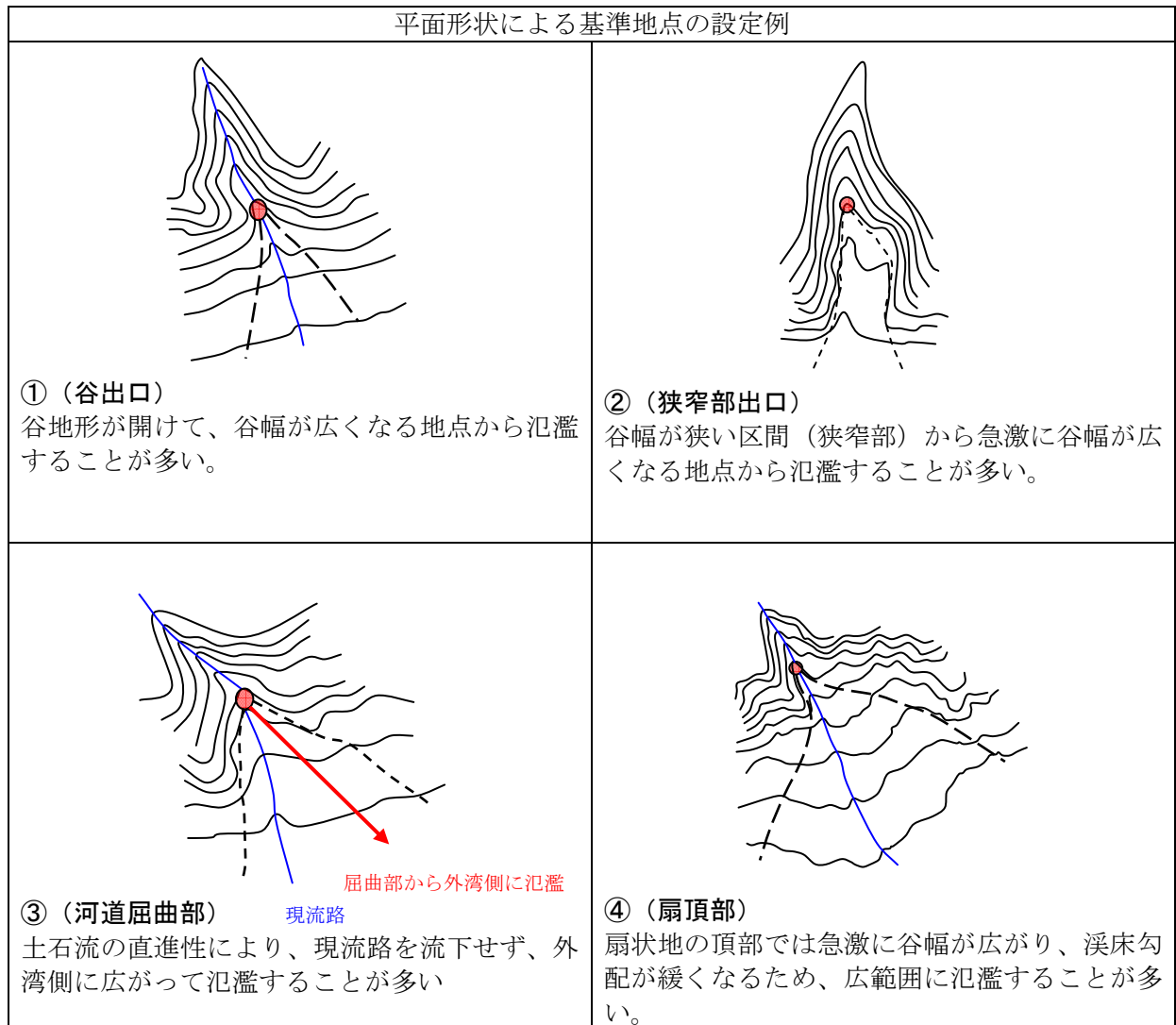


図 2.1.2 基準地点の設定例（その1）

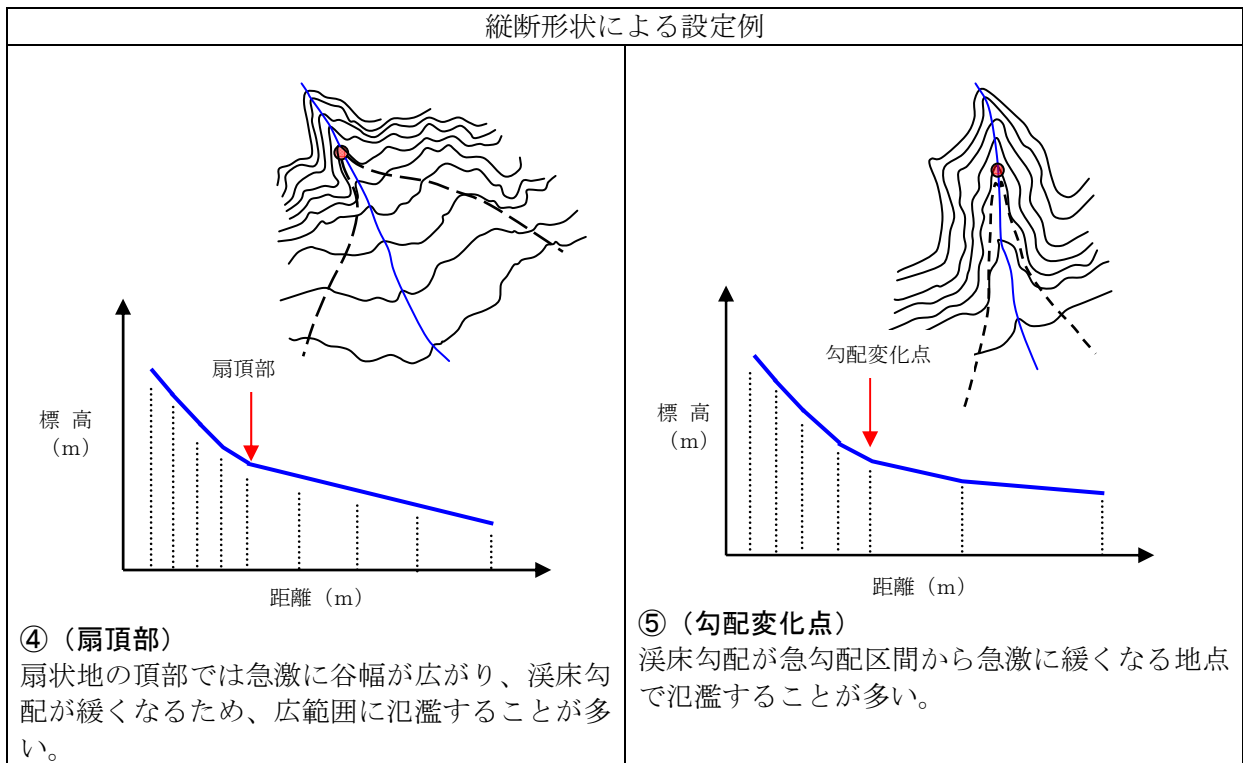


図 2.1.3 基準地点の設定例 (その 2)

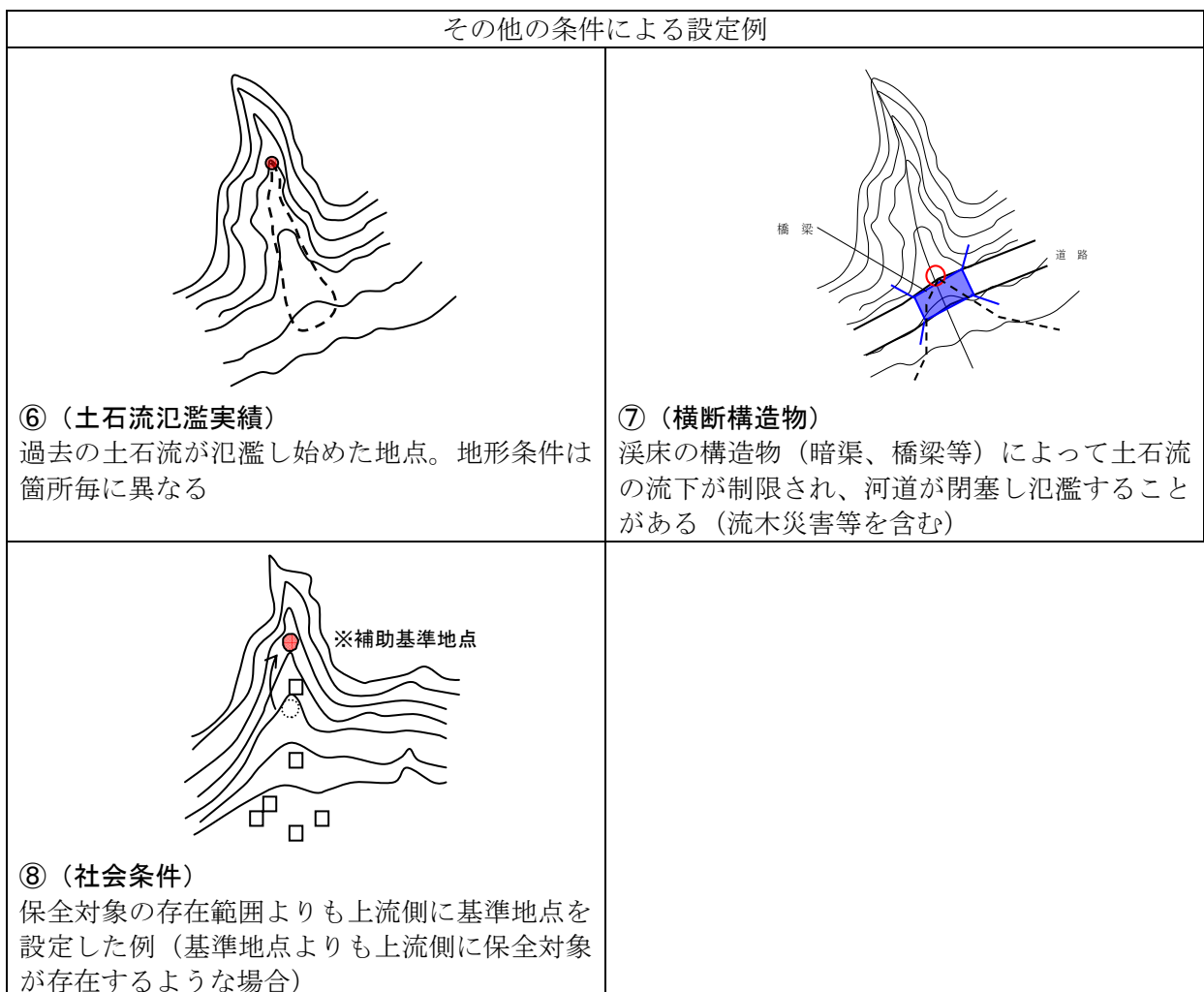


図 2.1.4 基準地点の設定例 (その 3)

【参考】

印

国水砂第28号
平成27年5月14日

都道府県土木主管部（局）長 殿

国土交通省水管理・国土保全局
砂防部 砂防計画課長



「土砂災害警戒区域等の設定にあたっての留意事項」について

標記について、「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」に基づく基礎調査の実施にあたっては、別添の留意事項を参考として適切に取り計らわれますようお願いいたします。

なお、本通知は地方自治法第245条の4第1項に規定する技術的な助言として通知するものです。

土砂災害警戒区域等の設定にあたっての留意事項

1. 基準地点の設定

- ・ 土石流を対象とした警戒区域等の基準地点は、土砂の堆積が始まると想定される地点より下流に設定することを基本とする。
- ・ 土砂の堆積が始まる地点については、当該溪流の谷出口等の地形や溪流の勾配、過去の土石流の氾濫開始点を勘案し設定する。
- ・ 土石流が流下もしくは堆積すると考えられる溪流の勾配については、別添図1の勾配の区間を参考とする。
- ・ 上記を参考に検討した基準地点のさらに上流に住宅等が立地している場合は、補助基準地点を基準地点の上流区間に設定する。
- ・ 補助基準地点を設定した際には、基準地点から補助基準地点の区間においても、警戒区域について必要な範囲を設定する。また、補助基準地点における土石流の諸元や3-2に後述する移動可能土砂量の設定方法を参考に、基準地点上流の住宅等（基準地点から補助基準地点区間まで）に作用する土石流の力を適切に算出し、特別警戒区域について必要な範囲を設定する。

2. 警戒区域の設定

2-1 流下方向の設定

- ・ 流下方向の設定にあたっては、3-1に後述する特別警戒区域で検討される流下方向を基本とする。ただし、基準地点の上下流の地形条件や過去の土石流の氾濫実績などを勘案し、複数方向へ流下する蓋然性が高いと判断される場合は、特別警戒区域の有無に関わらず複数方向の設定を検討する。

2-2 区域の範囲の設定

- ・ 過去の土石流の流下痕跡等が明確であり、机上調査に基づく警戒区域に相当する範囲の外側におよんでいる場合は、現地調査を詳細に行い、警戒区域の範囲を決定する際の参考とする。

3. 特別警戒区域の設定

3-1 流下方向の設定

- ・ 流下方向の設定にあたっては、基準地点よりも上流の谷地形の向き（土石流の直進性）、基準地点より下流の地形（平面、縦断および横断形状）を考慮する。なお、過去の土石流の流下痕跡等が明確である場合は、流下方向を設定する際に参考とする。
- ・ 特別警戒区域は、1溪流につき1方向で設定することが原則であるが、基準地点の

上下流の地形や過去の土石流の氾濫実績などを勘案し、複数方向へ流下する蓋然性が高いと判断される場合は、それぞれの流下方向に対して特別警戒区域を適切に設定することを検討する。

3-2 移動可能土砂量の設定

- ・ 移動可能土砂量の設定に過去の災害実績を参考とする場合、災害実績によっては、当該土砂量が過小となる場合もあることから、周辺地域または同様な地形・地質条件を有する地域の実績と比較し確認する。
- ・ また、移動可能土砂量を設定する際に、溪流内に堆積している土砂だけでなく、土石流の流下に伴い侵食が予想される幅・深さを、別添図2を参考に適切に設定し、過小な評価にならないよう十分留意する。
- ・ 上記「1. 基準地点の設定」に留意し検討した結果、補助基準地点を設定する必要がある場合には、補助基準地点から基準地点までの区間における移動可能土砂量を横断測線毎に適切に計上するなど、補助基準地点から基準地点までの区間に関しては「土石流により流下する土石等の量」を適切に設定するよう十分留意する。

3-3 施設の適切な効果評価

- ・ 当該溪流内の施設については、「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）」を参考とし、土石流に対する効果が見込まれる施設の効果量を評価する。
- ・ また、新たな施設が設置された際には、適切に施設の効果評価を行い、想定される土石流流出区間および土石流により流下する土石等の量を、必要に応じて見直すものとする。

【別添】

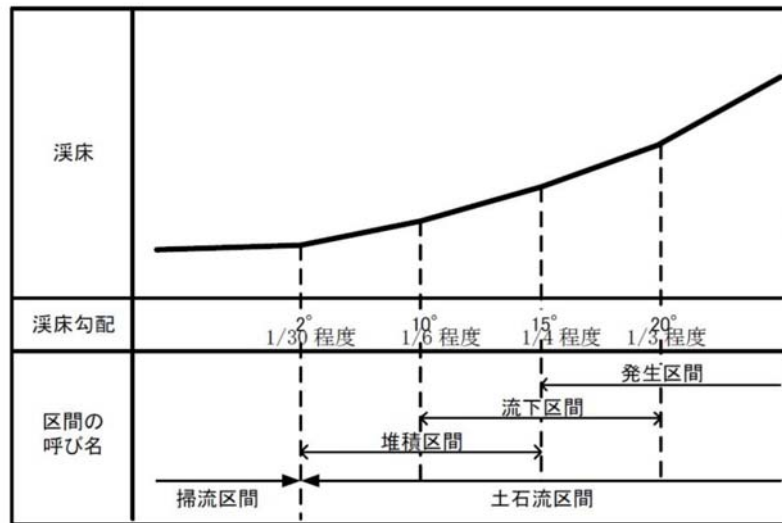


図1 土砂移動の形態の河床勾配による目安

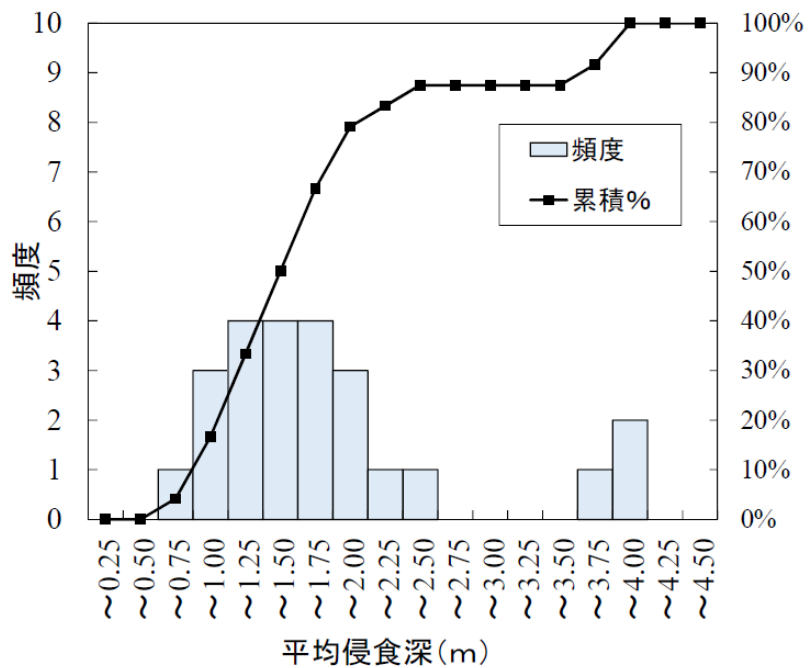
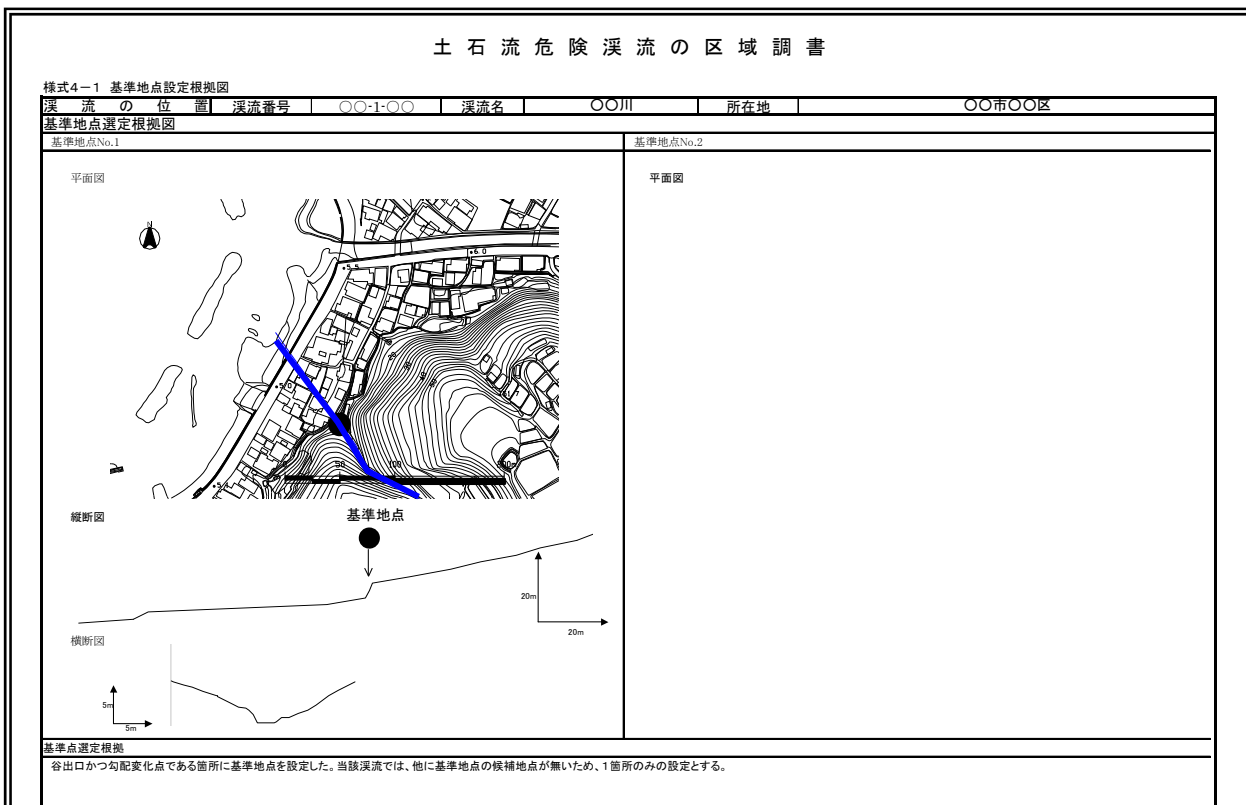


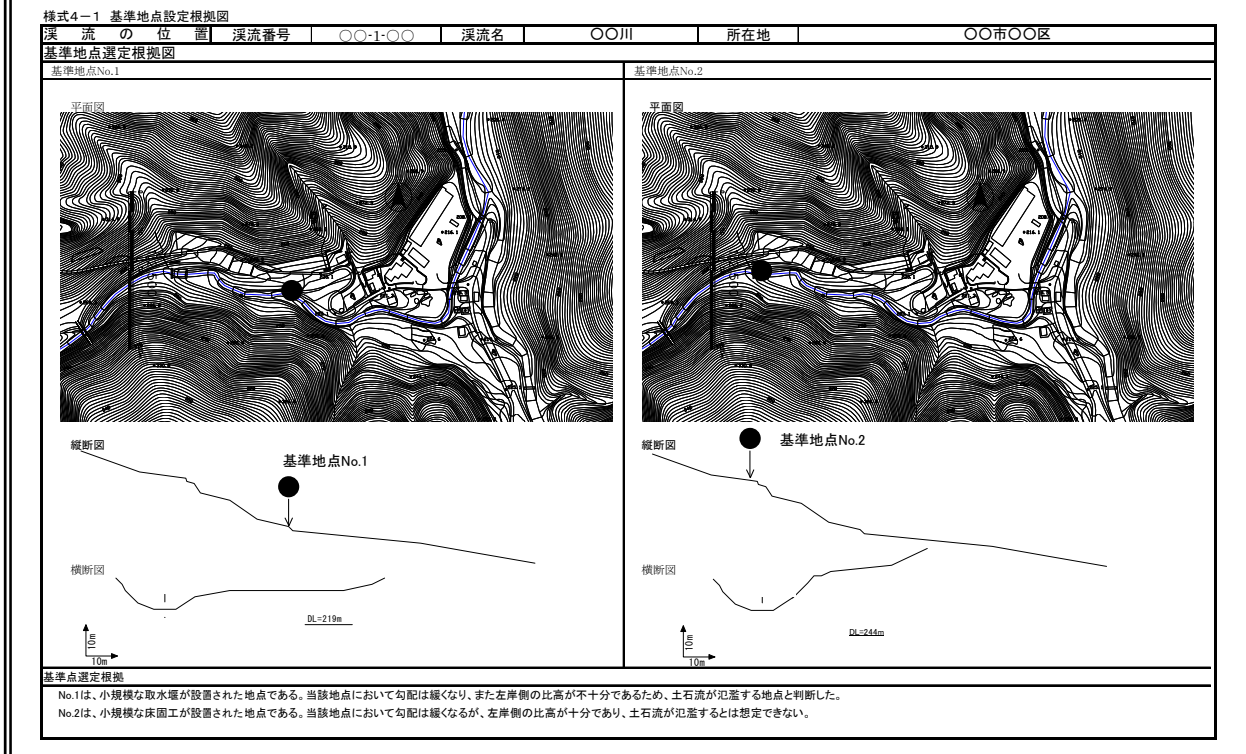
図2 平均侵食深の分布

出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）

参考＜区域調書記載例：基準地点の仮設定結果＞



土石流危険渓流の区域調書



1-2 危害のおそれのある土地の区域の設定

危害のおそれのある土地の区域は、「流域面積が 5 km² 以下の溪流において、基準地点から下流の土地の勾配が 2° 以上の区域」のうち、「地形条件により明らかに土石等が到達しないと認められる区域」を除いた区域であり、次の手順に従い設定する。

- (1) 基準地点の設定
- (2) 危害のおそれのある土地の区域の仮設定 (勾配が 2° 以上となる区域)
- (3) 明らかに土石等が到達しないと認められる区域の除去
- (4) 危害のおそれのある土地の区域の設定

【解説】

本項では、危害のおそれのある土地等の区域の設定に用いる GIS システムを用いて、「危害のおそれのある土地の区域」を設定する。

「危害のおそれのある土地の区域」の区域は、基準地点から下流の区域において、「土地の勾配が 2° 以上となる区域」を決定し、その範囲内において「明らかに土石等が到達しないと認められる区域」を除いた区域となる。危害のおそれのある土地の区域の設定の流れを図 2.1.5 に示す。

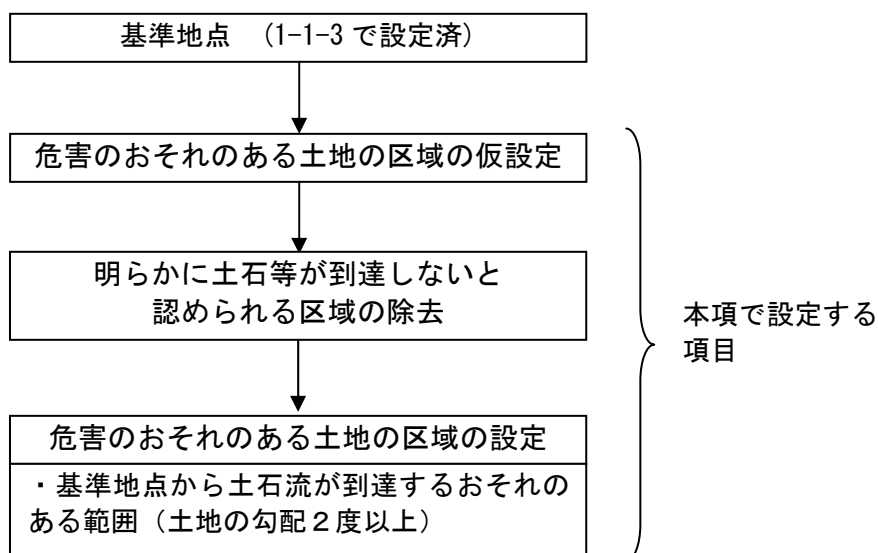


図 2.1.5 危害のおそれのある土地の区域の設定の流れ

1-2-1 危害のおそれのある土地の区域の仮設定

「危害のおそれのある土地の区域」を設定するために、基準地点下流の土地の勾配が2度以上となる区域を把握する。

【解 説】

土地の勾配の図上計測にあたっては、1/2,500 基盤図を用いて計測を行う。計測を行う範囲は、基準地点下流の土地の勾配で、溪流の流下方向に対し横断方向では兩岸側の山麓部まで、縦断方向では土地の勾配 2° となる周辺部までを目安とする。

なお、既往の土石流危険溪流調査における想定氾濫区域は土地の勾配が3度となる地点までであることに注意するとともに、扇状地形の場合は、扇状地全体を包括する周辺一帯を計測範囲とする。

土地の勾配が2度以上となる区域の設定の流れを図 2.1.6 に示す。

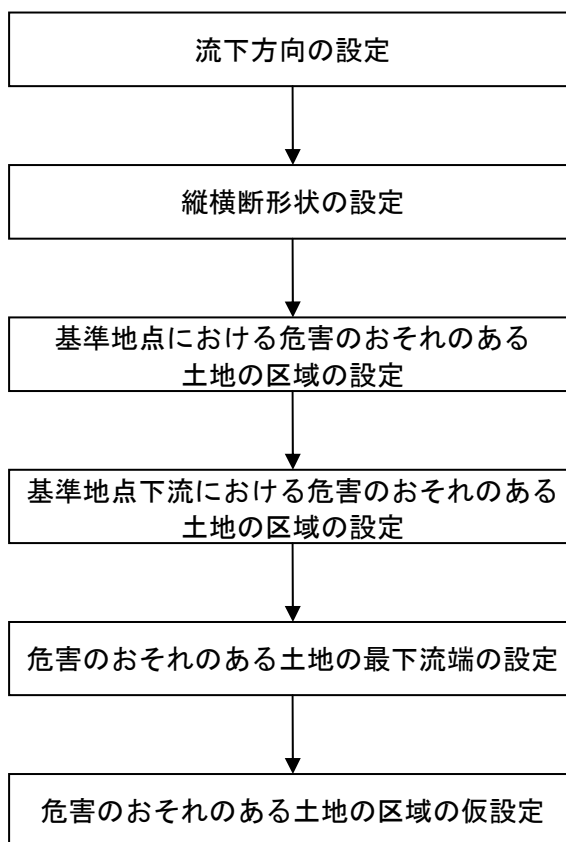


図 2.1.6 危害のおそれのある土地の区域の仮設定

(1) 流下方向の設定

土石流の流下方向は、地形形状や土石流の流下堆積特性より、原則として基準地点下流において最も流下する可能性の高い方向（1方向：主流路）を検討する。検討した主流路及び全体を包括する流下方向について、基盤図を用いて縦横断図を作成する。

【解 説】

土石流の流下方向は、基準地点下流において最も流下する可能性の高い方向（1方向：以下「主流路」という）を検討する。

主流路の設定は、「危害のおそれのある土地の区域」の設定だけでなく、後述する「著しい危害のおそれのある土地の区域の範囲」を左右する重要な要因となるため、設定に際しては十分な検討を行う。

主流路は、基準地点より上流 200m 程度の河床地点より、基準地点下流側の土地の勾配が 2° 未満になると判断される地点までの間に設定する。（ただし、その区間内で明らかに土石等が到達しないと判断される地形状況が確認される場合はその地点までとする）

検討に際しては、危害のおそれのある土地等の区域の設定に用いる GIS システムを用いた机上調査を行い、現地調査を実施する。

土石流の流下方向は、以下の①～⑤に示す土石流の流下堆積特性等に注目して設定する。

- ① 明瞭な流路がある場合の土石流の流下方向
- ② 土石流の分散角
- ③ 流路が不明瞭な場合の土石流の流下方向
- ④ 湾曲部・屈曲部での越流
- ⑤ 土石流氾濫実績

次頁より①～⑤について説明する。

主流路の設定例を図 2.1.7 に示す。主流路は基準地点よりも上流の谷地形の向き（土石流の直進性）、基準地点より下流の地形（平面、縦断および横断形状）を考慮する。過去の土石流の流下痕跡等が明確である場合は、流下方向を設定する際に参考とするが、現在明瞭な流路がない場合などでは、土石流が直進流下する特性を考慮して決定する。

特別警戒区域は、1 溪流につき 1 方向で設定することが原則であるが、基準地点の上下流の地形や過去の土石流の氾濫実績などを勘案し、複数方向へ流下する蓋然性が高いと判断される場合は、それぞれの流下方向に対して特別警戒区域を適切に設定することを検討する。机上で 1 方向に絞ることが出来ない場合は、複数抽出し現地において判断する。

また、「危害のおそれのある土地」の区域のみを設定する場合にも、単に現況河道、最低標高方向に定めるものではなく、「著しい危害のおそれのある土地」の区域を考慮しながら流下方向を決定しなければならない。ただし、基準地点の上下流の地形条件や過去の土石流の氾濫実績等を勘案し、複数方向へ流下する蓋然性が高いと判断される場合には、特別警戒区域の有無にかかわらず複数方向の設定を検討する。

なお、土石流の流れが地形に制限される等の理由で主流路を屈曲させる場合は、屈曲角を 30° 以内とすることを目安とする。

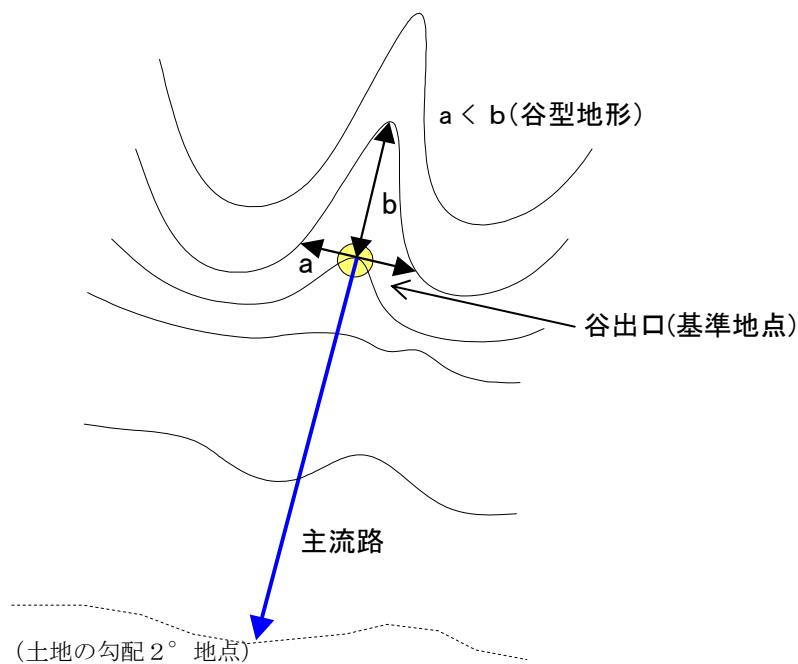


図 2.1.7 土石流の直進性を考慮し谷出口の方向から設定した主流路のイメージ

① 明瞭な流路がある場合の土石流の流下方向

土石流の第1波は明瞭な流路がある場合、その流路に沿って流れることが多い。また、複数回にわたり段波状に流下する場合、第2波以降は流路の埋没により左右に首振り状に流下することがある。



図 2.1.8 土石流の堆積イメージ

② 土石流の分散角

土石流が分散する場合または首振りして流下する場合、その分散角は過去の災害実績より最大で 60° 程度である。

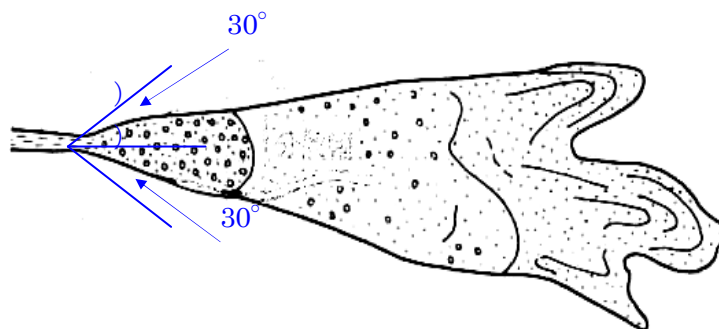


図 2.1.9 土石流分散角のイメージ

③ 流路が不明瞭な場合の土石流の流下方向

土石流は流体のため、基本的には最も低い方向を流れるが、その特性から直進性が強く、宅地開発等により、溪流が不明瞭な場合や、側溝程度しかない場合には直進する可能性が高い。

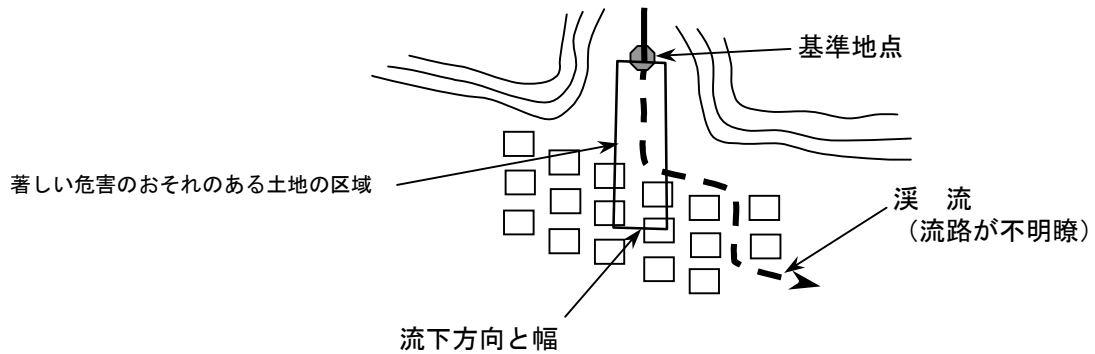


図 2.1.10 谷地形・流路が不明瞭な場合の設定例

④ 湾曲部・屈曲部での越流

湾曲部・屈曲部での流下方向の判断が難しい場合は、下記の手順により越流を検討する。

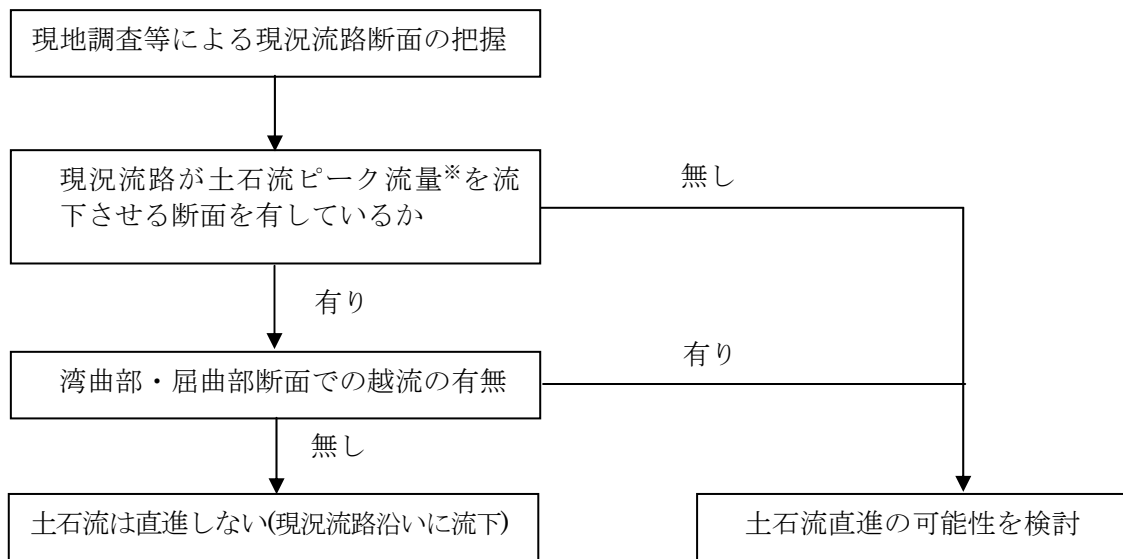


図 2.1.11 湾曲部・屈曲部における流下方向設定フロー

※土石流ピーク流量については後述する 2-2-6 節、2-3-2 節「土石流ピーク流量の算出」を算出のこと。

⑤ 土石流氾濫実績

土石流氾濫実績がある場合は、以下を参考に流下方向を検討する。

i) 氾濫区域内において建築物等の損壊が著しいと判断される流下方向

氾濫開始点(基準地点)より、建築物等の損壊が著しいと判断される方向を結んだ1本の流向を、「主流路」として考え、「著しい危害のおそれのある土地の区域」の設定の際の縦断測線とする。

ii) 土石流の氾濫区域全域

氾濫開始点(基準地点)より下流の主流路より、土石等の停止した氾濫区域末端を結ぶ全てのベクトルを、「土石流が流下する可能性のある方向」と考え、氾濫区域を「危害のおそれのある土地の区域」の基礎資料とする。

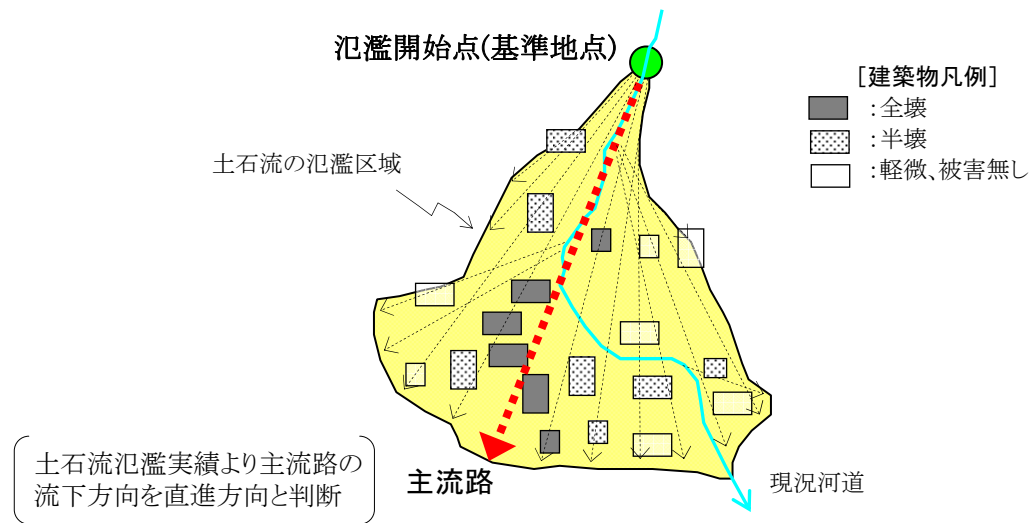


図 2.1.12 流下方向検討イメージ図

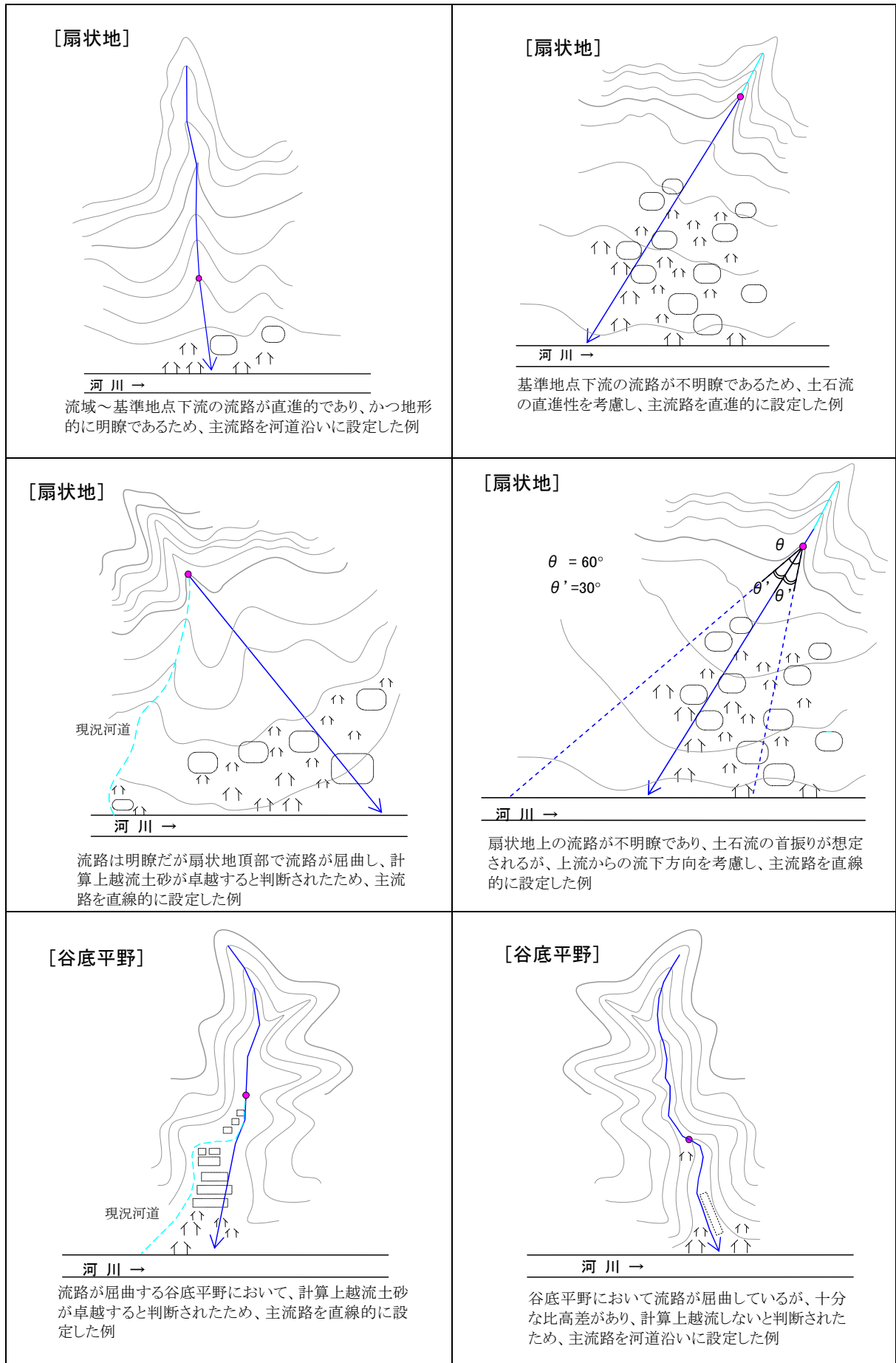


図 2.1.13 主流路の設定事例

なお、主流路は土地の勾配 2° すなわち危害のおそれのある土地の区域の末端部と想定される地点まで延長する。

図 2.1.14、15 に、流下方向の設定事例を示す。



図 2.1.14 流下方向の設定例（その 1）

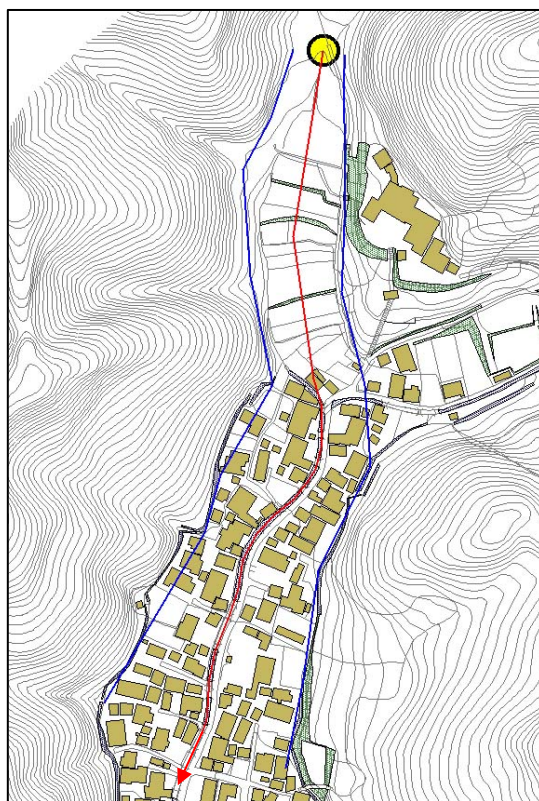


図 2.1.15 流下方向の設定例（その 2）

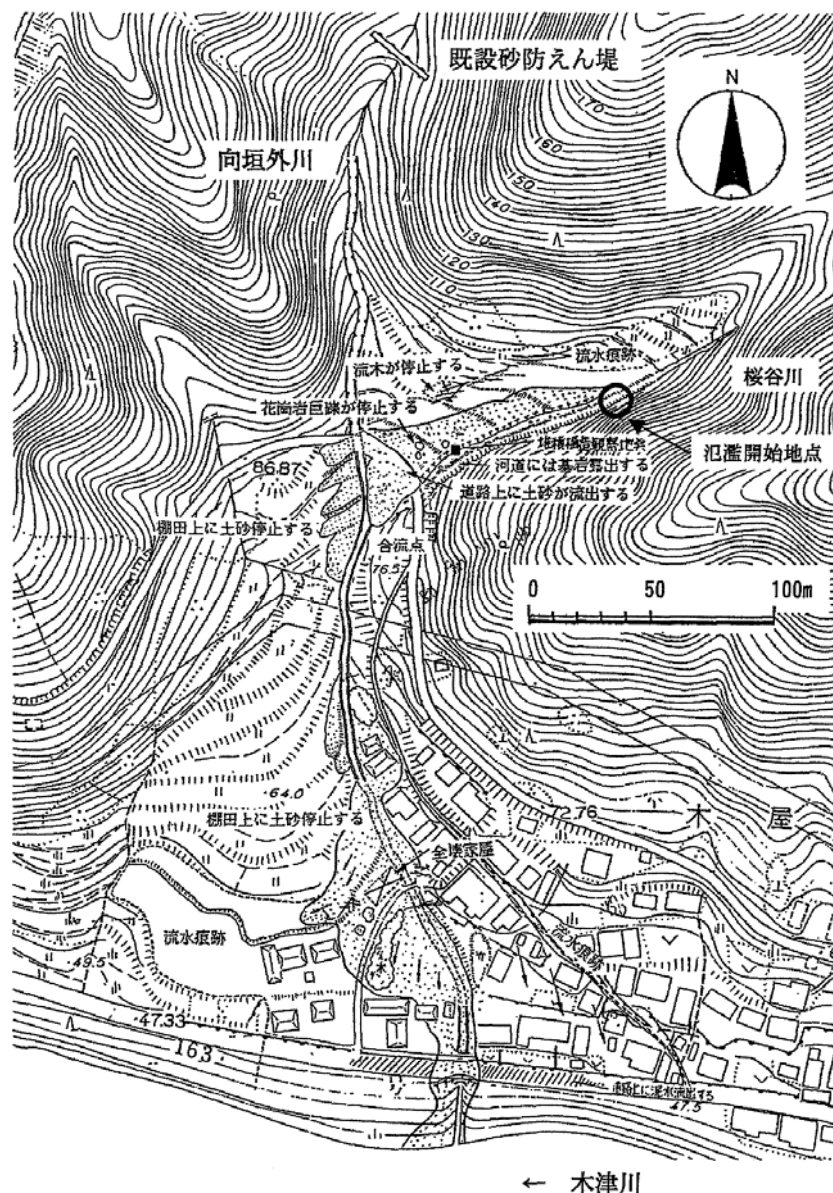
<参考：過去の土石流の発生事例にみる流下方向>

過去の土石流の発生事例にみる流下方向について、各々主として現況の流路による影響を受けて流下した事例、全体的な土地の傾斜や比高等の地形要因による影響を受けて流下した事例、土石流の直進性による影響を受けて流下した事例の代表例を参考として以下に示す。

事例を参考として主流路を定める場合は、土石流の氾濫当時と現在の地形条件の変化に注意する必要がある。

なお、事例と概ね同じ地形条件を有する溪流であっても、流下する土石等の量や土石流のタイプの違いまたは流木の有無により、土石流の流下方向が全く異なるケースも十分考えられるので留意する必要がある。

<参考 現況流路の影響を受けて流下した事例>



参考-1 昭和61年7月京都府南部土石流災害（向垣外川（桜谷川）京都府和束町）



参考－２ 向垣外川（桜谷川）氾濫域航空写真（S61.7）

【解説】

土石流の氾濫域は、向垣外川及びこの支溪である桜谷川の向垣外川合流点上流約 100m 付近（溪床勾配 8° 程度）に始まり、一級河川木津川にまで達している。向垣外川の土砂は、ほとんどが既設砂防えん堤で停止しており、氾濫した土砂の大部分は桜谷川より流下してきたものとされている。合流点の上流付近には、地形が緩勾配になる勾配変化点がある。

桜谷川の流路には合流点上流に府道下を通るボックスカルバートがあって、合流点下流で左にカーブしている。土石流は、ボックスカルバートで外湾に一部が氾濫したものと、既設流路工に沿って流下して流路工の一部を埋没したものが認められる。下流部では右岸側が左岸側に比べて低いため、土砂が右岸側に大量に堆積したとされ、家屋 1 棟が全壊している。

本事例は、以下の事項より現況流路沿いに流下したものと考えられている。

- ・現況流路には、明瞭な 3 面張り流路工が整備されていた。
- ・合流点下流の現流路が直線的で急な湾曲部や屈曲部を有していなかった。

注) この事例は、昭和 61 年 7 月京都府南部土石流災害調査報告書（土木研究所資料 昭和 63 年 1 月）の抜粋に一部加筆したものである。

<参考 全体的な土地の傾斜や比高等の地形要因による影響を受けて流下した事例>



参考－3 昭和63年7月広島県北西部地域土石流災害（上原谷川：広島県加計町）



参考－4 上原谷川氾濫域航空写真（S63.7）

【解説】

土石流の氾濫域は、扇頂部の治山ダム直下に始まり、太田川合流点付近にまで達している。左岸側には土石流の流向に対して、 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の方向をなす小尾根（比高 3~4m）がのびており、尾根頂部のスギの流木捕捉も手伝って、土石流の越流は起こらず、土石流は地形に沿って右岸側に流向を変え氾濫している。本事例は、以下の事項より地形要因の影響を受けて土石流の流向が規制されたものと考えられている。

- ・ 流下方向に比高 3~4m の小尾根（微地形）が存在したこと。
- ・ 土石流の流向に対する小尾根の角度は、 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ と比較的緩かったこと。
- ・ 尾根の高さは 3~4m と小規模であったが、樹木間隔 1.5~2.0m という密集したスギ林が成立していたこと。
- ・ 流出土砂量は 2,000m³ と比較的少なかったこと。

注) この事例は、昭和63年7月広島県北西部地域土石流災害調査報告書（土木研究所資料 平成元年2月）の抜粋に一部加筆したものである。

<参考 土石流の直進性による影響を受けて流下した事例>



参考-5 昭和63年7月広島県北西部地域土石流災害（中西平谷川：広島県加計町）

【解 説】

土石流の氾濫域は、扇頂部の治山ダム直下に始まり、太田川合流点付近にまで達している。谷出口左岸側から比高3~4mの尾根状の微地形が右岸側にのびており、災害前の河道は、この地形に沿って右岸側に曲流し太田川に流入していた。土石流は、流向に対して、45°の方向に傾く上記の小尾根を乗り越えて直進し、土石流本体の大部分が直進したと考えられている。

本事例は、以下の事項より左岸側の小尾根を越流し、直進したものと考えられている。

- ・土石流の流向に対する尾根（比高3~4mの微地形）の角度が、流向に対して45°と比較的急であったこと。
- ・谷出口付近の尾根の比高が小規模であったこと。
- ・土石流の規模が相当大きかった（4,340m³）と想定されること。

注）この事例は、昭和63年7月広島県北西部地域土石流災害調査報告書（土木研究所資料、平成元年2月）の抜粋に一部加筆したものである。

(2) 縦横断形状の設定

主流路を基に縦断図を作成する。また、縦断図に直交する横断測線を設定し、横断形状および区間勾配を把握する。

【解 説】

(1)で設定した主流路を基に、1/2,500 基盤図を用いて縦断図を作成する。

また、縦断図に直交する方向で基準地点から 20m 間隔に横断測線を設定し、横断形状を把握するため横断図を作成する (図 2.1.16 参照)。以下のような地点については、必要に応じて横断測線を追加する。

- ① 流路が屈曲するなど土石流が流下する方向が変化する可能性がある地点
- ② 谷幅が変化するなど土石流の流下幅が大きく変化すると思われる地点
- ③ 谷出口 等

区間勾配は、横断測線上流 200m 区間の平均勾配^{*}とする (図 2.1.16 参照)。計測区間長が 200m に満たない場合、横断測線から最遠の 0 次谷上流地点 (流域の最遠点である分水嶺) までを計測し、全ての横断測線に適用する (図 2.1.17 参照)。

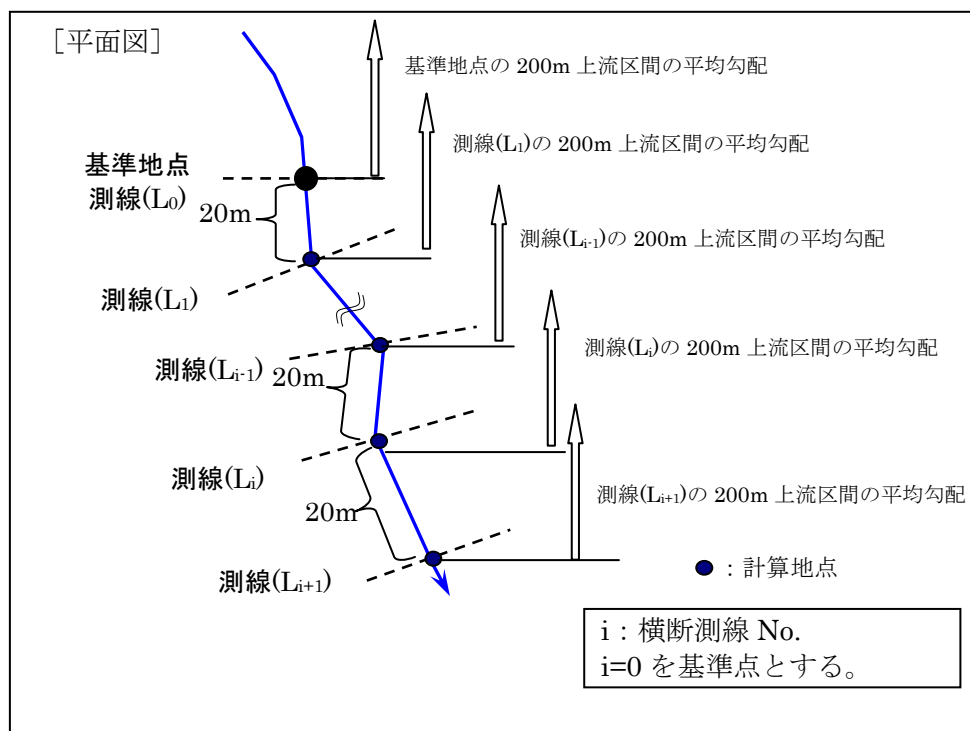


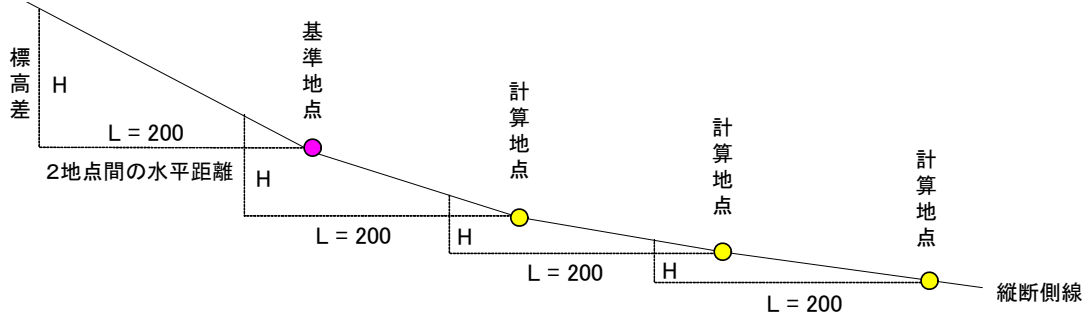
図 2.1.16 区間勾配の設定イメージ (平面方向)

※全国地すべりがけ崩れ対策協議会土砂災害防止法連絡部会で討議された溪床勾配の取り方より設定

基準地点から流域の最遠点である分水嶺までの水平距離が200m以上の渓流

最遠の0次谷
上流地点

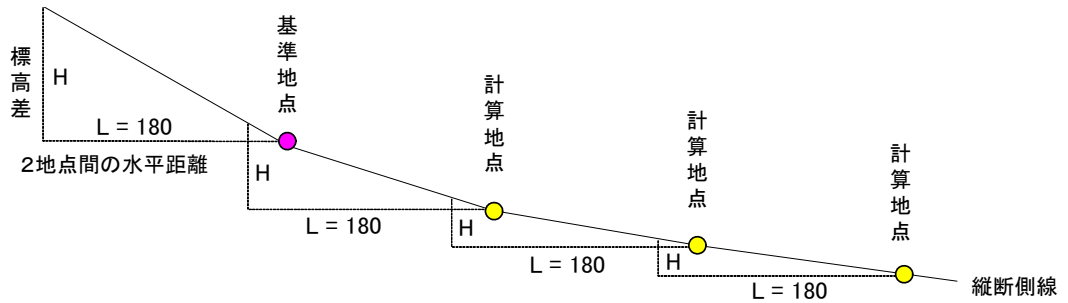
● ● : 土石流により流下する土石等の量を算定する地点



基準地点から流域の最遠点である分水嶺までの水平距離が200m未満の渓流

最遠の0次谷
上流地点

● ● : 土石流により流下する土石等の量を算定する地点



H : 土石流が流下すると想定される方向に平行な直線上にある2地点間の標高差を計測した数値(m)
L : 地形図上において、その標高差を計測した2地点間の水平距離を計測した数値(m)
土石流が流下する土地の勾配 θ (度)

図 2.1.17 区間勾配の計測イメージ (縦断方向)

(3) 基準地点における危害のおそれのある土地の区域の幅の設定

① 横断測線上に比高 5m の地点がある場合

基準地点における横断測線（横断測線 0）上において、基準地点から比高 5m の地点までを、危害のおそれのある土地の区域の幅とする。（図 2.1.18 参照）

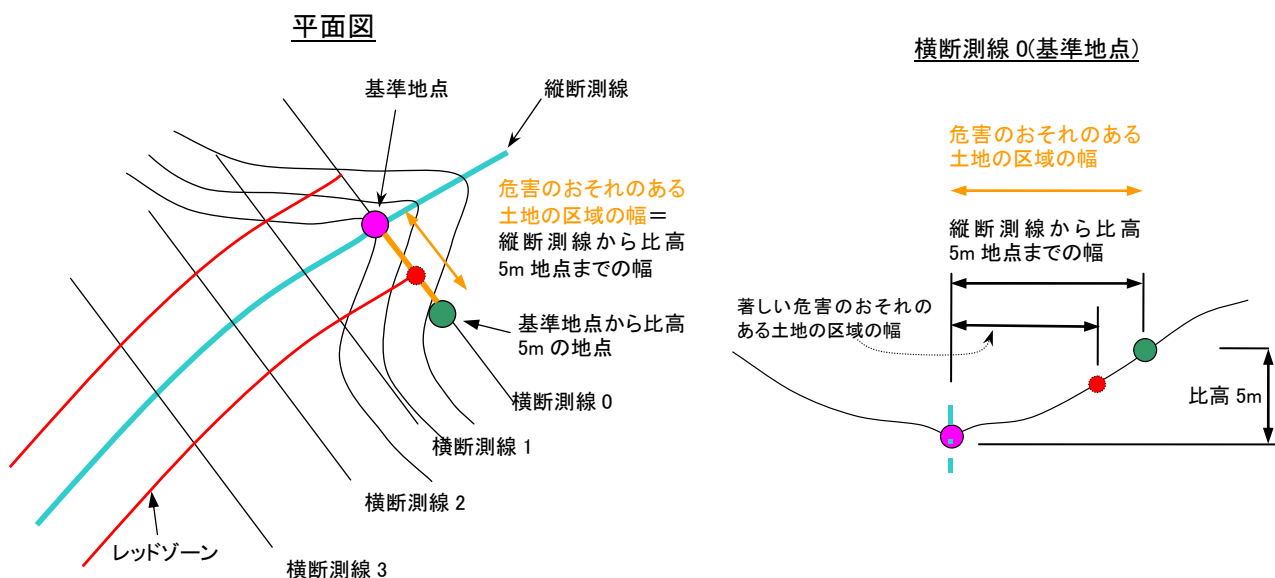


図 2.1.18 基準地点における危害のおそれのある土地の区域の幅の設定
(横断測線上に比高 5m の土地がある場合)

原則として、危害のおそれのある土地の区域は著しい危害のおそれのある土地の区域（レッドゾーン。後述）と同等またはそれより広く設定する。

よって、比高 5m の地点が著しい危害のおそれのある土地よりも内側にある場合は、著しい危害のおそれのある土地の区域の幅 = 著しい危害のおそれのある土地の区域の幅とする（図 2.1.19 参照）。

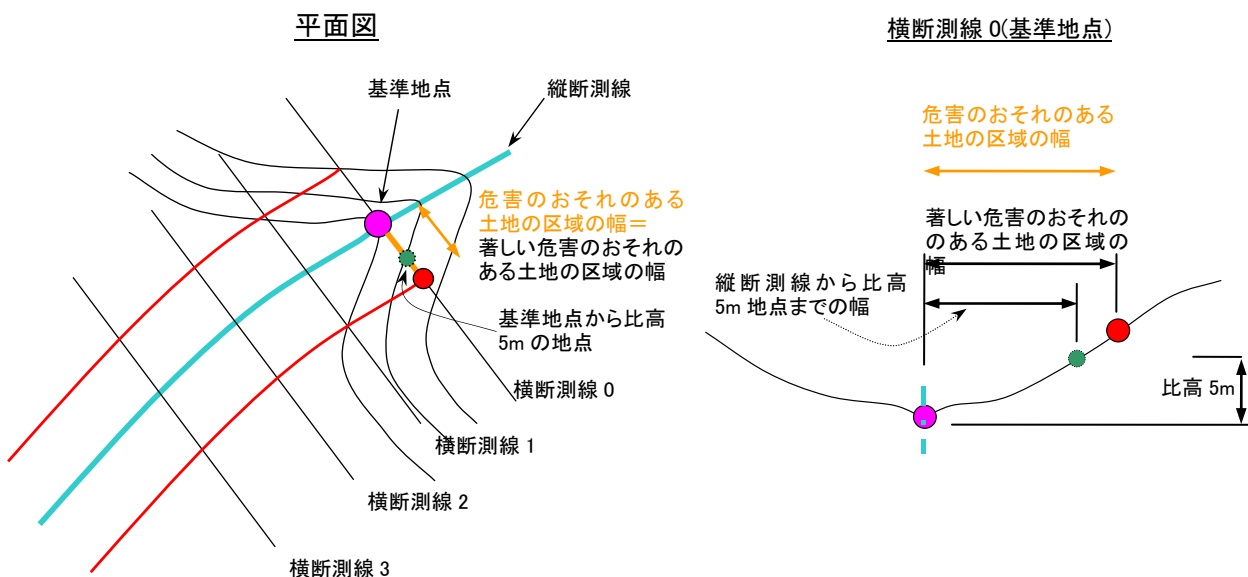


図 2.1.19 基準地点における危害のおそれのある土地の区域の幅の設定
(比高 5m の地点が著しい危害のおそれのある土地の区域よりも内側にある場合)

②横断測線上に比高 5mの地点がない場合

基準地点のある横断測線上に比高 5mの地点がない場合は、横断測線 0 より上流に横断測線-1 (図 2.1.20 上図参照) を設定し、横断測線-1 における比高 5mの地点までの幅 (図 2.1.20 で①で示されている幅) と、測線間の距離と分散角 (30°) から算出される幅 (「広がり幅」とする。図 2.1.20 で②で示されている幅) を加えた幅を、基準地点のある横断測線上の危害のおそれのある土地の区域の幅とする。

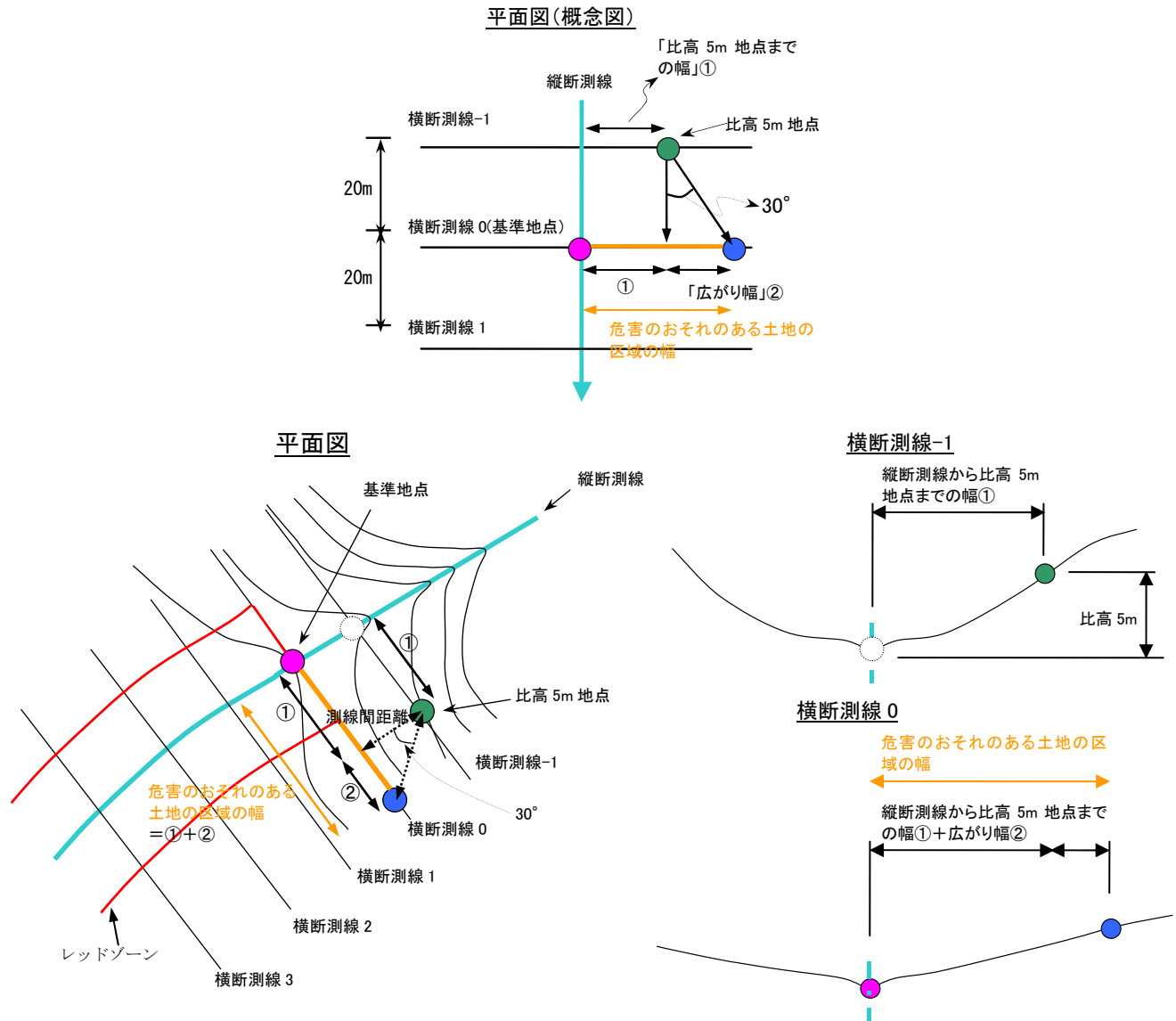


図 2.1.20 基準地点における危害のおそれのある土地の区域の幅の設定
(横断測線上に比高 5mの土地がない場合)

原則として、危害のおそれのある土地の区域は、著しい危害のおそれのある土地の区域と同等または広く設定する。
したがって①と同様に、広がり幅により算出した地点が著しい危害のおそれのある土地よりも内側にある場合は、著しい危害のおそれのある土地の区域の幅=危害のおそれのある土地の区域の幅とする。

(4) 基準地点下流の危害のおそれのある土地の区域の幅の設定

基準地点より下流の横断測線における危害のおそれのある土地の区域の幅の設定は、(3)と同様に基本的に比高 5m の地点の有無と、測線間の距離と分散角 (30°) から算出される「広がり幅」を用いて行う。なお、(3)と同様に、原則として危害のおそれのある土地の区域は、著しい危害のおそれのある土地の区域と同等または広く設定する。

① 横断測線上において比高 5m 地点がある場合

横断測線上に比高 5m 地点がある場合は、上流側の測線で設定された「危害のおそれのある土地の区域の幅」と「広がり幅」の和 (図 2.1.21 の①+②) と、「比高 5m 地点までの幅」(図 2.1.21 の③) との比較を行い、小さい方を危害のおそれのある土地の区域の幅とする。

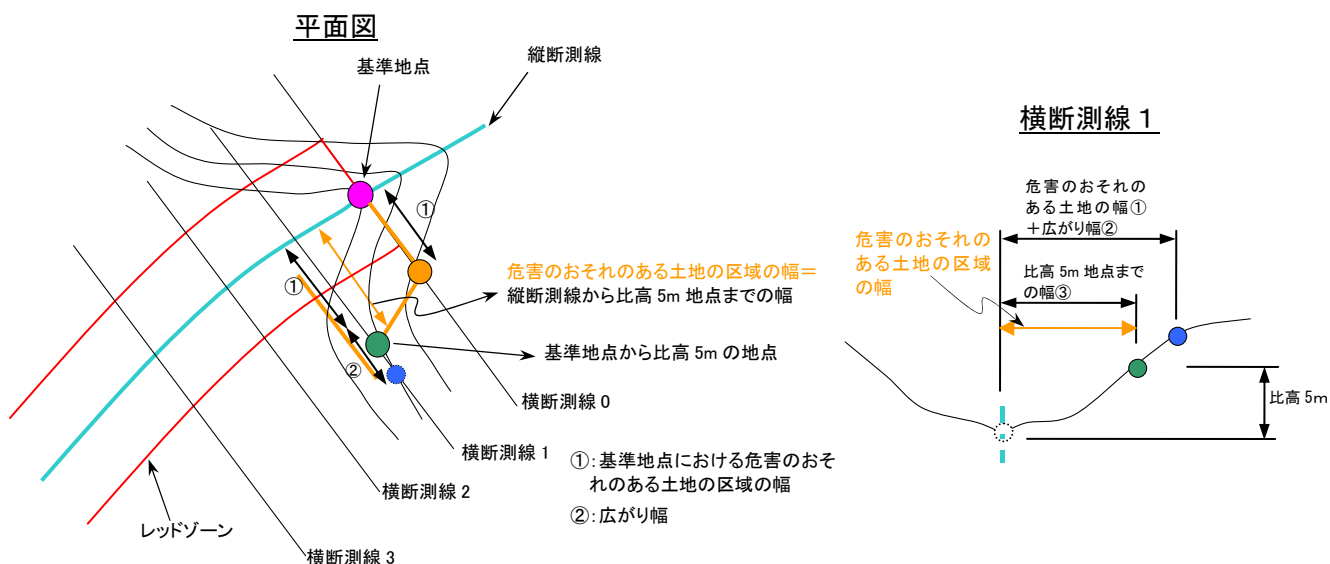


図 2.1.21 基準地点より下流における危害のおそれのある土地の設定方法 (比高 5m 地点がある場合)

② 基準地点より下流の横断測線上において比高 5m 地点がない場合

基準地点より下流の横断測線上において比高 5m 地点がない場合は、上流側の横断測線における危害のおそれのある土地の幅 (図 2.1.22 の①) と、測線間の距離と分散角 (30°) から算出される「広がり幅」(図 2.1.22 の②) を加えた幅を横断測線上における危害のおそれのある土地の幅とする。

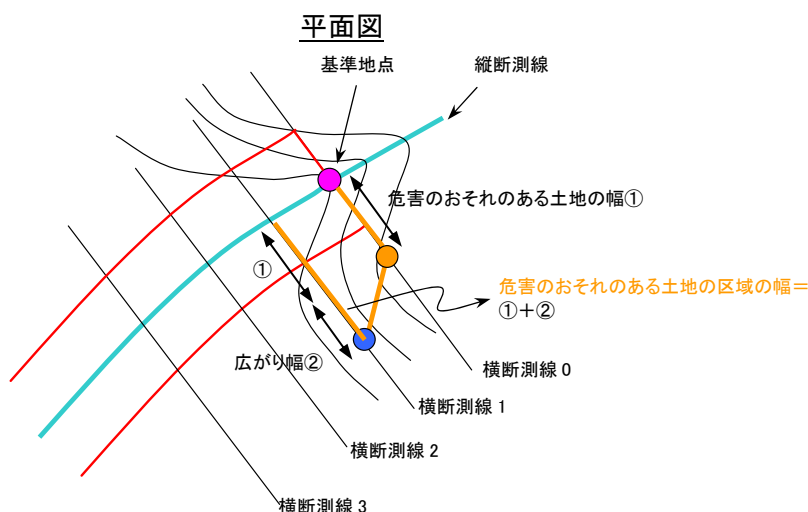


図 2.1.22 基準地点より下流における危害のおそれのある土地の設定方法 (比高 5m 地点がない場合)

(5) 危害のおそれのある土地の最下流端の設定

危害のおそれのある土地の最下流末端は、基準地点から、縦断測線上の 2° 地点または土石流到達限界距離の地点までの直線を半径とした円弧上とする。

【解説】

縦断測線上の 2° 地点の計測方法は、1-2-1(1)で設定した土石流想定流下方向測線上で、基準地点および各計算地点における土地の勾配 (θ) を計測し算出する。

ここで θ は、1-2-1(2)で計測した区間勾配の設定方法と同様、基準地点から上流 200m 区間(水平距離)の平均勾配を用いるものとする(図 2.1.23 参照)。上流の流路長が 200m に満たない場合は、想定土石流流出区間(流下する土石等の量=侵食可能土砂量とき)の 0 次谷最上流地点(流域の最遠点である分水嶺)までとする。流下する土石等の量が運搬可能土砂量により設定される場合は、最遠の 0 次谷の最上流地点(流域の最遠点である分水嶺)までとする。

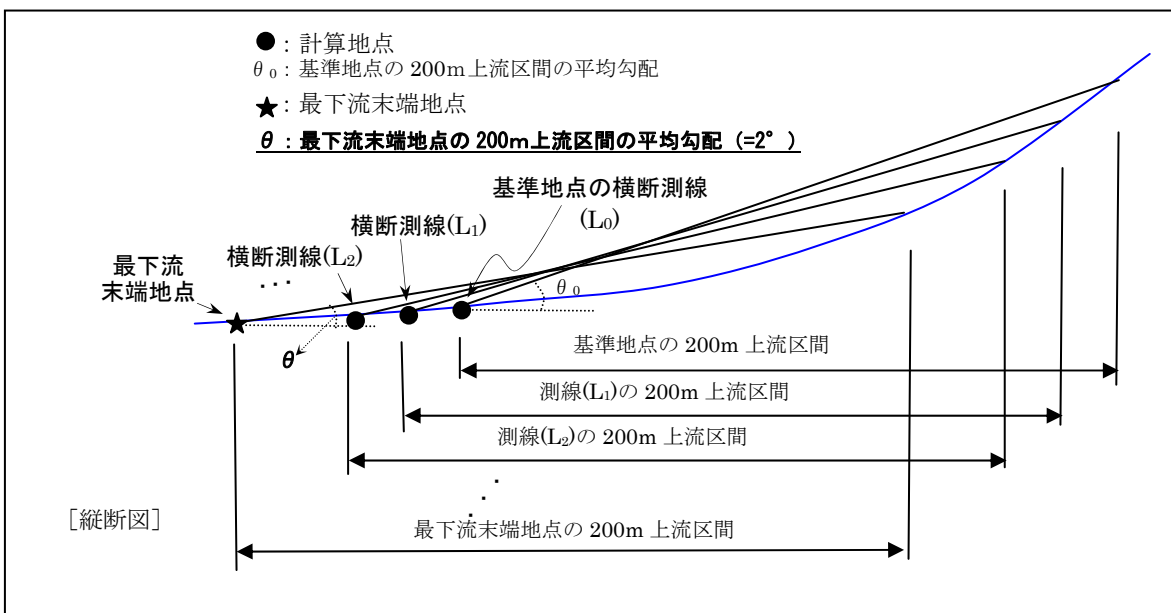


図 2.1.23 縦断測線上の最下流末端地点の位置 (縦断図)

縦断測線上の 2° 地点とは、計算した土地の勾配 (θ) が 2° 以下になった地点とし、その地点から流下方向を直線で遡上し基準地点と同等距離の地点を半径として描いた円弧を、危害のおそれのある土地の区域の最下流末端とする(図 2.1.24 参照)。

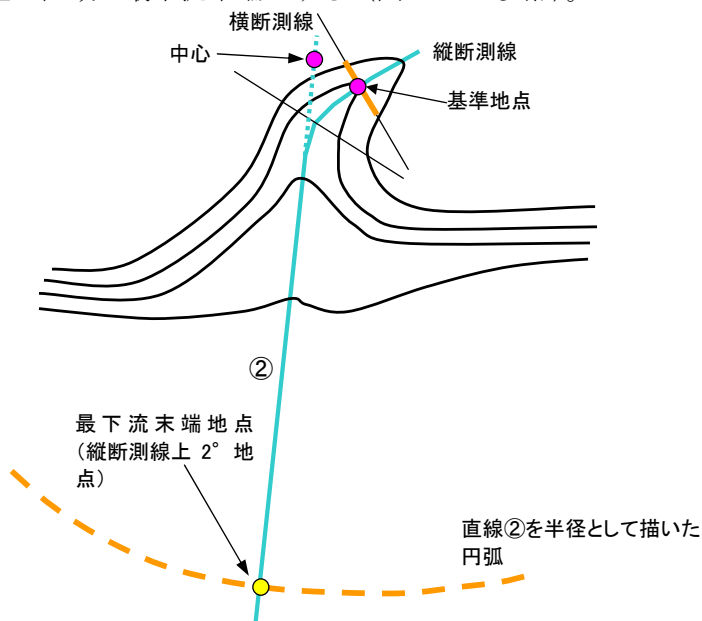


図 2.1.24 危害のおそれのある土地の最下流端の設定

(6) 危害のおそれのある土地の仮区域の設定

(3)~(5)で設定した危害のおそれのある区域内容を基に、図 2.1.25 に示すように危害のおそれのある土地の仮区域の設定を行う。

なお、危害のおそれのある土地の最下流末端は、基準地点から、縦断測線上の 2° 地点または土石流到達限界距離の地点までの直線を半径とした円弧上とする。

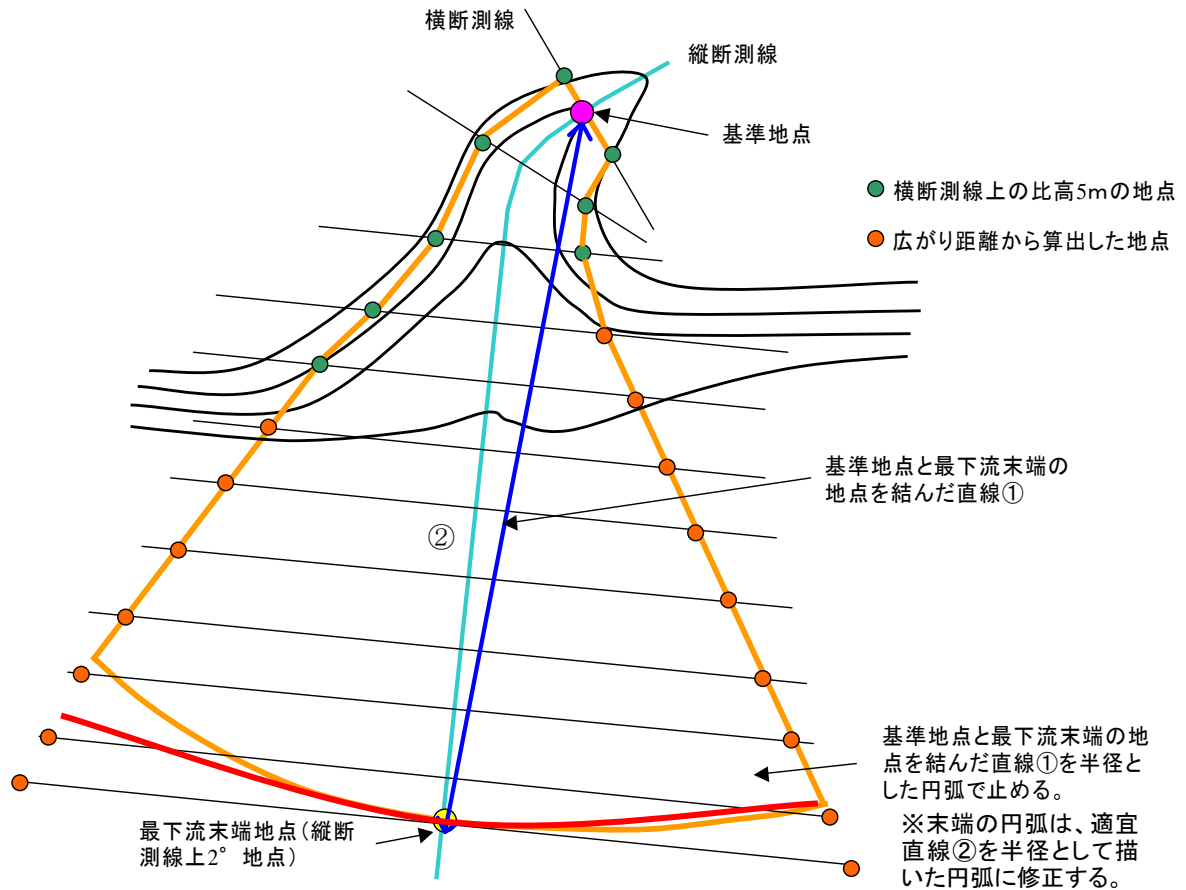


図 2.1.25 最下流末端における危害のおそれのある土地の仮区域の設定方法

1-2-2 明らかに土石等が到達しないと認められる区域の設定

明らかに土石等が到達しないと認められる区域を以下のように設定する。

(1) 横断方向のケース

図 2.1.26 に示す要因、溪床（システムの流下中心線）から横断方向に比高 5 m 以上の範囲とする。

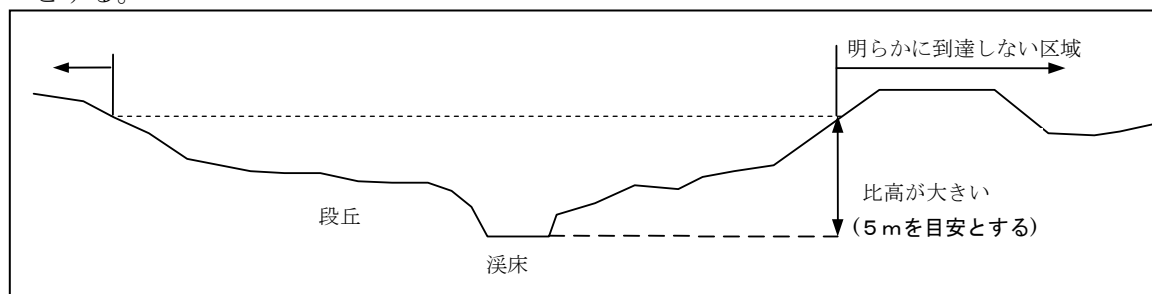


図 2.1.26 明らかに土石等が到達しない土地の区域（横断方向）

注) 後述する「著しい危害のおそれのある土地の区域」の設定の結果、氾濫開始直後の基準地点付近では、土石流ピーク流量における水深が現況河道もしくは最低地点（システムの流下中心線）より比高 5 m 以上となる場合が想定される。そのため、著しい危害のおそれのある土地の区域の設定後に、危害のおそれのある土地の区域の設定範囲が妥当であるか検証し、必要に応じて区域を修正する必要がある。

(2) 縦断方向のケース

掘割構造及び盛土構造によりさえぎられる土地の区域の範囲とする。

① 掘割構造の場合

土地の勾配が 2° 以上の土地であっても、深さが 5m 以上の河川(河川敷含む)、道路または鉄道等の掘割構造が土石流の流下方向に存在する場合は、流下方向に対し下流側まで土石流が到達しないものと判断することができる（図 2.1.27 参照）。ただし、掘割部分の幅については、当該地点における土石流の高さ、土石等の量を考慮して判断するものとする。

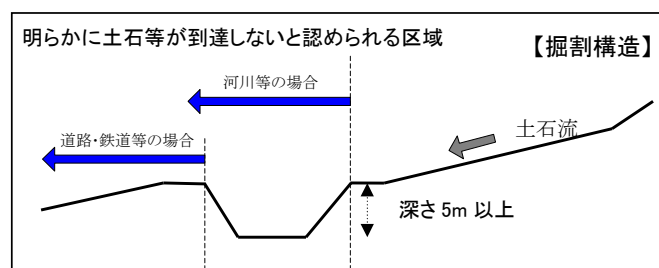


図 2.1.27 明らかに土石等が到達しない土地の区域（縦断方向のケース①・掘割構造）

② 盛土構造の場合

土地の勾配が 2° 以上の土地であっても、高さが 5m 以上の道路または鉄道等の盛土構造が土石流の流下方向に存在する場合は、流下方向に対し下流側まで土石流が到達しないものと判断することができる（図 2.1.28 参照）。

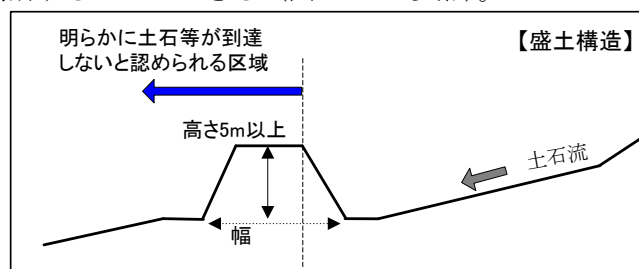


図 2.1.28 明らかに土石等が到達しない土地の区域（縦断方向のケース②・盛土構造）

1-2-3 危害のおそれのある土地の区域の設定

1-2-1節で設定した危害のおそれのある土地の仮区域から、1-2-2節で設定した明らかに土石等が到達しないと認められる土地の区域を除いた区域を「危害のおそれのある土地の区域」として設定する。なお、土石流災害実績等がある場合は、その記録等も参考にして設定する。

【解 説】

危害のおそれのある土地の仮区域から、「明らかに土石等が到達しないと認められる土地の区域」を除いた区域を、「危害のおそれのある土地の区域」として設定する(図 2.1.29 参照)。

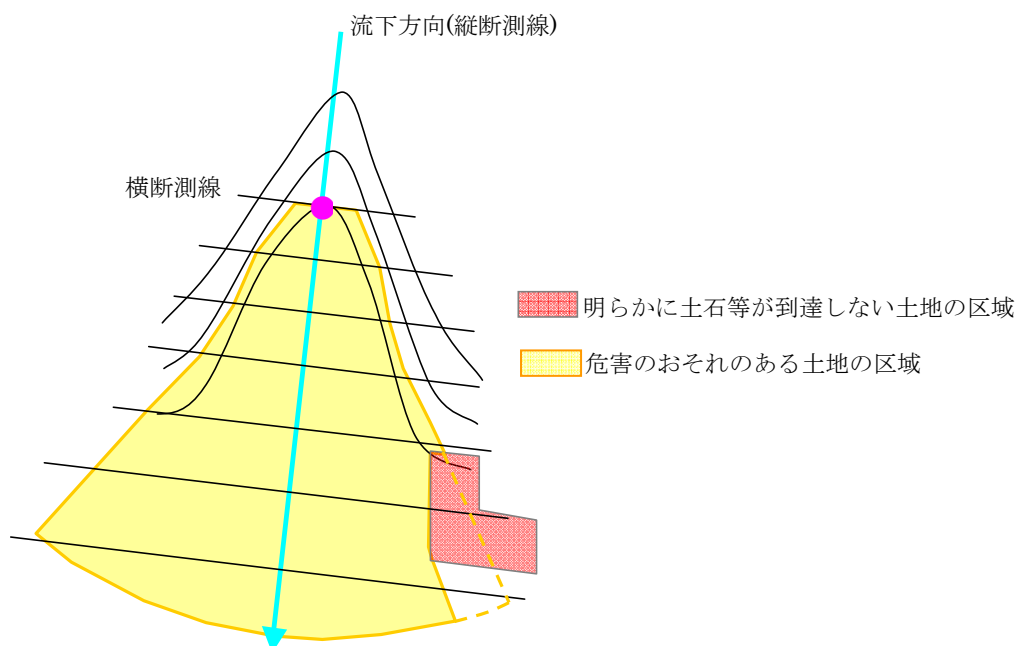


図 2.1.29 危害のおそれのある土地の区域の設定図

ここで設定される区域は地形的条件から設定されるものであり、土石等の量などの土石流の規模に左右されない。

なお、区域の設定に際しては、以下の2項目について調査し、設定する。いずれの場合も、危害のおそれのある土地の区域の下流側末端を土地の勾配 2° 地点とすることを原則とする。

①過去の災害実績記録により氾濫区域が判明している場合

過去に発生した土石流による氾濫区域が判明している場合は、上記手法により設定した危害のおそれのある土地の区域と実績の氾濫区域とを重ね合わせ、危害のおそれのある土地の区域と重ならない区域が存在する場合は、これを危害のおそれのある土地の区域に編入する。

ただし、実績記録のなかには、土地の勾配の緩やかな土地などでは河川の内水氾濫の区域が混在している場合やその後に地形改変が生じている場合もあるため、記録内容を検証し、確度の高い情報を用いる必要がある。

②扇状地の場合

扇状地形の場合は、その全域を土石流の到達する可能性のある範囲とすることを原則とするが、土地の勾配や横断形状を参考に決定する。

【参考】土砂災害防止法施行 10 年基礎調査区域設定の技術力向上に資する勉強会資料より

①危害のおそれのある土地の区域を分散角 30° で設定するとした根拠

- ・昭和 47 年から 52 年の間に全国で発生した主な土石流の災害実態より、土石流の分散角を決定。
(図-2)
- ・土石流の分散角は、堆積部の地形の影響を強く受けるが、 $10^\circ \sim 60^\circ$ の比較的狭い範囲に多く分布。(最大 110°)
- ・昭和 57 年長崎豪雨の災害実態における土石流分散角の傾向 (図-3) も図-2 と概ね整合。

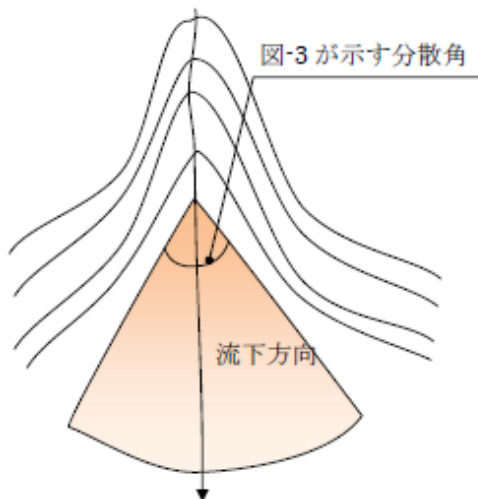


図-1 分散角の模式図

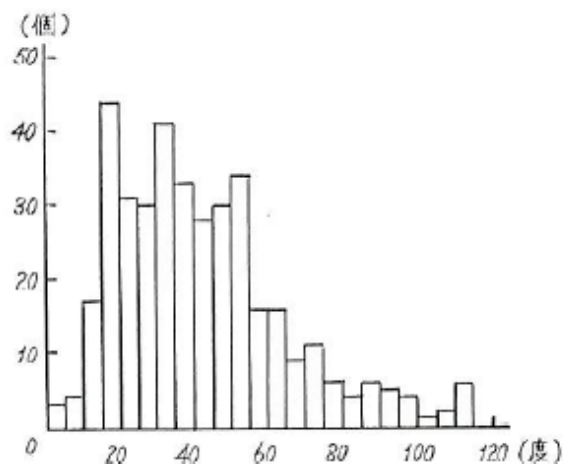


図-2 土石流の分散角の分布

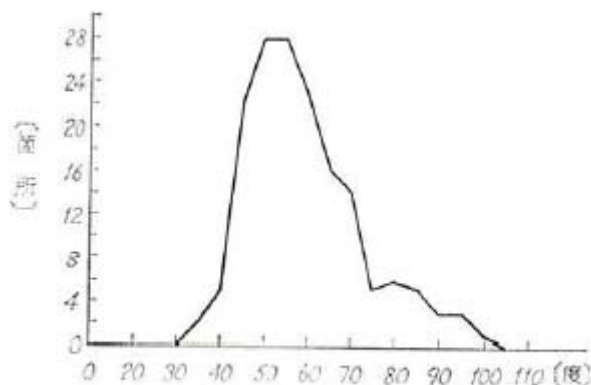


図-3 扇状地形の分散角

- ・これら既往災害の研究成果より、土石流の分散角は 100° を超えるような事例もあるものの、 60° (片側 30°) までに多くが分布することから、 60° を分散角として決定。
(出典：土石流扇状地の地形と土石流の堆積氾濫 新砂防 Vol.37 No.6 昭和 60 年 3 月)

②土石等が到達しない範囲の目安を比高 5m とした根拠

- ・昭和 47 年熊本県天草、島根県高津川水系、昭和 50 年高知県仁淀川流域の土石流氾濫区域の調査研究資料により、谷底平野における堆積土砂厚は、最高で 10m、5~6m の頻度が最も高いことから、土石流到達範囲の目安高さを 5m に決定。
- ・堆積土砂厚が 10m になるような事例は、深層崩壊等による大規模な土石流であり、現在の科学的知見では、崩壊範囲、土石等の量及び流下速度等の予測は困難。土砂災害防止法においては予知・予見が可能である規模の土石流を対象としており、土石流の流下方向中心線から比高 5m までの土地の範囲を土石流が到達する目安高さとして決定。

(出典：土石流危険区域調査および警戒避難基準雨量の想定方法に関する一考察 新砂防 Vol.31 No.1 昭和 53 年 7 月)

著しい危害のおそれのある土地の区域の設定
 2-1 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定手順
 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定手順を図 2.2.1 に示す。

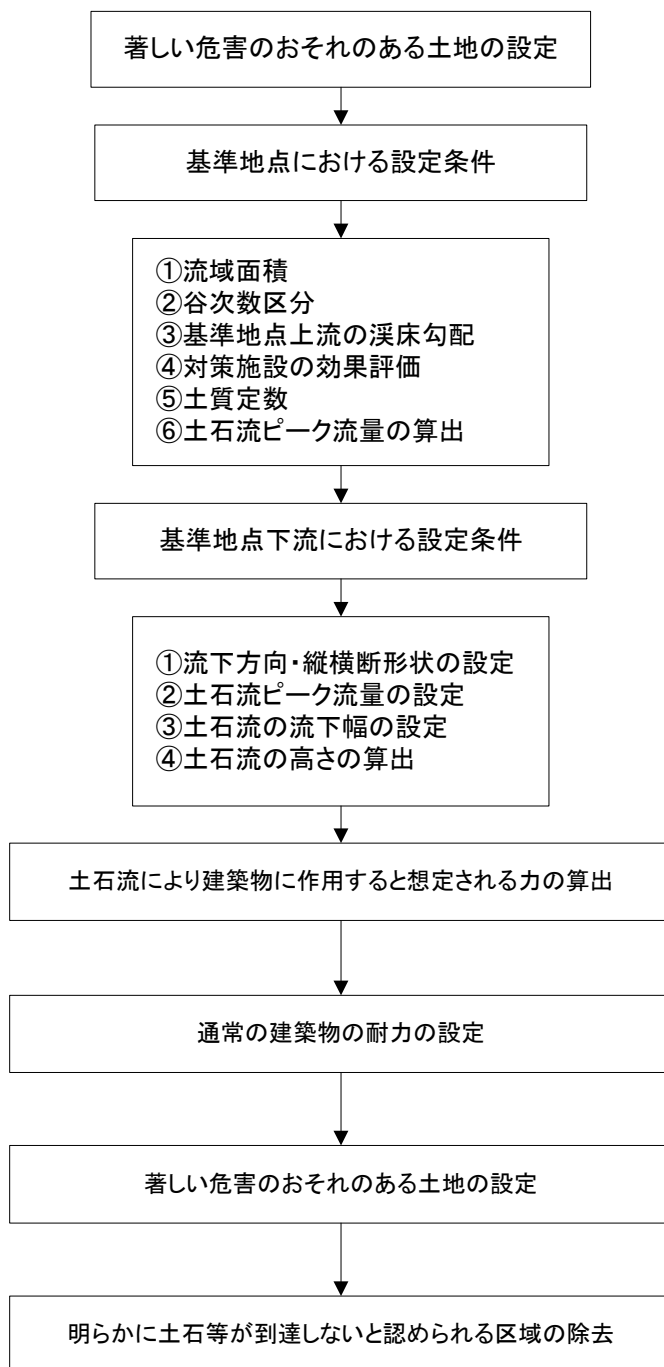


図 2.2.1 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定フロー

2-2 基準地点における設定条件

2-2-1 流域面積

流域面積の計測は基準地点を起点とした流域界についてその面積を計測する。

【解 説】

流域面積は、基準地点を起点とした流域界を計測する。

計測に用いる地形図は原則縮尺 1/2,500 以上のものとするが、基盤図作成において流域全体を作成している場合は少ないため、それ以外の縮尺の図面を用いても良い。ただし、極力大縮尺の地形図を用いることとする。(都市計画図、森林基本図、市町村図等)

計測単位は km^2 として、小数点以下第 3 位まで計測し、四捨五入して小数点以下第 2 位でまとめる。

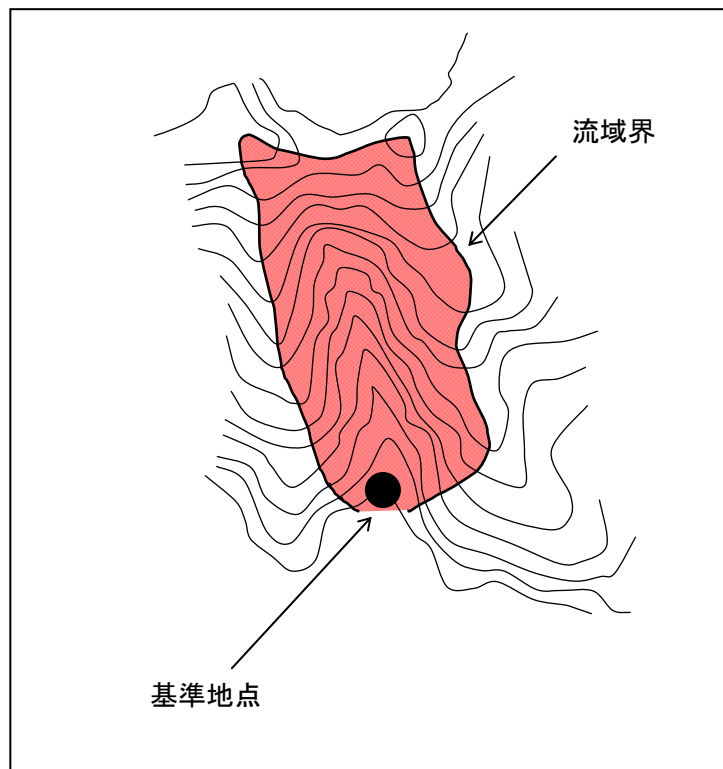


図 2.2.2 流域面積の計測範囲

2-2-2 谷次数区分

土石流の発生のおそれのある溪流において、谷次数区分を行う。

【解説】

流出土砂量の算出に用いるためにホートン・ストレーラーの手法により谷次数区分を行う。ホートン・ストレーラーの手法では、谷地形の最上流部から最初の合流点までを1次谷、1次谷と1次谷が合流すると2次谷、2次谷と2次谷が合流すると3次谷となるように谷の次数を区分する。ただし、高次谷に低次谷が合流しても谷次数は変わらない(2次谷に1次谷が合流した場合は、下流は2次谷のままとなる)。

また、0次谷は1次谷の最上流地点から流域の最遠点である分水嶺までとする。

谷次数区分の結果は、平面図に示し、合計溪流長(各次数の総延長)とともに調書に記載する。(参考図3参照)

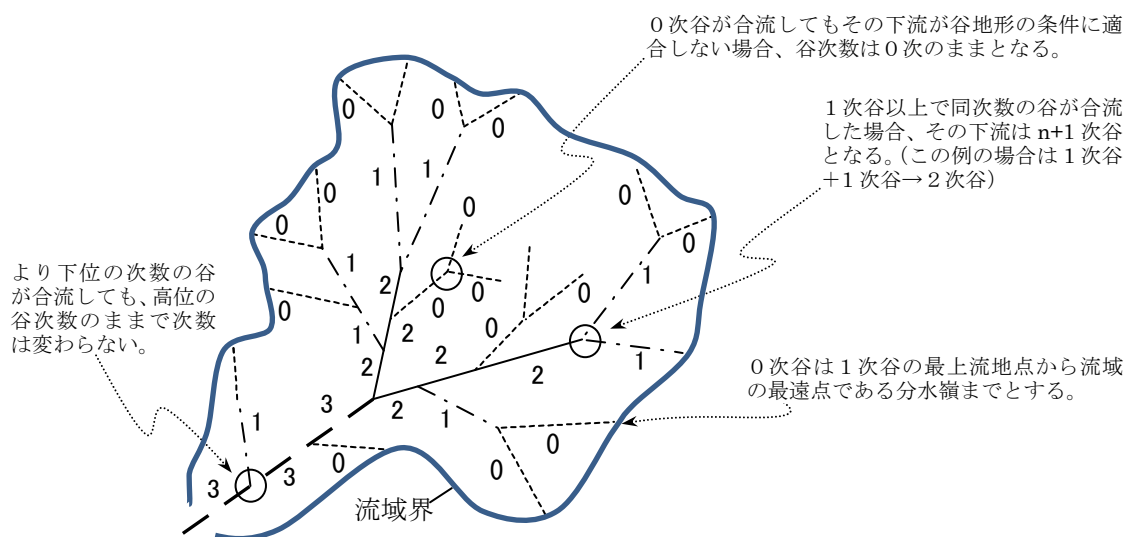
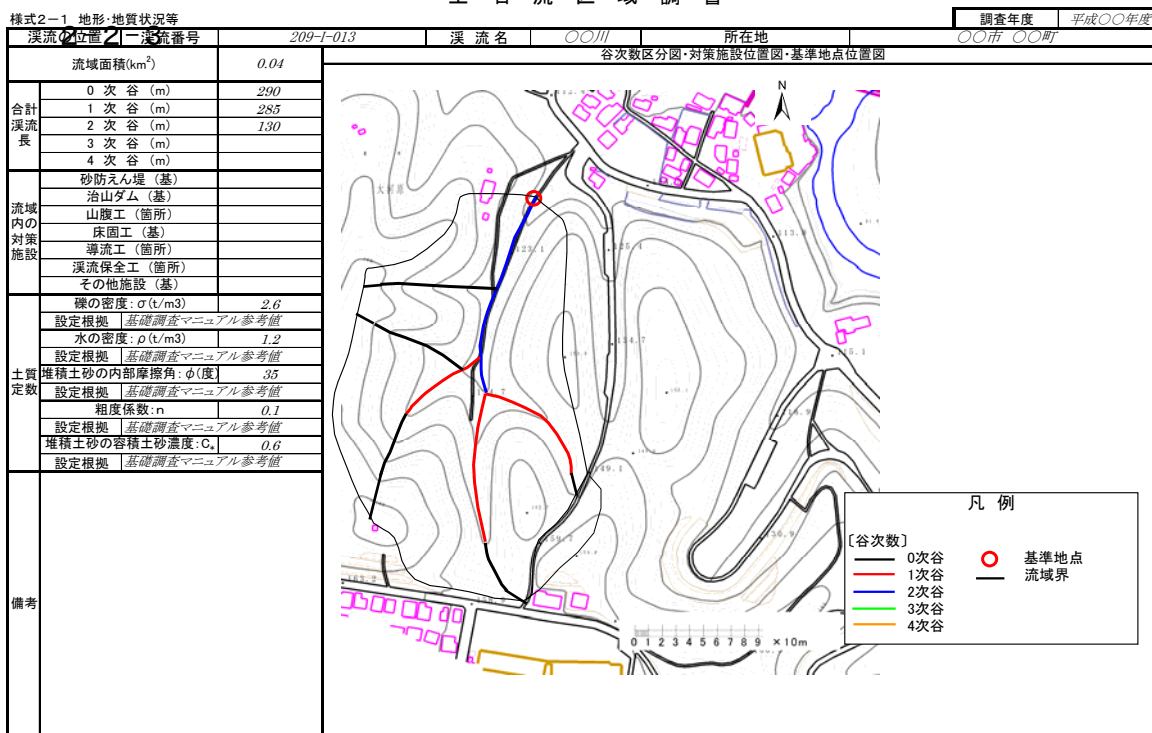


図 2.2.3 谷次数区分の考え方

参考図<区域調査記載事例：流域諸元>

土石流区域調査



基準地点上流の溪床勾配

基盤図を活用し、設定した基準地点から上流 200m の区間の溪床勾配を計測する。なお、基準地点から上流 200m の区間は、地形図上の流路延長 200m とする。

また、基準地点から上流 200m までの区間にえん堤またはえん堤の堆砂敷がある場合は、施設の設置前の勾配（元河床勾配）の計測を行うものとする。溪流長が 200m に満たない場合には基準地点から 0 次谷上流地点（流域の最遠点である分水嶺）までを計測する。

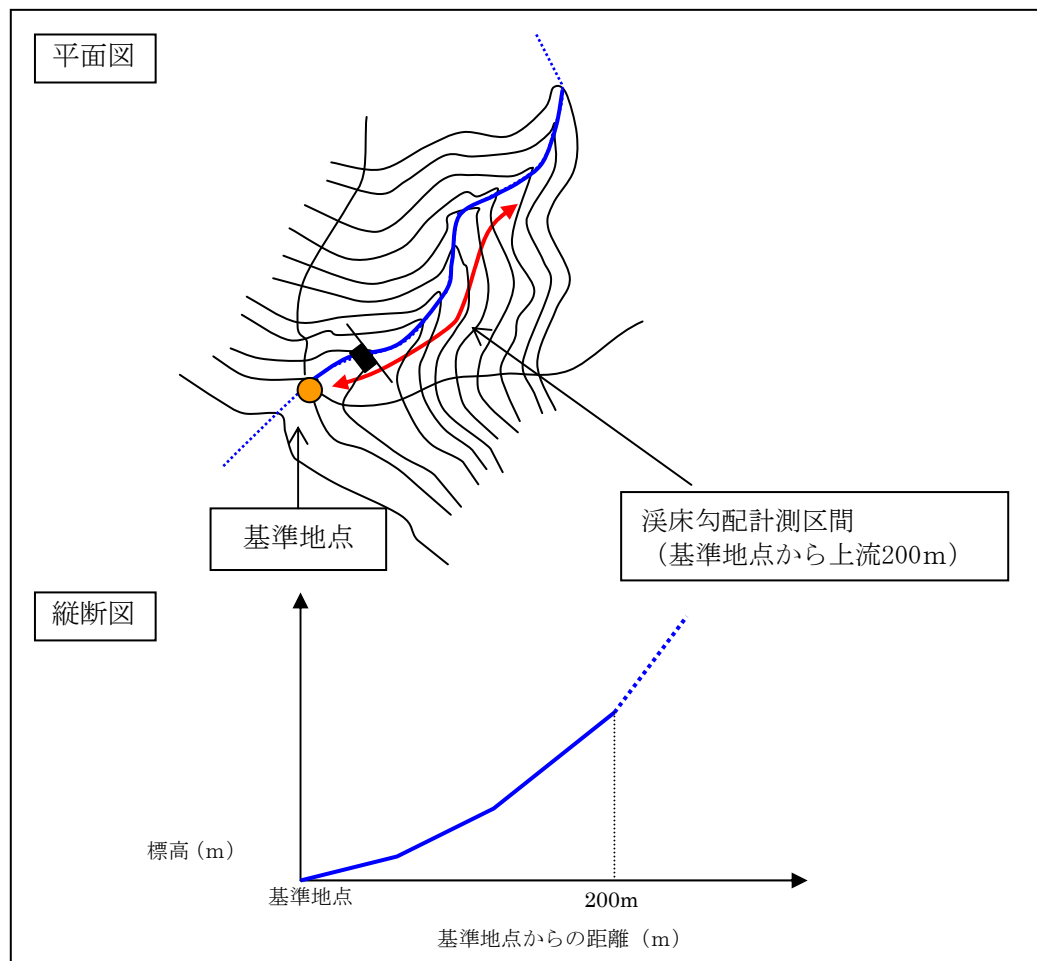


図 2.2.4 基準地点の勾配の取り方

勾配の計測は、危害のおそれのある土地等の区域の設定に用いる GIS システム上において以下の手順で行う。

- ①谷線の記入
- ②縦断面図作成
- ③基準地点から水平距離 200m の勾配を計測

2-2-4 対策施設の効果評価

(1) 対策施設の効果の考え方

収集した既往調査結果を用いて、対策施設の位置及び諸元を調べる。この調査結果に基づき、対策施設の効果評価を行うものとする。

また、資料で明らかでない場合、現地調査により簡易計測をおこない確認する。

なお、土石流災害を防止・軽減するための施設効果は、次のとおりとする。

- ・土石流を発生させない効果
- ・土石流となって流下する土石等の量を減少させる効果
- ・土石流を保全すべき地域に到達させない効果

【解 説】

「土砂災害の防止に関する施設の効果評価の考え方」については、国土交通省河川局砂防部からの通知（国河砂第 64 号、平成 13 年 7 月 9 日）に、

「土石流災害を防止・軽減するための効果を有する施設として、国、地方自治体等により整備された土砂災害の防止に効果のある施設を対象とする。」

と定められている。

この条件に該当する施設は図 2.2.5 および表 2.2.1 に示す施設等とする。

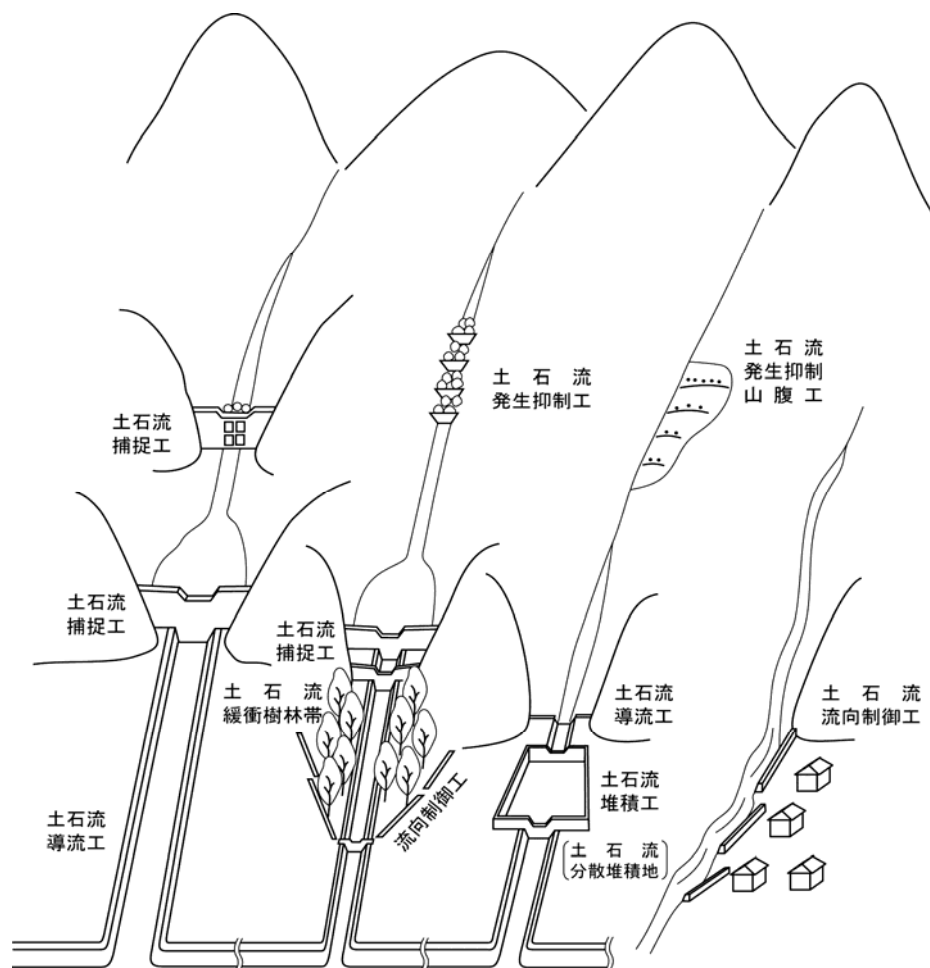


図 2.2.5 対策施設イメージ

表 2.2.1 対策施設の種類および効果

対策施設の種類	工 種	機能・効果
土石流捕捉工	砂防えん堤工 1)不透過型えん堤工 2)部分透過型えん堤工 3)透過型えん堤工 (治山ダム工 その他)	[主な効果：②] 土石流となって流下する土石等を捕捉し減少させる効果がある。
土石流導流工	導流工	[主な効果：③] 土石流を安全な場所まで誘導する機能がある。(土石流を危害のおそれのある土地の区域以外に導流する)
土石流堆積工	土石流分散堆積地 土石流堆積流路	[主な効果：②] 土石流となって流下する土石等を堆積し減少させる効果がある。 (土石等の輸送能力を低下させる)
(土石流緩衝樹林帯)	(土石流緩衝樹林帯)	土石流のエネルギーを緩衝・減勢するとともに、土石等の堆積を促す効果がある。 (施設土石流流向制御工と組み合わせて整備される)
土石流流向制御工	土石流導流堤	[主な効果：③] 土石流の流向を制御し、保全すべき地域へ到達させない効果がある。
土石流発生抑制工	溪流保全工(流路工) 床固工 谷止工 山腹工 治山ダム工 その他	[主な効果：①] 土石流の発生を抑制する効果がある。 (土石等の移動、侵食拡大、山腹の風化等を防止する)

※表中の [①] ~ [③] は、土石流を防止・軽減するための効果との対応を示す。

[①]：土石流を発生させない効果

[②]：土石流となって流下する土石等の量を減少させる効果

[③]：土石流を保全すべき地域に到達させない効果

※土石流緩衝樹林帯については定量的な効果評価ができないため、本調査では効果量算定の対象施設としない。

なお、対策施設の状況調査では、すべての施設を調査対象とするが、「著しい危害のおそれのある土地の区域」の設定において施設効果を評価する施設は、安全性の評価を行い、安全と判定されたものについてのみ効果を見込むことになる。

(2) 対策施設の調査項目

対策施設の諸元（位置、事業種別、竣工年次、工種等）について、既存資料を可能な限り収集し、把握するとともに、現地調査において十分調査する。

【解 説】

① 対策施設の調査範囲

「土石流の発生のおそれのある溪流」および「危害のおそれのある土地の区域」に含まれる施設について、地形図、設備台帳、空中写真などでその位置を調査する。

なお、施設位置が「土石流の発生のおそれのある溪流」内にあるか、「危害のおそれのある土地の区域」内にあるかにより、施設効果量の算出方法が異なるため、正確に把握しておく必要がある。

② 調査の方法、項目

調査は、机上調査および現地調査を行い、以下の1)～4)の情報を得ることとする。

なお、机上調査で利用可能なものとして以下の資料が挙げられる。

- a) 砂防設備台帳
- b) 治山台帳等

1) 対策工の位置

机上調査で確認可能な対策工の位置について、基盤図上に正確な位置が記録されているか調査する。現地調査を実施する際は位置を把握する。

また、現地調査を実施した際に新たに確認された施設についても、同様にその位置を記録し、施設諸元調査を実施する。

2) 対策施設等の事業種別

対策施設等の事業種を以下のように区分し、把握する。

- i) 砂防事業（国、県）
- ii) 治山事業（国、県、市町村）
- iii) その他の事業（国、県、市町村、公団、公社等）
- iv) 民間施設

3) 施工年次

既存対策施設の竣工年次を把握する。

4) 既存対策施設の工種、諸元

- i) 対策施設に関する資料（地形図、空中写真、設備台帳、全体計画書、実施設計図等）により工種、延長および規模について把握する。
- ii) 空中写真および対策施設に関する資料から、対策施設の位置が明確であるが、その規模が不明確または不明な施設に関しては、現地調査によってその延長および規模を明らかにする。

表 2.2.2 対策施設の諸元

施設諸元	数値データの精度	諸元データ等の整理方法
施設番号	—	・ D-1～D- n (各溪流内で重複のない番号とする)
破損等変状の有無	コメント	・ 有る場合、破損等の変状を調査し記録する (コメント、スケッチ、写真など)
工種	—	・ 現地調査か資料より把握して記入する
材質・材料	—	〃
名称	—	〃
竣工年月日	—	〃
所管	—	〃
水通し天端幅(m)	少数桁第 1 位	・ 現地計測値か資料値を記入する
水通し幅(m)	少数桁第 1 位	〃
水通し高(m)	少数桁第 1 位	〃
堤長(m)	少数桁第 1 位	〃
基礎長 (溪床幅) (m)	少数桁第 1 位	〃
堤高(m)	少数桁第 1 位	〃
有効高(m)	少数桁第 1 位	〃
スリット高(m)	少数桁第 1 位	〃
スリット幅(m)	少数桁第 1 位	〃
未満砂高 (余裕高) (m)	少数桁第 1 位	〃
元河床勾配($\tan \theta$)	少数桁第 2 位	・ 図面計測地か資料値を記入する
現況堆砂延長(m)	少数桁第 1 位	・ 現地計測値を記入する
現況堆砂幅(m)	少数桁第 1 位	〃
計画堆砂幅(m)	少数桁第 1 位	・ 現地計測値か資料値を記入する
計画堆砂勾配($\tan \theta$)	少数桁第 2 位	・ 計算適用勾配を記入する
平常時堆砂勾配($\tan \theta$)	少数桁第 2 位	〃
表法勾配 (1 : N)	少数桁第 1 位	・ 現地計測値か資料値を記入する
裏法勾配 (1 : N)	少数桁第 1 位	・ 現地計測値か資料値を記入する
流路平均底幅(m)	少数桁第 1 位	・ 現地計測値か資料値を記入する
流路平均高(m)	少数桁第 1 位	(注：溪流保全工・導流工のみ調査する)
施設延長(m)	整数	
整備面積(m ²)	整数	・ 図面計測地か資料値を記入する (注：山腹工・緩衝樹林帯・土石流流向制御工のみ調査する)
現況堆砂量(m ³)	10 m ³ 単位	・ 算定結果を記入する
未満砂量(m ³)	10 m ³ 単位	〃
計画堆砂量(m ³)	10 m ³ 単位	・ 資料値を記入する (注：土石流堆積工のみ調査する)
計画捕捉量(m ³)	10 m ³ 単位	・ 算定結果か資料値を記入する
計画土石流発生抑制量(m ³)	10 m ³ 単位	・ 算定結果を記入する

(3) 対策施設の効果評価

土石流対策施設等の機能と構造に求められる技術的基準は、「土石災害警戒区域等における土石災害防止対策の推進に関する法律施行令（平成 13 年 3 月 28 日政令第 84 号）」第 7 条（対策工事等の計画の技術的基準）の四に準拠することを基本とする。ただし、土石災害を防止・軽減するための効果を有し、経年劣化や破損等による機能の低下が認められず構造的に安全と判断できる施設については、現場ごとの状況を考慮してその効果を評価することができる。

1) 対策施設等の効果評価の手順

対策施設に作用する力は、国土交通大臣が定める方法（平成 13 年 3 月 28 日国土交通省告示第 332 号）に準拠する。

既存の砂防えん堤や治山谷止等の対策施設の効果評価の手順は、図 2.2.6 の流れに沿って行い表 2.2.3 の項目について効果量を評価する。また、不透過型えん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、除石計画有と見なすことができる。

なお、治山施設は計画土石流発生抑制量を見込むものとするが、施設の諸元及び安定計算により捕捉量効果が見込めるものについては、担当者と協議し評価することができる。

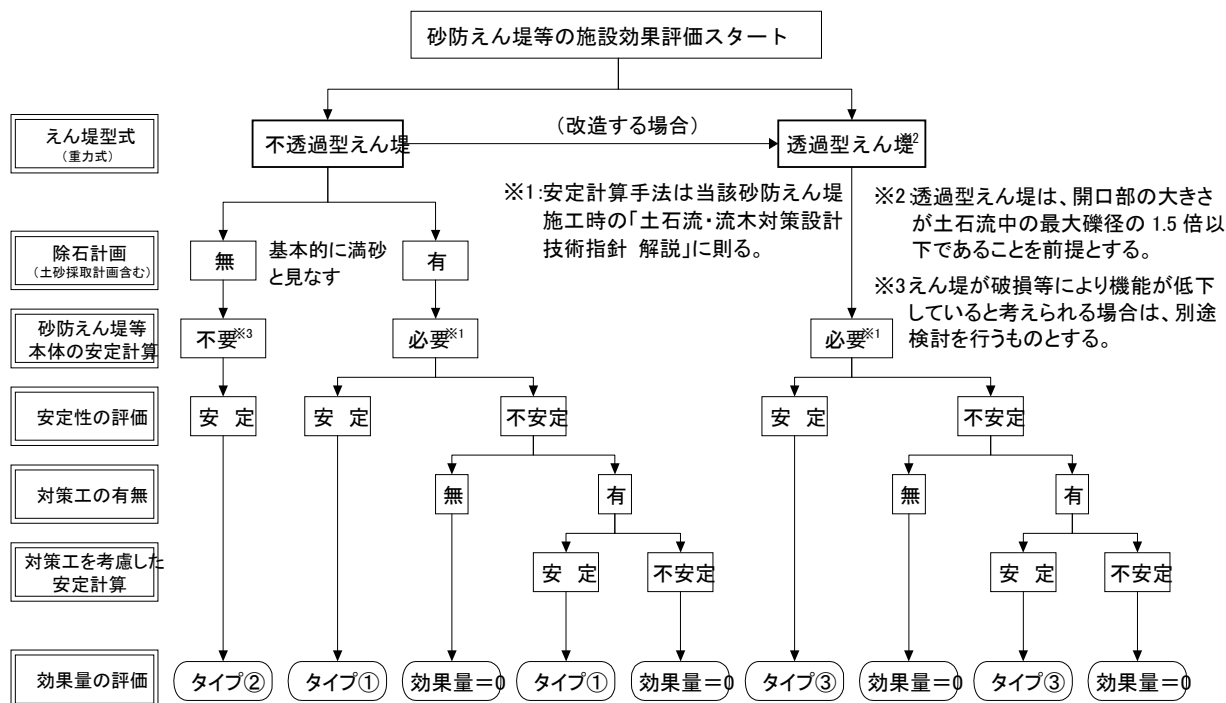


図 2.2.6 砂防等えん堤等の対策施設効果評価フロー

表 2.2.3 砂防えん堤等の施設効果評価

施設名称	えん堤の形式	効果量の評価タイプ	効果量			備考
			計画捕捉量	計画土石流発生抑制量※	計画堆積量	
土石流捕捉工	不透過型	タイプ①	○	○	○	図 2.2.7 参照
		タイプ②	○	○	×	
	透過型	タイプ③	○	○	×	図 2.2.8 参照
土石流導流工				○		
土石流堆積工				○	○	計画堆積量を見込む
土石流発生抑制工				○		

※対策施設が基準地点より下流側に該当する場合、施設効果評価は不可（×）とする。

土砂災害を防止・軽減するための効果を有し、破損等による機能の低下が認められず構造的に安全と判断できる治山谷止や床固工については、有効高 5m以上の施設に限り不透過型砂防えん堤（タイプ②）と同様な効果を期待できる。また、除石のための管理計画が策定されている谷止工や床固工は空容量も見込む（タイプ①）有効高 5m未満の場合は、計画土石流発生抑制量の効果のみを期待することができる。

なお、土石流緩衝樹林帯と土石流流向制御工は効果量を評価しない。土石流発生抑制山腹工については、山腹工の整備範囲は土砂の生産がないものとして、前もって山腹工に包含された侵食可能土砂量を計上しないこととする。

2) 対策施設の効果量の算定

土石流捕捉工の施設効果を模式的に示すと図 2.2.7 及び図 2.2.8 となる。現在整備されている代表的な土石流捕捉工は砂防えん堤であり、その施設効果量は計画捕捉量と計画土石流発生抑制量である。

除石のための管理計画が策定され、除石が可能かつ前提の砂防えん堤においては、除石計画で確保している貯砂量（空容量）も施設効果量とすることができる。算定した効果量は、整数 1 桁を切り下げて 10m³単位とする。

① 平常時堆砂勾配

平常時の土砂流出により堆積する堆砂勾配である。平常時堆砂勾配は、既往実績をもとに元河床勾配の 1/2 までとするが、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、既往実績により決定する。

本県では元河床勾配の 1/2 を平常時堆砂勾配の標準とする。

② 計画堆砂勾配

計画堆砂勾配は、土石流発生時に確実に土石流を捕捉できる堆砂勾配である。計画堆砂勾配は、一般に既往実績等により砂防えん堤堆砂区間における元河床勾配の 1/2～2/3 であり、その上限は 1/6 とされている。

本県では元河床勾配の 2/3（上限：1/6）を計画堆砂勾配の標準とする。

③ 計画捕捉量（不透過型）

土石流捕捉のための不透過型砂防えん堤等の計画捕捉量は、計画堆砂勾配での貯砂量と平常時堆砂勾配での貯砂量の差として算定する（図 2.2.7）。

ただし、除石を前提とするえん堤で、貯砂量のうち常に確保されている未満砂の空容量があるときは、その未満砂量を計画捕捉量に加え評価することができる。

④ 計画捕捉量（透過型）

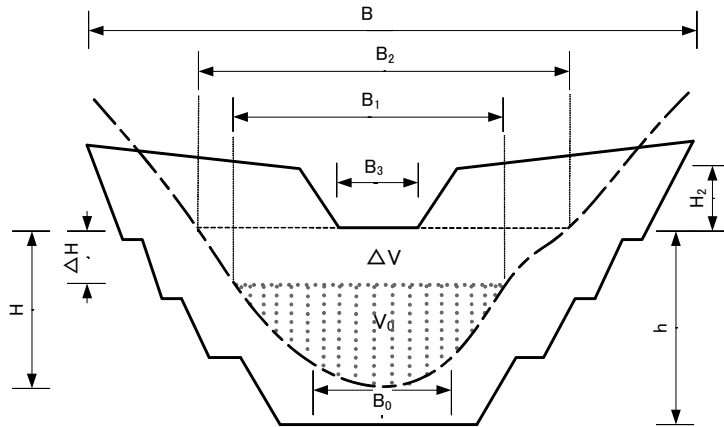
土石流捕捉のための透過型砂防えん堤は、平常時および中小出水時は流下する土砂を堆積させることなく透過部から下流側へ流下させて空き容量を確保しておき、土石流時に流下してくる巨礫等によりスリット部分が閉塞されることにより効果を発揮するものである。

計画捕捉量は、計画堆砂勾配での貯砂量と平常時堆砂勾配での貯砂量との差として算定する（図 2.2.8）。なお、スリット透過部の底高が最深溪床高と概ね同じ場合は計画堆砂勾配での貯砂量と同じ容量となる。

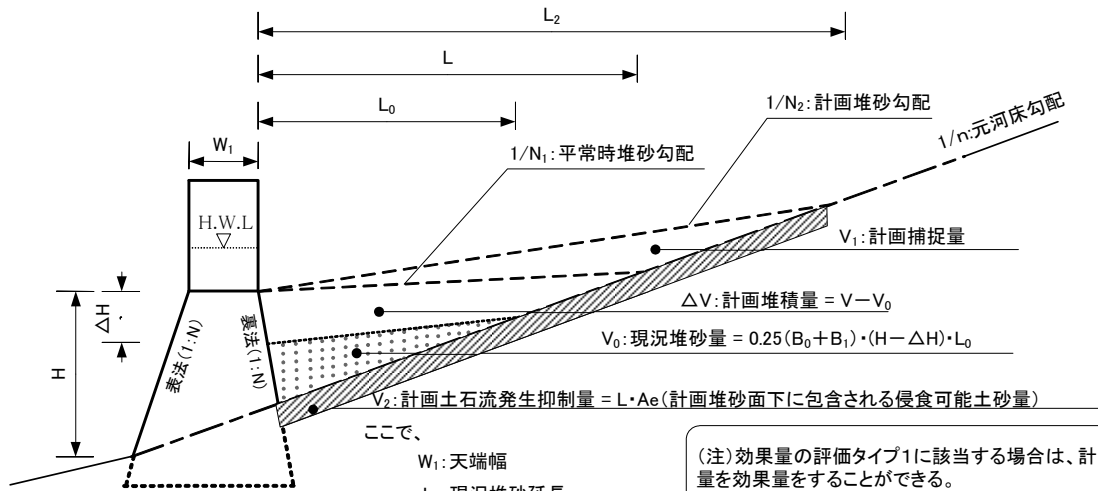
なお、上記の計画捕捉量は土石流等の捕捉後には必ず除石が行われることが前提となるが、用地買収等の諸事情により除石用の管理道路がない場合もあり、必ずしも除石が可能であるとは限らないので施設効果の評価の際は留意する必要がある。

⑤ コンクリートスリットダム

土石流捕捉のために設置されたコンクリートスリット砂防えん堤については、鋼製の棧（梯子状の水平バー）を設置するなど、土砂を確実に捕捉する対策を講じることにより、常時の土砂については流下させることが可能なものは評価できるものとする。



B : 堤長 B₃ : 水通し幅 H₂ : 水通し高
 B₀ : 基礎長(溪床幅) ΔH : 未満砂高(余裕高)
 B₁ : 現況堆砂幅 H : 有効高
 B₂ : 計画堆砂幅 h : 堤高



ここで、

W₁: 天端幅

L₀: 現況堆砂延長

各堆砂勾配標準のときの概略式は、

L : 平常時堆砂延長 = 2・n・h

L₂: 計画堆砂延長 = 3・n・h

1/N₁: 平常時堆砂勾配(標準=1/2n)

1/N₂: 計画堆砂勾配(標準=1/1.5n)

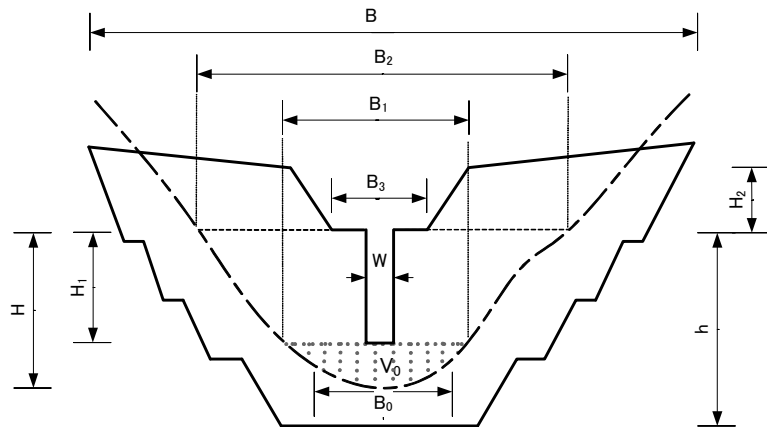
V: 貯砂量(空容量) = ΔV+V₀ = n・0.5(B₀+B₂)・H² (注)

である。

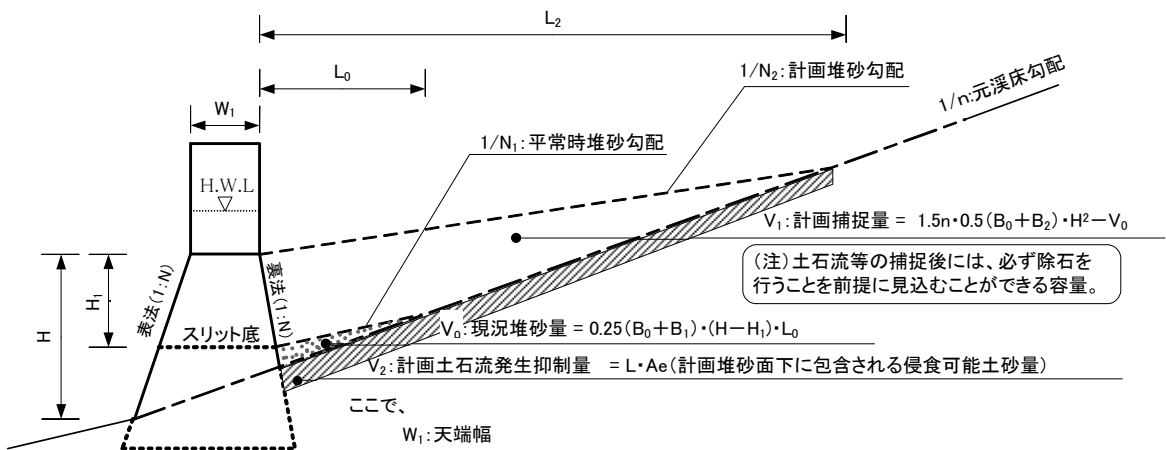
(注) 効果量の評価タイプ1に該当する場合は、計画堆積量を効果量とすることができる。

侵食可能土砂量： 溪床に堆積する不安定な土砂量のうち、土石流により侵食可能な土砂量。算出方法はp59を参照のこと。

図 2.2.7 土石流捕捉工（不透過型）の効果



B : 堤長 B₃ : 水通し幅 h : 堤高
 B₀ : 基礎長(溪床幅) H₂ : 水通し高 H : 有効高
 B₁ : 現況堆砂幅 H₁ : スリット高
 B₂ : 計画堆砂幅 W : スリット幅



ここで、
 W_1 : 天端幅
 L_0 : 現況堆砂延長
 各堆砂勾配標準のときの概略式は、
 L : 平常時堆砂延長 = $2 \cdot n \cdot h$
 L_2 : 計画堆砂延長 = $3 \cdot n \cdot h$
 $1/N_1$: 平常時堆砂勾配(標準=1/2n)
 $1/N_2$: 計画堆砂勾配(標準=1/1.5n)
 である。

侵食可能土砂量： 溪床に堆積する不安定な土砂量のうち、土石流により侵食可能な土砂量。算出方法はp59を参照のこと。

図 2.2.8 土石流捕捉工（透過型）の効果

⑥計画堆積量

計画堆積量は、土石流堆積工の施設効果として見込むものである。計画堆積量は、その施設を設計した際の計画堆砂線で得られる容量を評価することができる。

⑦計画土石流発生抑制量

不透過型砂防えん堤等の計画土石流発生抑制量は、計画堆砂面下に包含される侵食可能土砂量と整合のとれた容量とする。

溪流保全工、導流工、土石流堆積工の計画土石流発生抑制量は、基準地点より上流の区間にある施設の区間のみを評価することができる。算出した侵食可能土砂量とその区間での計画土石流発生抑制量は整合させる。

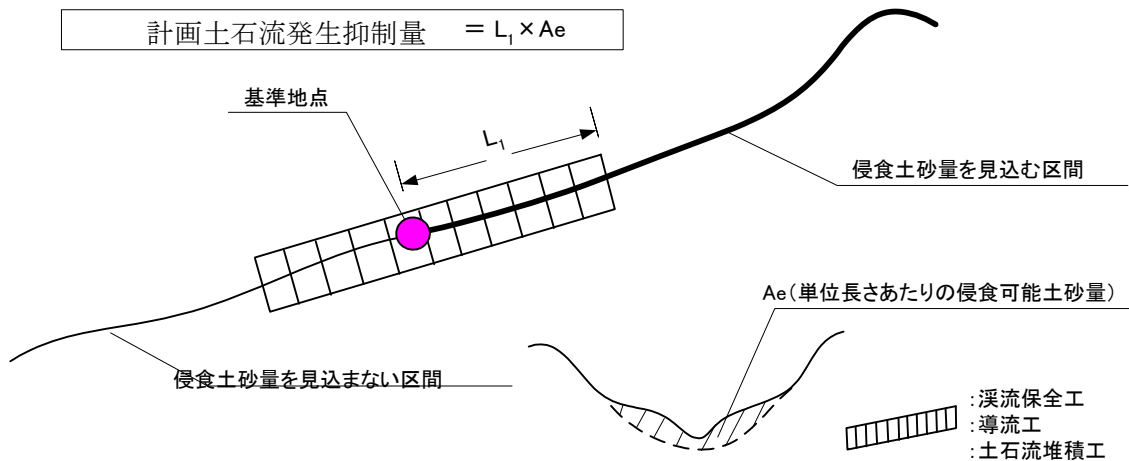


図 2.2.9 溪流保全工等の計画土石流発生抑制量の評価模式図

2-2-5 土質定数

著しい危害のおそれのある土地の区域を設定するため、「土石流の発生のおそれのある溪流」および「危害のおそれのある土地等の区域」における土質定数について調査する。

【解 説】

著しい危害のおそれのある土地の区域を設定するため、「土石流発生のおそれのある溪流」および「土砂災害の危害をもたらされると予想される土地」における土質定数について調査する。

土質定数は、地質調査結果や付近の土石流対策工事等で採用されている値が利用できる場合にはこれを用いる。

既存資料で参考となる数値が得られなかった場合には、調査対象区域周辺の表層地質図や点検調査の結果等を十分に参考の上、特殊な土質が想定される場合のみ現地調査を実施する。

特殊な土質が想定されない場合には、一般的な値として表 2.2.4 の参考値を用いる。

なお、「土石流に含まれる土石等の内部摩擦角」を参考値から用いる場合には、 35° を原則として用いる。

表 2.2.4 土質定数等の一覧

項目	記号	単位	参考値
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	$^\circ$	35 (30~40)
粗度係数	n	—	0.1
堆積土石等の容積濃度	C*	—	0.6

※ 「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」（平成 28 年 4 月 国土交通省 国土技術政策総合研究所）を参照

2-2-6 基準地点における土石流ピーク流量の算出

基準地点における土石流ピーク流量は以下に示すフローに従い算出する。

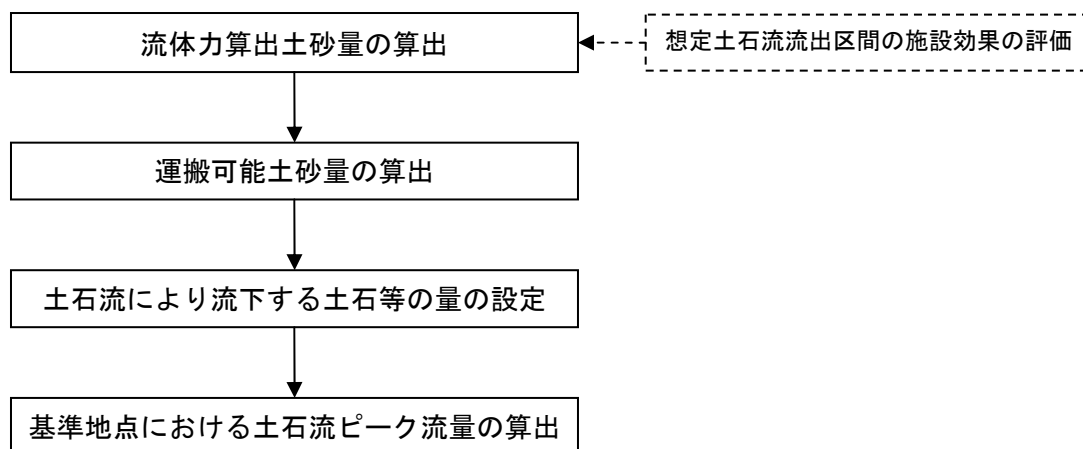


図 2.2.10 基準地点における土石流ピーク流量の算出方法

(1) 流体力算出土砂量の算出

①算出方法

基準地点より上流の溪床において、土石流により侵食可能な幅と平均深さを調査し、その侵食可能断面積（侵食可能な幅×平均深さ）に各谷の延長を乗じ積み上げることで支川ごとの侵食可能土砂量を算出する。そのうち、侵食可能土砂量が最大となる1つの区間を「想定土石流流出区間」と呼び、想定土石流流出区間より流出する侵食可能土砂量を流体力算出土砂量とする（次ページ図 2.2.11 上図参照）。

基準地点上流において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支川の侵食可能土砂量が最大となる区間を選択する（次ページ図 2.2.11 下図参照）。

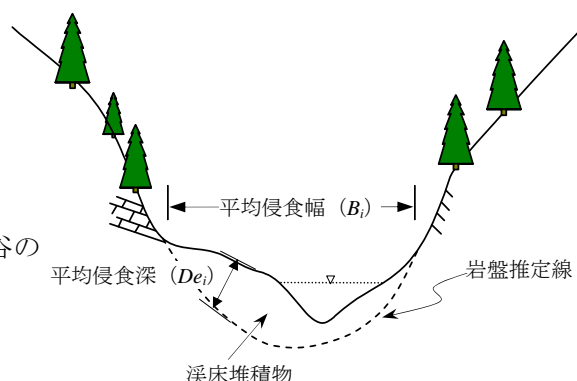
<流体力算出土砂量 Ve' の算出式>

$$Ve' = \sum_{i=0} A_{e_i} \times Le_i \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

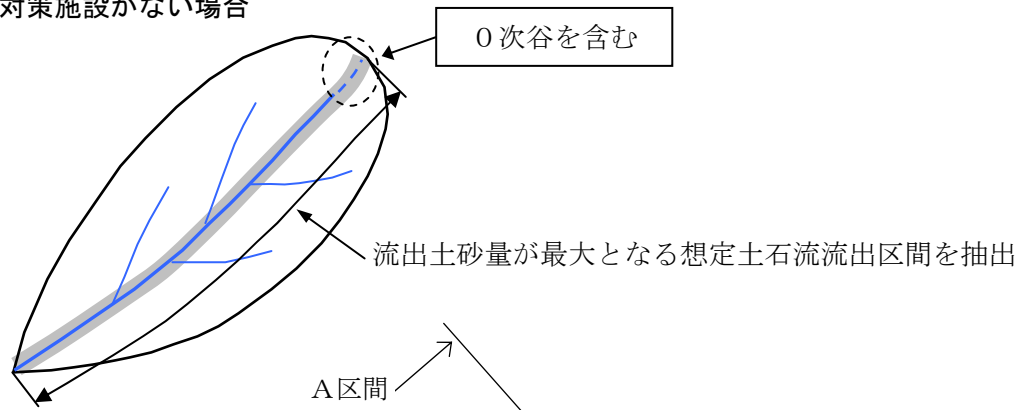
$$A_{e_i} = B_i \times De_i \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

ここで、

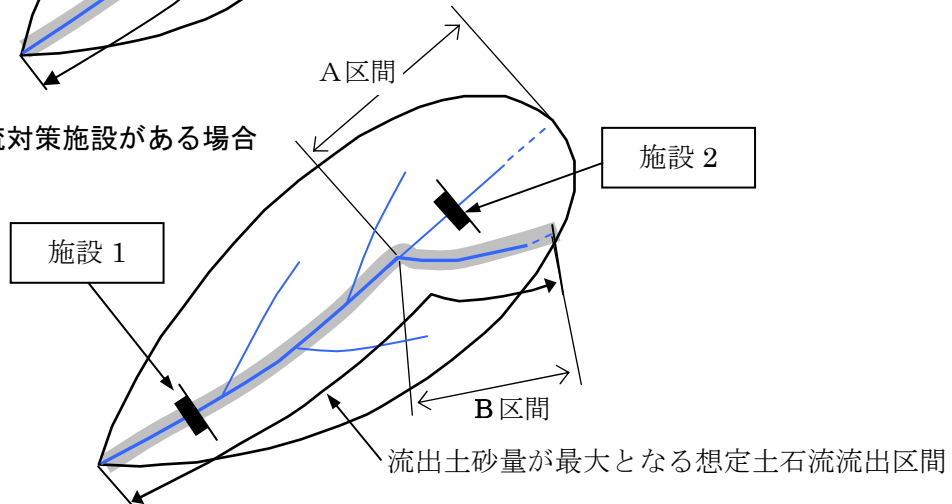
- Ve' : 流体力算出土砂量(m³)
- A_{e_i} : 想定流出土石流区間における i 次谷の溪床堆積物の単位長さ当たりの侵食可能断面積(m²/m)
- Le_i : 想定流出土石流区間における i 次谷の流路長
- B_i : 想定流出土石流区間における i 次谷の平均侵食幅(m)
- De_i : 想定流出土石流区間における i 次谷の平均侵食深(m)



●土石流対策施設がない場合



●土石流対策施設がある場合



(A区間侵食可能土砂量－施設 2 の効果量) < (B区間侵食可能土砂量) の場合は、B区間を想定流出土石流区間とする。

図 2.2.11 流体力算出土砂量算出の概念図

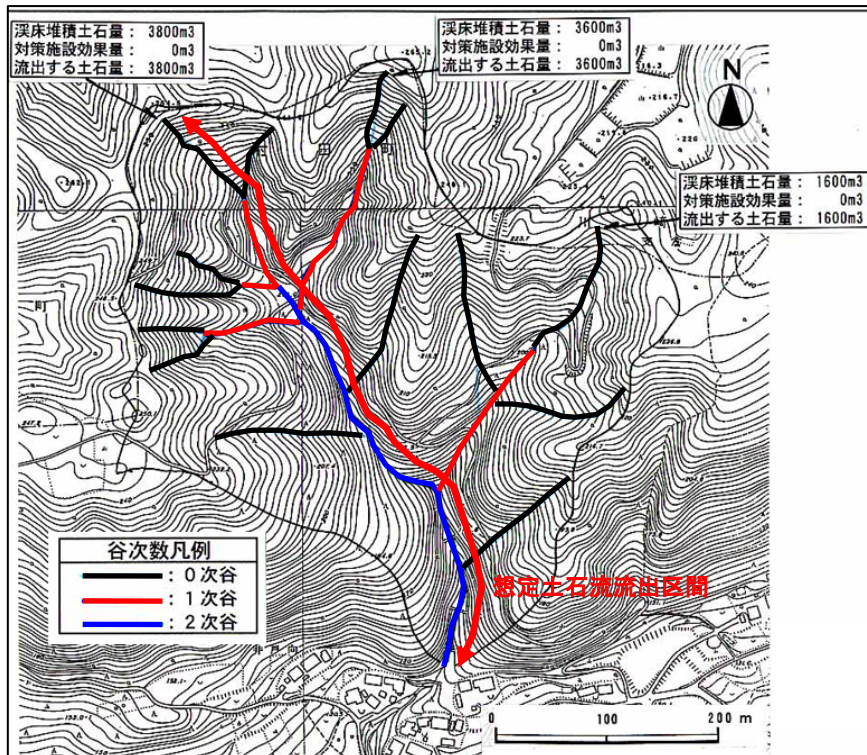
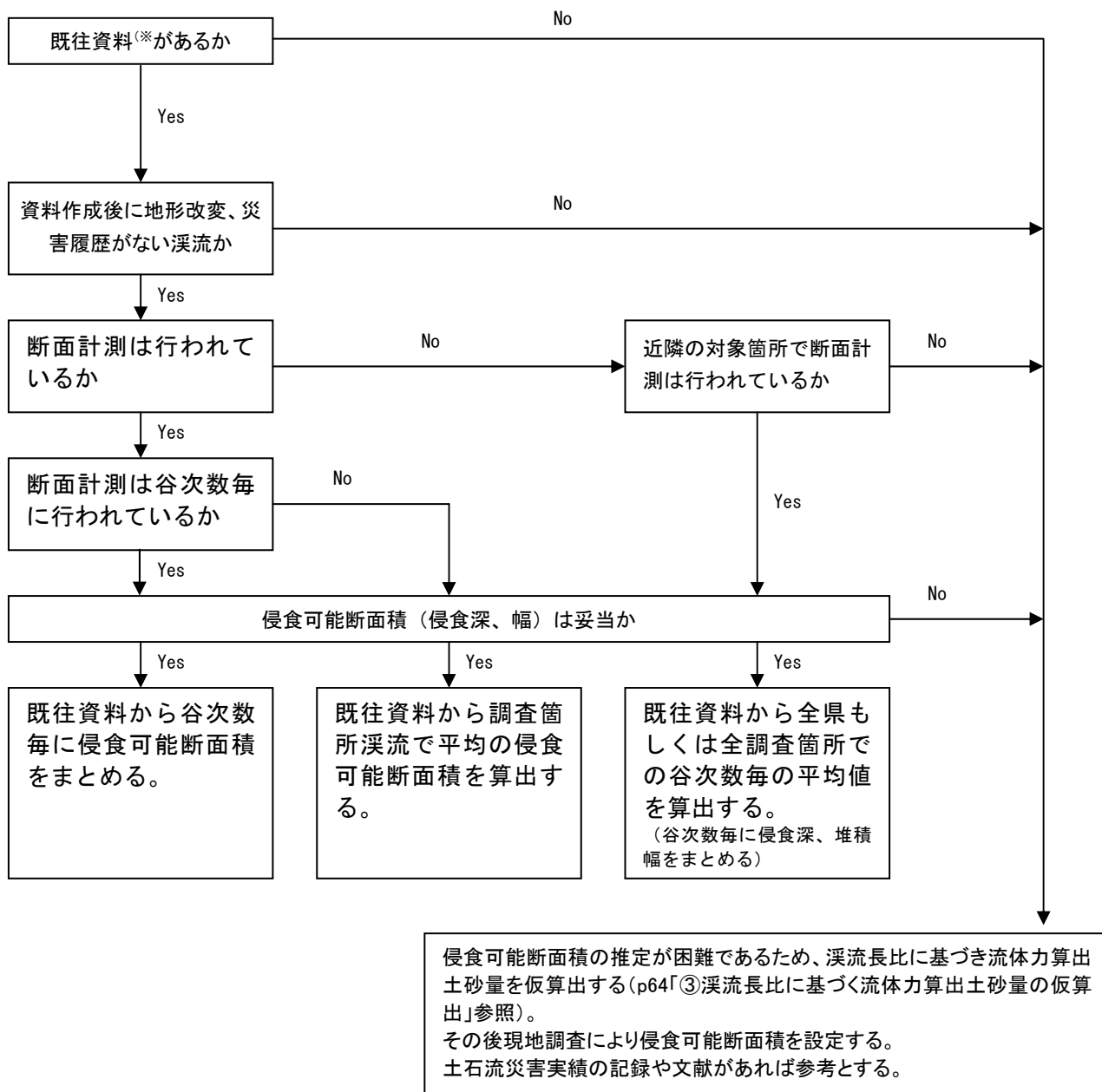


図 2.2.12 想定土石流流出区間設定例

②溪床状況

各支川の谷次数ごとの侵食可能断面積（侵食幅、侵食深）を既往調査資料より把握する。
 ただし、既往調査が、概ね過去5年以内に実施されていない場合は、原則として侵食可能断面積に関する現地調査を行う。また、概ね5年以内に調査が実施されている場合でも、当該調査後に土石等が流出したことが明らかな場合には、溪床状況が変化していることが想定されるため、現地調査により把握する。
 溪床状況の調査フローを以下に示す。

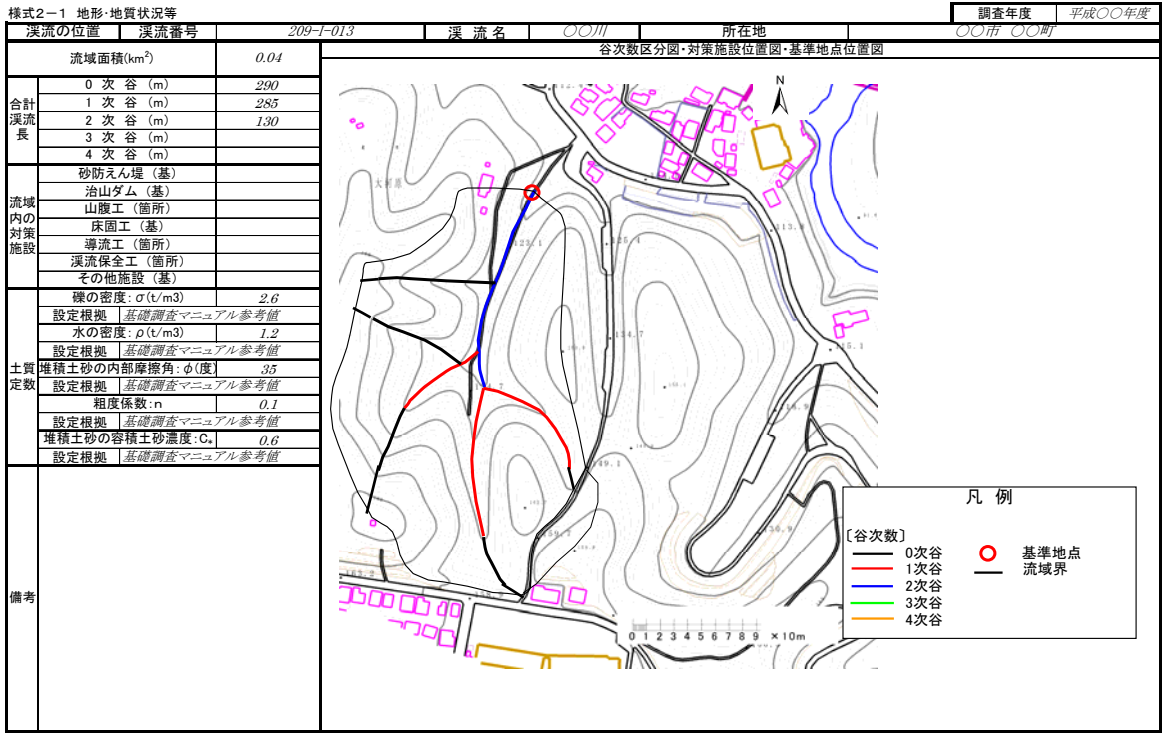


※既往資料とは溪床の状況が詳細に示された、土砂災害防止法基礎調査報告書、土石流危険溪流および土石流危険区域調査カルテ、砂防施設概略設計報告書等をいう。

図 2.2.13 溪床状況の調査フロー

参考<区域調書記載事例：流域諸元>

土石流区域調書



参考<区域調書記載事例：溪床状況の把握>

土石流危険渓流の区域調書

様式2-3 推定する土石流下流と土砂量

渓流の位置	渓流番号	〇〇-1-〇〇	箇所名	〇〇川	所在地	〇〇市〇〇区
流下渓流番号	1	施設効果を考慮した土砂量(m ³)	3713	基準地点までの渓流長(m)	785	
渓床堆積土砂	谷次数	渓流長 L(m)	侵食幅 B(m)	侵食深 De(m)	侵食可能断面積 Ae(m ²)	流域内の対策施設基数
	0次谷	70	2.0	0.5	1.0	
	1次谷	410	4.0	1.0	4.0	
	2次谷	140	6.0	1.5	9.0	
	3次谷	165	4.5	1.0	4.5	
	4次谷					
可能侵食土砂量(m ³) (施設効果は考慮せず)			3713	対策施設総効果量(m ³)	0	
流下渓流番号	2	施設効果を考慮した土砂量(m ³)	4353	基準地点までの渓流長(m)	905	
渓床堆積土砂	谷次数	渓流長 L(m)	侵食幅 B(m)	侵食深 De(m)	侵食可能断面積 Ae(m ²)	流域内の対策施設基数
	0次谷	50	2.0	0.5	1.0	
	1次谷	530	4.0	1.0	4.0	
	2次谷	160	6.0	1.5	9.0	
	3次谷	165	4.5	1.0	4.5	
	4次谷					
可能侵食土砂量(m ³) (施設効果は考慮せず)			4353	対策施設総効果量(m ³)	0	
流下渓流番号	3	施設効果を考慮した土砂量(m ³)	3353	基準地点までの渓流長(m)	725	
渓床堆積土砂	谷次数	渓流長 L(m)	侵食幅 B(m)	侵食深 De(m)	侵食可能断面積 Ae(m ²)	流域内の対策施設基数
	0次谷	110	2.0	0.5	1.0	
	1次谷	310	4.0	1.0	4.0	
	2次谷	140	6.0	1.5	9.0	
	3次谷	165	4.5	1.0	4.5	
	4次谷					
可能侵食土砂量(m ³) (施設効果は考慮せず)			3353	対策施設総効果量(m ³)	0	

③溪流長比に基づく流体力算出土砂量の仮算出（支川ごとの侵食可能土砂量の推定が出来ない場合）

支川ごとの溪床の侵食可能土砂量が推定できない場合、仮の想定土石流流出区間及び流体力算出土砂量を以下の方法を用いて設定する。

1) 計画流出土砂量が既知の場合

既往資料等により計画流出土砂量が算出されている場合、計画流出土砂量、溪流長比、施設効果量を基に、仮の流体力算出土砂量を算出する。

a) 支川ごとに最上流端(0次谷含む)から基準地点までの溪流長を算定し、溪流長比を以下の式より算出する。

$$(\text{溪流長比}) = (\text{支川の溪流長}) (\text{m}) / (\text{溪流内の全溪流長}) (\text{m})$$

b) 溪流長を見込んだ計画流出土砂量を以下の式により算出する。

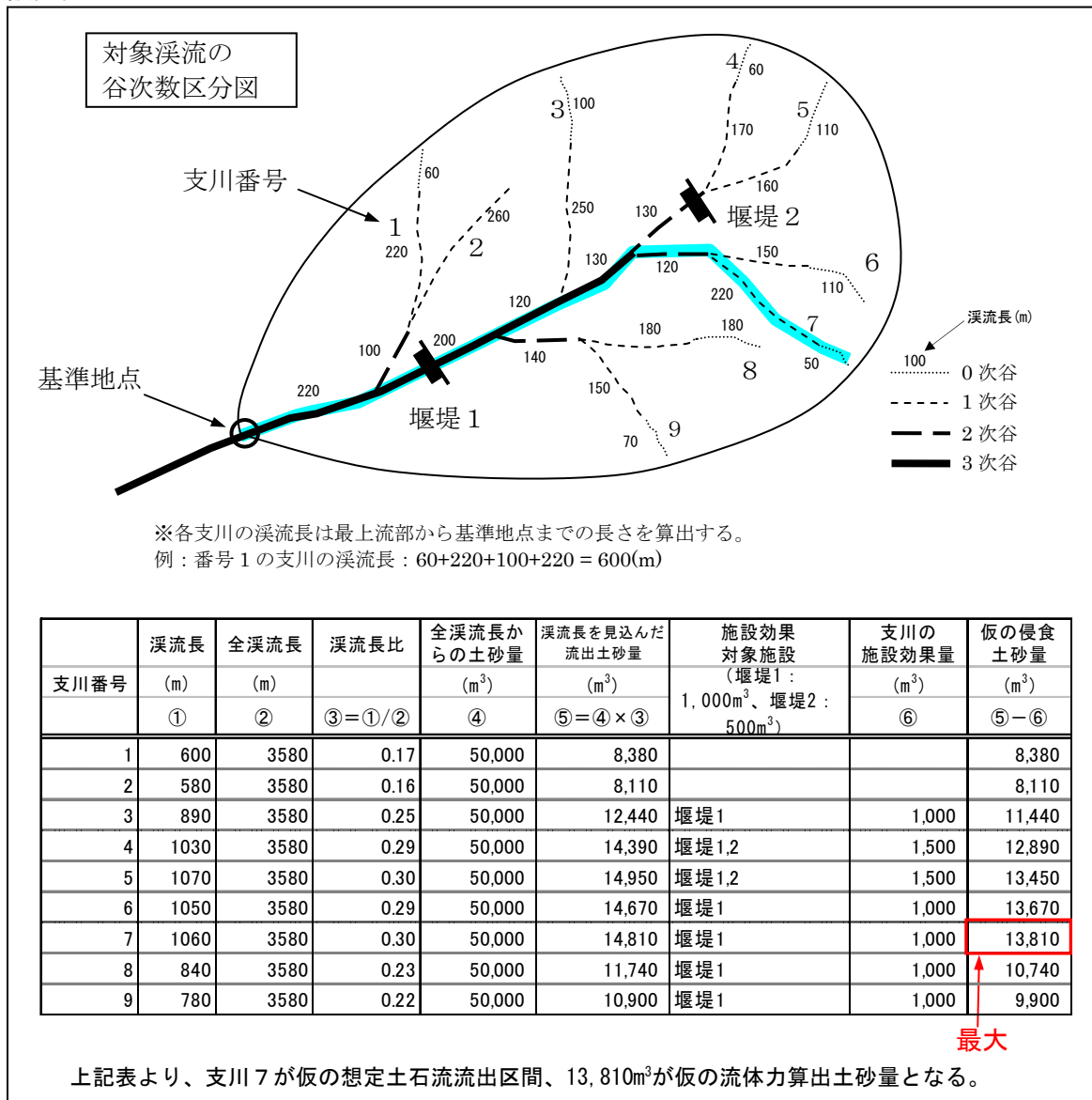
$$(\text{溪流長を見込んだ計画流出土砂量}) (\text{m}^3) = (\text{溪流長比}) \times (\text{計画流出土砂量}) (\text{m}^3)$$

c) 支川ごとの仮の侵食可能土砂量を以下の式により算出する。

$$(\text{支川の仮の侵食可能土砂量}) (\text{m}^3) = (\text{溪流長を見込んだ計画流出土砂量}) (\text{m}^3) - (\text{対象施設の施設効果量}) (\text{m}^3)$$

d) 支川ごとの仮の侵食可能土砂量のうち、最大となる土砂量を仮の流体力算出土砂量とする。

● 設定例



2) 計画流出土砂量が未知の場合

計画流出土砂量が未知の場合、以下の手順により仮の流体力算出土砂量を算出する。

- a) 対象とする溪流の近傍の土石流危険溪流の計画流出土砂量より平均的な比流出土砂量 (1km²あたりの計画流出土砂量(m³/km²)。計画流出土砂量÷流域面積より算出) を設定する。
- b) 設定した比流出土砂量に、対象とする溪流の流域面積を乗じ、仮の計画流出土砂量を算出する。
(仮の計画流出土砂量) (m³)=比流出土砂量(m³/km²)×流域面積(km²)
- c) 算出した仮の計画流出土砂量を用いて、1)と同様の手順により仮の流体力算出土砂量を算出する。

(2) 運搬可能土砂量の算出

計画規模の降雨量と流域面積に基づく土石流により、基準地点から下流側へ理論的に運搬できる土砂量 (運搬可能土砂量) は以下の式より算出する (整数 1 桁を切上げて 10m³ 単位とする)。

$$Vec = \frac{10^3 \cdot R_T \cdot A}{1 - \lambda} \left[\frac{Cd'}{1 - Cd'} \right] fr \dots \dots \dots \text{式(3)}$$

ここで、

A : 流域面積(km²) (基準地点より上流の流域面積)

Cd' : 基準地点における土石流の容積土砂濃度

R_T : 計画規模の降雨量(mm)

地域の降雨特性、災害特性を検討し決定する。なお、一般には、T=24hr を用いる。埼玉県では以下の値を用いる。

事務所	観測所	R ₂₄ (mm)
飯能	飯能	330.5
東松山	熊谷	375.8
秩父	秩父	468.2
本庄	児玉	451.1
熊谷	熊谷	375.8

λ : 空ゲキ率 (0.4 とする)

fr : 流出補正率で、流域面積 (A) に対して以下の式より算出する

$$fr = 0.05 (\log A - 2.0)^2 + 0.05$$

但し、fr は 0.5 を上限とし、0.1 を下限とする。

Cd' は式(4)より求める。本式は、溪床勾配 10~15° に対して適用する式であるが、それよりも緩勾配の範囲についても準用する。

$$Cd' = \frac{\rho \cdot \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)} \dots \dots \dots \text{式(4)}$$

ここで、

σ : 土石流中に含まれる礫の密度 (10³kg/m³) <2-2-5 参照>

ρ : 土石流中に含まれる流水の密度 (10³kg/m³) <同上>

φ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 (°) <同上>

θ : 基準地点から上流 200m 区間 (水平距離) の平均勾配 (°)

(200m に満たない小溪流では、最遠 0 次谷の最上流 (流域の最遠点である分水嶺) までの水平距離による平均勾配)

計算値 Cd' が 0.9C* (=堆積土石等の容積濃度。2-2-5 参照) より大きくなる場合は 0.9C* とし、0.3 より小さくなる場合は 0.3 とする。

(3) 土石流により流下する土石等の量の設定

(1) で算出した流体力算出土砂量と (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。なお、この比較を行う際、運搬可能土砂量については対策施設の効果は見込まない。

この比較により、運搬可能土砂量で「土石流により流下する土石等の量」が設定された場合には、想定土石流流出区間からその土石等の量が流出するものとして設定する。

また、小規模の溪流(0.1km²以下)で発生した災害事例による流出土砂量の最低値が、流域面積にかかわらず 1,000m³以上であることから無施設時の最小値を 1,000m³とする* (対策施設の効果を考慮した場合、1,000m³以下となる場合もある)。

※出典：桜井 亘：小規模な溪流で発生する土石流の流出土砂量に関する研究、土木技術資料 44-4p.6-7、2002

(4) 基準地点における土石流ピーク流量の算出

基準地点における土石流ピーク流量 (Q_{sp_0}) は以下の経験式から算出する。

$$Q_{sp_0} = \frac{0.01 \cdot C_*}{Cd_0} \cdot V_0 \dots \dots \dots \text{式(5)}$$

ここで、

Q_{sp_0} : 基準地点における土石流ピーク流量(m³/s)

C_* : 堆積土石等の容積濃度 (2-2-5 参照)

Cd_0 : 基準地点における流動中の土石流の容積濃度

V_0 : 土石流により流下する土石等の量(m³)

Cd_0 は以下の式で示される。

$$Cd_0 = \frac{\rho \cdot \tan \theta_0}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta_0)} \dots \dots \dots \text{式(6)}$$

ここで

σ : 土石流中に含まれる礫の密度 (10³kg/m³) <2-2-5 参照>

ρ : 土石流中に含まれる流水の密度 (10³kg/m³) <同上>

ϕ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 (°) <同上>

θ_0 : 基準地点から上流 200m 区間 (水平距離) の平均勾配 (°)

※200m に満たない小溪流では、最遠 0 次谷の上流地点 (流域の最遠点である分水嶺) までの水平距離による平均勾配

計算値 Cd_0 が $0.9C_*$ より大きくなる場合は $0.9C_*$ とするが、下限値は設定しない。

2-3 基準地点下流における設定条件

2-3-1 流下方向・縦横断形状の設定

<1-2-1(1)流下方向の設定、(2)縦横断形状の設定 で設定した土石流の流下方向および主流路の縦横断形状を参照のこと。>

2-3-2 各横断側線における土石流ピーク流量の設定

現況河道の各横断測線において、土石流ピーク流量を算出する。

【解 説】

各横断測線における土石流ピーク流量は以下の式により算出する。(9)は、各横断測線における流動中の土石流の容積土砂濃度と土石流のピーク流量の関係式である。任意の測線 i における土石のピーク流量を Qsp_i 、流動中の土石流の容積土砂濃度を Cd_i 、土地の勾配を θ_i とし、基準地点の土石流ピーク流量を Qsp_0 、流動中の土石流の容積土砂濃度を Cd_0 、土地の勾配を θ_0 とすると、任意の計算地点における土石のピーク流量 Qsp_i は式(7)により求められる。

$$Qsp_i = \frac{C_* - Cd_0}{C_* - Cd_i} Qsp_0 \dots \dots \dots \text{式(7)}$$

ここで、

- Qsp_i : 測線 i における土石のピーク流量(m³/s)
- Qsp_0 : 基準地点における土石流ピーク流量(m³/s) (2-2-6(4)参照)
- C_* : 堆積土石等の容積濃度 (2-2-5 参照)
- Cd_i : 測線 i における流動中の土石流の容積濃度
- Cd_0 : 基準地点における流動中の土石流の容積濃度 (2-2-6(4)参照)

Cd_i は以下の式で示される。

$$Cd_i = \frac{\rho \cdot \tan \theta'_i}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta'_i)} \dots \dots \dots \text{式(8)}$$

ここで、

- σ : 土石流中に含まれる礫の密度 (10³kg/m³) <2-2-5 参照>
- ρ : 土石流中に含まれる流水の密度 (10³kg/m³) <同上>
- ϕ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 (°) <同上>
- θ'_i : 基準地点から測点 i までの各測点で計測された 200m^{*}区間勾配の最小勾配 (°)
※200m に満たない小溪流では、最遠 0 次谷の上流地点 (流域の最遠点である分水嶺) までの水平距離による平均勾配

計算値 Cd_i が $0.9C_*$ より大きくなる場合は $0.9C_*$ とするが下限値は設定しない。
 また、基準地点より下流側では流下する土石等の量は増加しないと仮定するため、各計算地点の土地の勾配が逆勾配 ($\theta'_i > \theta'_{i-1}$) となるときは、 $Cd_i = Cd_{i-1}$ とする。

2-3-3 土石流の流下幅の設定

土石流が流下する幅は、マニング型の式またはレジーム型の式によって設定する。

【解 説】

土石流が流下する幅は、以下のフローに従い設定する。

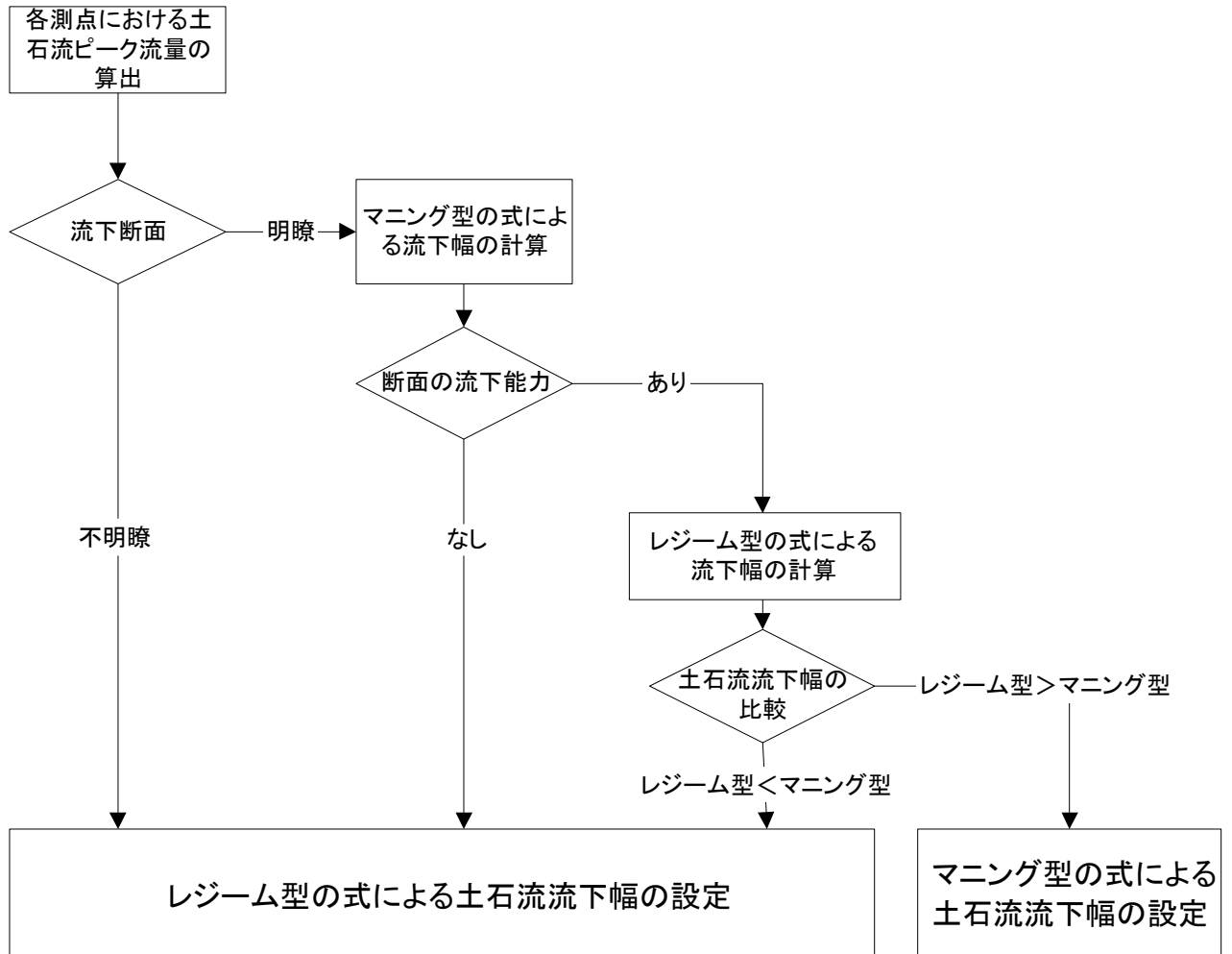


図 2.2.14 土石流流下幅の設定フロー

(1) 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、1-2-1(2)縦横断形状の設定 で設定した、主流路に直交する方向で基準地点から 20m間隔に設定された横断測線上とする。

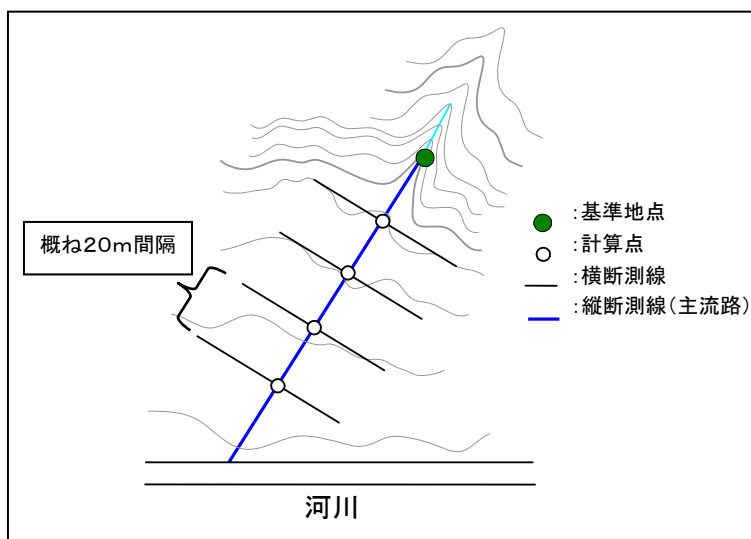


図 2.2.15 縦横断測線の設定イメージ

(2) 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、国土交通省 国土技術政策総合研究所が災害事例のデータより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。

$$B_i = \alpha \cdot Q_{spi}^\beta \dots \dots \dots \text{式(9)}$$

ここで、

B_i : 測線 i における土石流流下幅(m)

Q_{spi} : 測線 i における土石流ピーク流量(m^3/s)

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横断測線が連続する場合は、その最上流の横断測線（レジーム基点）で算出された流下幅をその横断測線より下流の横断測線でも採用する。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。

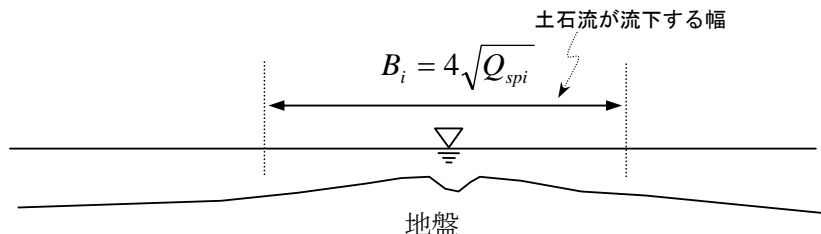


図 2.2.16 レジーム型による流下幅のイメージ

(3) マニング型の式による設定

流路が明確で、土石流ピーク流量を流下させる断面がある場合には、「改訂新版 河川砂防技術基準 (案) 調査編 第6章水位計算と粗度係数 (平成9年9月)」に示された、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。

$$U_i = \frac{Q_i}{A_i} = \frac{1}{n} R_i^{\frac{2}{3}} I_{bi}^{\frac{1}{2}} \cdots \cdots \cdots \text{式(10)}$$

ここで、

- U_i : 断面平均流速(m/s)
- Q_i : 流量(m³/s)
- A_i : 流れの断面積(m²)
- n : 粗度係数
- R_i : 径深, $R=A/S$ (S は潤辺長) (m)
- I_{bi} : 水路縦断勾配 ($\sin \theta$)

上式より、

$$Q_i = \frac{1}{n} \cdot \left(\frac{A_i}{S_i} \right)^{\frac{2}{3}} (\sin \theta'' d_i)^{\frac{1}{2}} \cdot A_i \cdots \cdots \cdots \text{式(11)}$$

ここで、

- S_i : 潤辺長
- θ''_i : 上流 200m 区間平均勾配

※200m に満たない小溪流では、基準地点から最遠 0 次谷の最上流までの水平距離と等しい距離を横断測線 i の上流側に取ったときの区間平均勾配

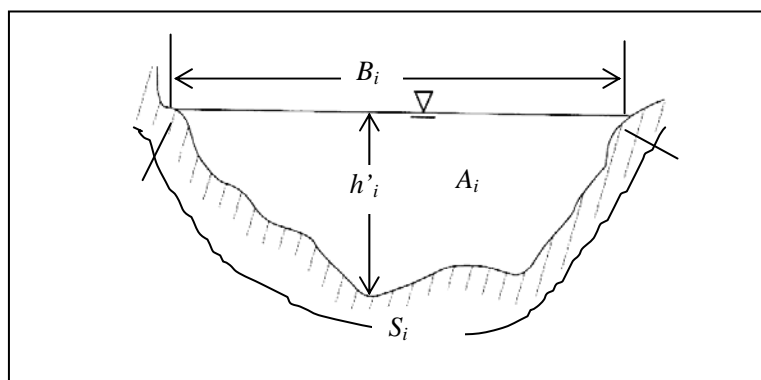


図 2.2.17 断面流下能力による流下幅算定

上図において、

- h'_i : 土石流ピーク流量 Q_{spi} = 流量 Q_i となるときの水位 (仮想水位)
- B_i : 土石流ピーク流量 Q_{spi} = 流量 Q_i となるときの土石流流下幅

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 (h'_i) も算出されるが、区域設定で使用する土石流の高さ h_i は、「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、以下のような手順で設定する。

- 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 $n=0.03$ 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 $n=0.1$ 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。

(4) 流下幅の決定

各横断測線における土石流ピーク流量に基づき、算出された流下幅を設定する。

a) マニング型の式からレジーム型の式となる場合の流下幅の設定

図 2.2.18 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、マニング型の式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：マニング型の式を用いて、各測線の土石流ピーク流量より算出された流下幅を設定する。
- ・横断測線③、④：レジーム型の式を用いて、測線③の土石流ピーク流量より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。

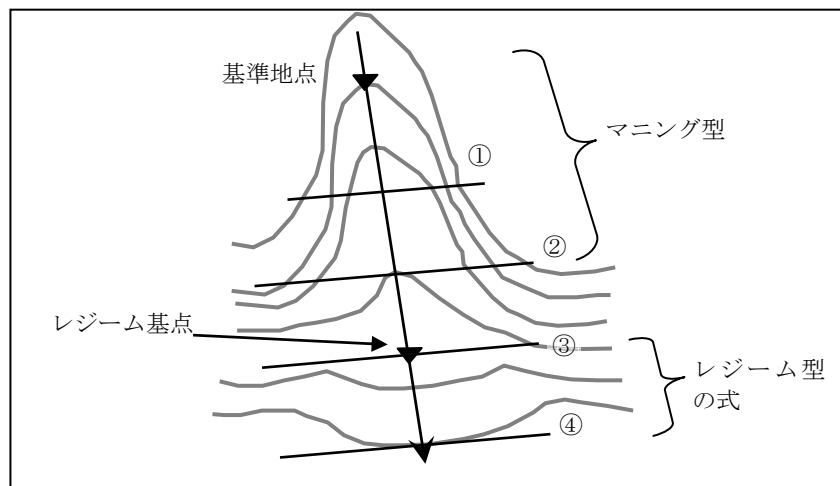


図 2.2.18 マニング型の式からレジーム型の式となる場合の流下幅の決定

b) レジーム型の式から Manning 型の式となる場合の流下幅の設定

図 2.2.19 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 Manning 型の式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レジーム型の式による流下幅を設定する。
- ・横断測線③、④：Manning 型の式を用いて、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。

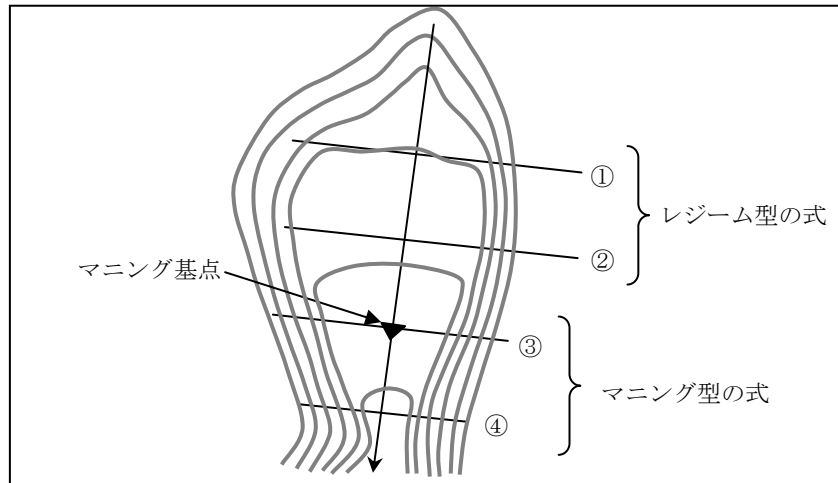


図 2.2.19 レジーム型の式から Manning 型の式となる場合の流下幅の決定

c) 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
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。

① 基本形

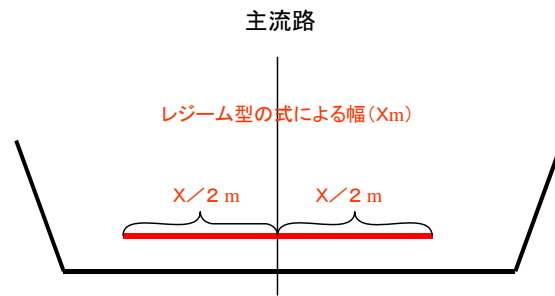


図 2.2.20 レジーム型の式による幅の設定方法 (基本形)

② 地形による制約がある場合
〔設定順序〕

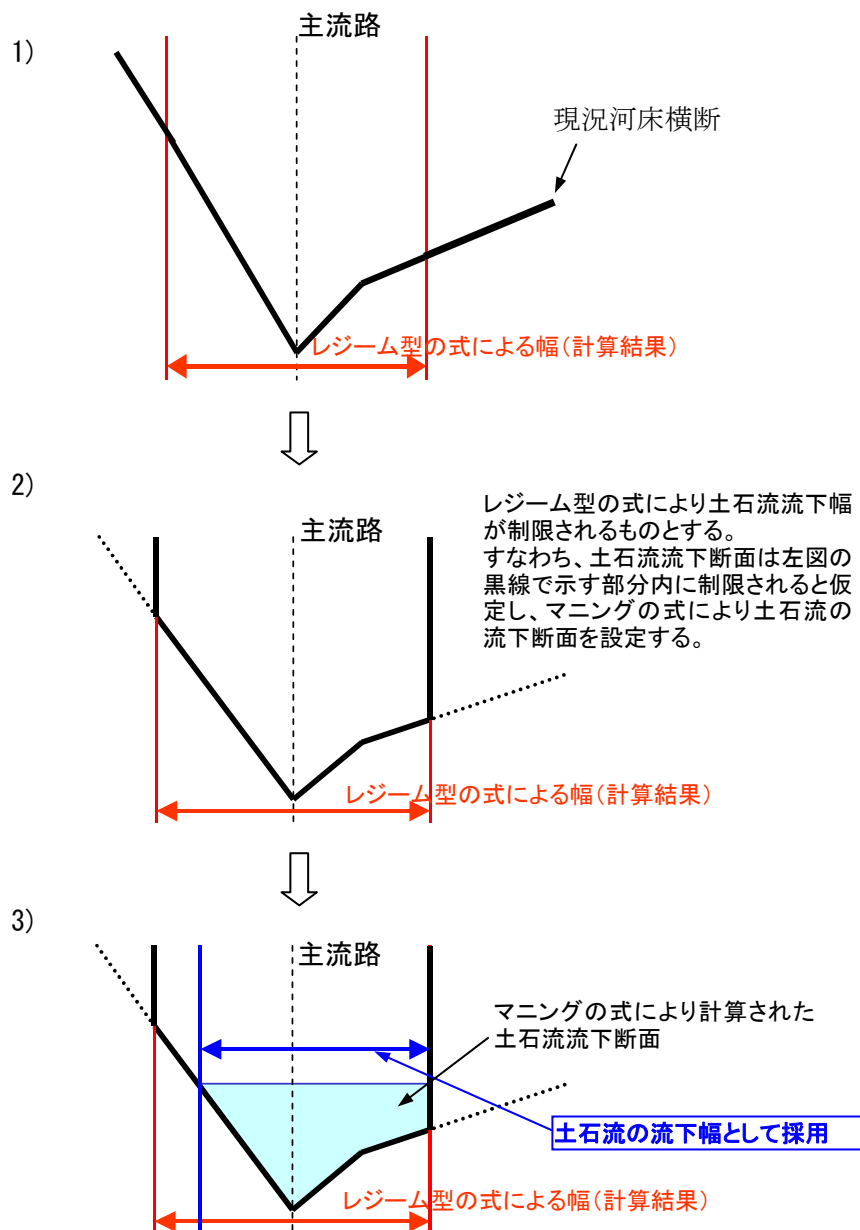


図 2.2.21 地形による制約がある場合の設定方法

(例外)

机上設定の際、下記に示した流路断面④においてマニング型の式による幅が採用された場合、以下の事項に踏まえて土石流の流下幅を決定する。

- ・ 流路断面③から流路断面④にかけて顕著な集水地形（左岸側）をしていない場合（基盤図より判断）は、レジーム型の式による値を採用する。
- ・ 現地調査により、上記判断が正しいかどうかを再度確認する。

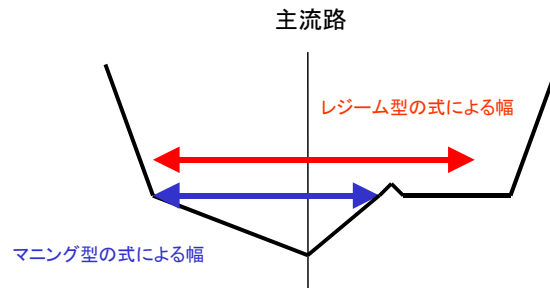


図 2.2.22 流路断面④の横断面図

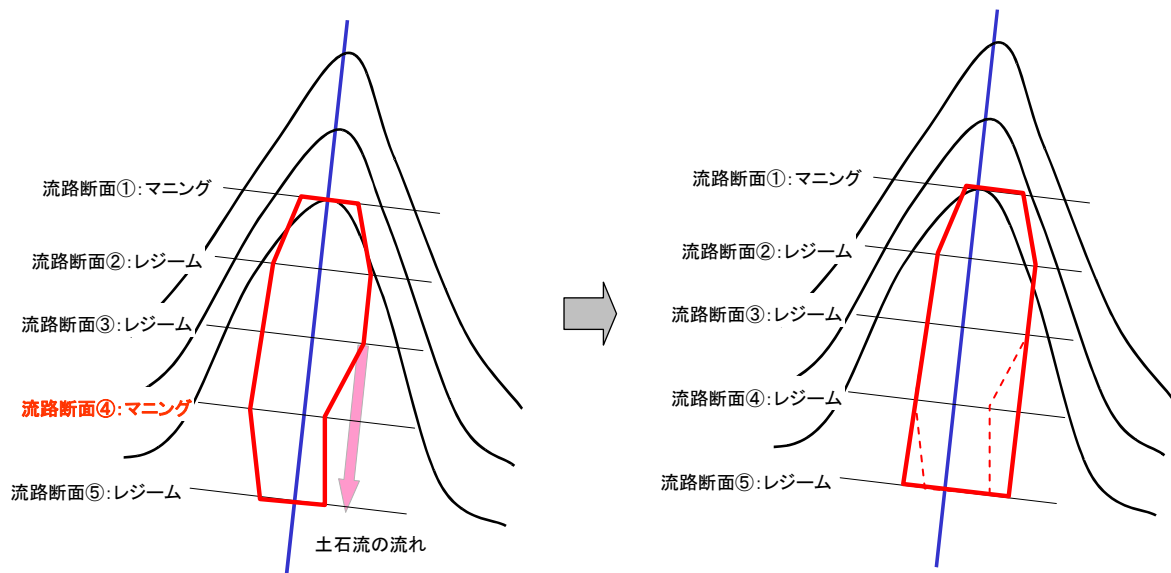


図 2.2.23 流路断面④を再検討した場合

各計算地点における土石流の流下幅（B）が、 Manning型の式とレジーム型の式から算出することができる地形条件にあるときは、値の幅を比較して小さい方の値をもって土石流の流下幅を設定することを基本とする。

ただし、土石流の流下幅がレジーム型の式により連続して算定される場合は、各流路断面で Manning型の式から求まる流下幅を超えない範囲で上下流断面の流下幅は一定とする。

<土石流の流下幅の考え方>

(基本ルール)

作業手順Ⅰ： Manning型の式による幅とレジーム型の式による幅を比較し、小さい値を採用する（流路断面①、②、③）。

作業手順Ⅱ： レジーム型の式による幅を採用した場合、その下流側は全て同じ値を用いる（流路断面④、⑤）。

作業手順Ⅲ： レジーム型の式による幅を採用した後、 Manning型の式による幅の値が採用値（レジーム型の式による幅）より小さい場合は Manning型の式による幅を採用する（流路断面⑥）。

※以上の作業を繰り返す。

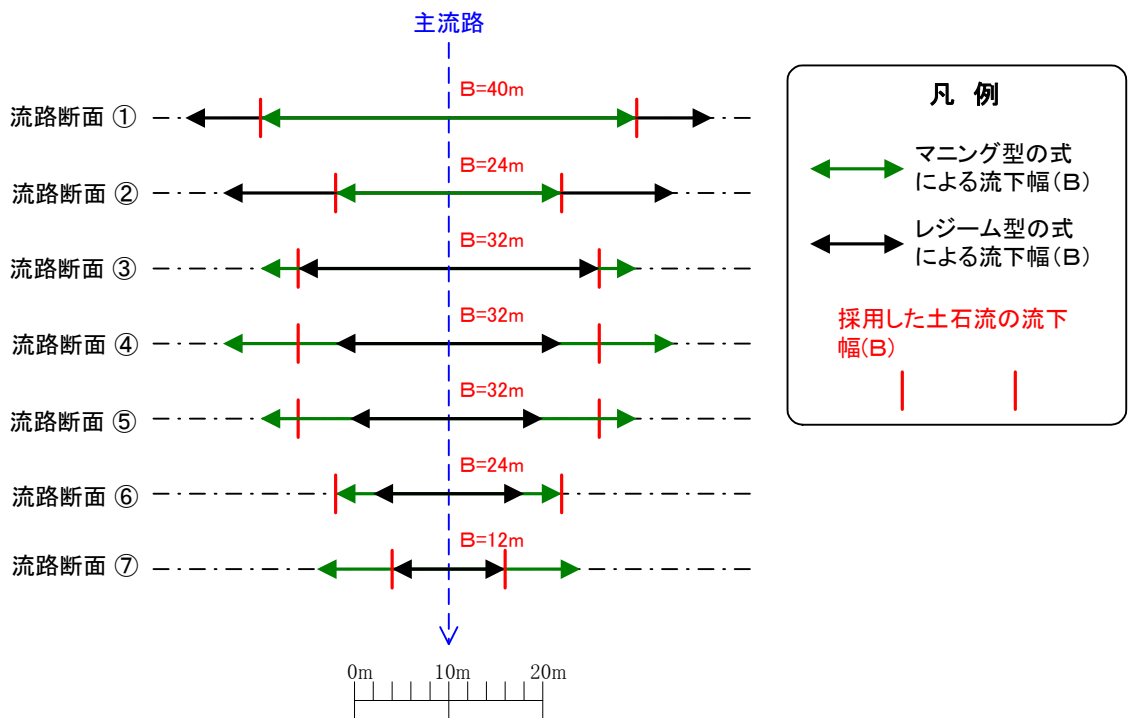


図 2.2.24 流下する土石等の量の算定に用いる土石流の流下幅B

2-3-4 土石流の高さの算出

基準地点および各横断測線における土石流の高さは、流下幅と土石流ピーク流量と土地の勾配により算出する

【解 説】

任意の測点 i における土石流の高さ (h_i) は、以下の告示式(12)より求める。

$$h_i = \left\{ \frac{0.01 \cdot n \cdot C_* \cdot V_i (\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta_i)}{\rho \cdot B (\sin \theta_i)^{1/2} \tan \theta_i} \right\}^{\frac{3}{5}} \quad \dots \dots \text{式(12)}$$

ここで、

h_i : 測点 i における土石流の高さ(m)

n : 粗度係数<2-2-5 参照>

C_* : 堆積土石等の容積濃度<2-2-5 参照>

V_i : 測点 i における土石流により流下する土石等の量(m³)

σ : 土石流中に含まれる礫の密度 (10³kg/m³) <2-2-5 参照>

ρ : 土石流中に含まれる流水の密度 (10³kg/m³) <同上>

ϕ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 (°) <同上>

B_i : 測点 i における土石流流下幅(m)

θ_i : 測点 i の上流 200m 区間平均勾配 (°)

※200m に満たない小溪流では、基準地点から最遠 0 次谷の上流地点 (流域の最遠点である分水嶺) までの水平距離と等しい距離を横断測線 i の上流側に取ったときの区間平均勾配

任意の計算地点についても、土石流のピーク流量と土石流に含まれる土石等の量の関係式は、経験的に以下のとおり示される。

$$Q_{spi} = \frac{0.01 \cdot C_*}{Cd_i} \cdot V_i \quad \dots \dots \text{式(13)}$$

ここで、

Q_{spi} : 測点 i における土石流ピーク流量(m³/s)

Cd_i : 測線 i における流動中の土石流の容積濃度

C_*, V_i : 式(14)参照

(8)式 (2-3-2 参照)、(13)の式を (12)式に代入すると、以下の式となる。

$$h_i = \left(\frac{n \times Q_{spi}}{B_i \cdot (\sin \theta_i)^{0.5}} \right)^{\frac{3}{5}} \quad \dots \dots \text{式(14)}$$

2-4 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定

2-4-1 土石流により建築物に作用すると想定される力の算出

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】

任意の測点 i における土石流により作用すると想定される力 (F_{di}) は以下の告示式で算出する。

$$F_{di} = \rho_{di} \cdot U_i^2 \quad \dots \dots \text{式(15)}$$

ここで、

F_{di} : 測点 i における土石流により作用すると想定される力(kN/m²)

ρ_{di} : 流動中の土石流の土石等の密度 (10³kg/m³)

U_i : 以下の式により算出した土石流の流速 (m/s²)

ρ_{di} は以下の告示式により算出する。

$$\rho_{di} = \frac{\rho \tan \phi}{\tan \phi - \tan \theta_i} = \sigma \cdot C_{di} + \rho(1 - C_{di}) \quad \dots \dots \text{式(16)}$$

ここで、

$\sigma, \rho, \phi, C_{di}$: 前節 2-3-4 参照

C_{di} は、計算値が $0.9C_*$ (堆積土石等の容積濃度 < 2-2-5 参照 >、一般値=0.6)

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。なお、

ρ_{di} の算定は θ_i の条件確認が必要ない上式の右辺により算出するものとする。

U_i は以下の式により算出する。

$$U_i = \frac{R_i^{2/3} (\sin \theta_i)^{1/2}}{n} \quad \dots \dots \text{式(17)}$$

ここで、

R_i : 土石流の径深(m) ここでは $R_i = h_i$ とする。

θ_i : 測線 i における上流 200m 勾配

※200m に満たない小溪流では、基準地点から最遠の 0 次谷の上流地点 (流域の最遠点である分水嶺) までの水平距離と等しい距離を横断測線 i の上流側に取ったときの区間平均勾配

2-4-2 通常の建築物の耐力の設定

通常の建築物の耐力は土石流の高さから算出する。

【解 説】

通常の建築物の耐力は、算出された高さの土石流により作用すると想定される力を算出するものとし、以下の告示式を用いて算出する。ただし、土石流の高さは、2.8m を上限とし、それ以上の場合は 2.8m とする。

$$P_i = \frac{35.3}{H_i \cdot (5.6 - H_i)} \quad \dots \dots \text{式(18)}$$

ここで、

P_i : 建築物の耐力 (kN/m²)

H_i : 建築物に作用する土石流の高さ (m)

(ただし、 H_i は「土石流の高さの算出」で算出された土石流の高さ h_i)

2-4-3 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定

基準地点及び各計算地点において、「土石流により建築物に作用すると想定される力 (F_{di})」と「通常の建築物の耐力 (P_i)」を比較する。

基準地点において、 $F_{di} \leq P_i$ の条件が成立するときは、「著しい危害のおそれのある土地の区域」は設定しない。

基準地点において、 $F_{di} > P_i$ の条件が成立するときは、各計算地点において最初に $F_{di} \leq P_i$ の条件を満たした計算地点までの区域を「著しい危害のおそれのある土地の区域」として設定する。設定した区域内に、土石流の高さが 1m を超え土石流により建築物に作用すると想定される力が 50kN/m^2 を超える区域がある場合は、その区域を明示する。

また、土石流の高さが 1m を超え土石流により建築物に作用すると想定される力が 50kN/m^2 以下の区域を明示する。

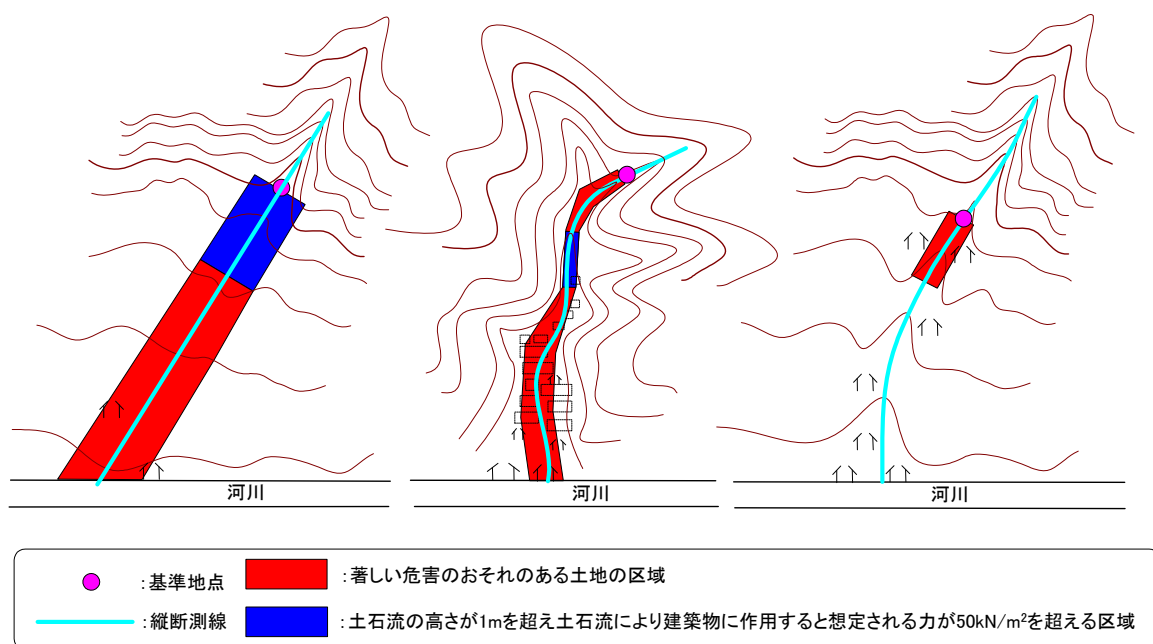


図 2.2.25 著しい危害のおそれのある土地の区域設定例

① 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定及び区分

「著しい危害のおそれのある土地の区域」内の区域区分および設定上の留意点について示す。

a) 著しい危害のおそれのある土地の区域の末端の設定

「著しい危害のおそれのある土地の区域」の末端は、実際には $F_{di} > P_i$ と判定された最下流の測線と、その下流側の次測線との間にある。(これは区域判定を縦断測線上で連続的でなく、一定間隔の測線上でおこなっているため生ずる)

このため、著しい危害のおそれのある区域の末端は、以下のように設定する。

- i) 著しい危害のおそれのある土地の区域として判定された最下流の測線と、次の測線間において 1m ごとに補助測線を追加し、補助測線上での土石流により作用する力と建築物の耐力とを算出する。

ii) 補助測線上での土石流により作用する力と建築物の耐力を比較する。

【土石流により作用する力 > 建築物の耐力】の場合

: 追加した補助測線までを著しい危害のおそれのある土地の区域とする。

【土石流により作用する力 ≤ 建築物の耐力】の場合

: 土石流により作用する力 > 建築物の耐力となる最下流の測線までを著しい危害のおそれのある土地の区域とする。

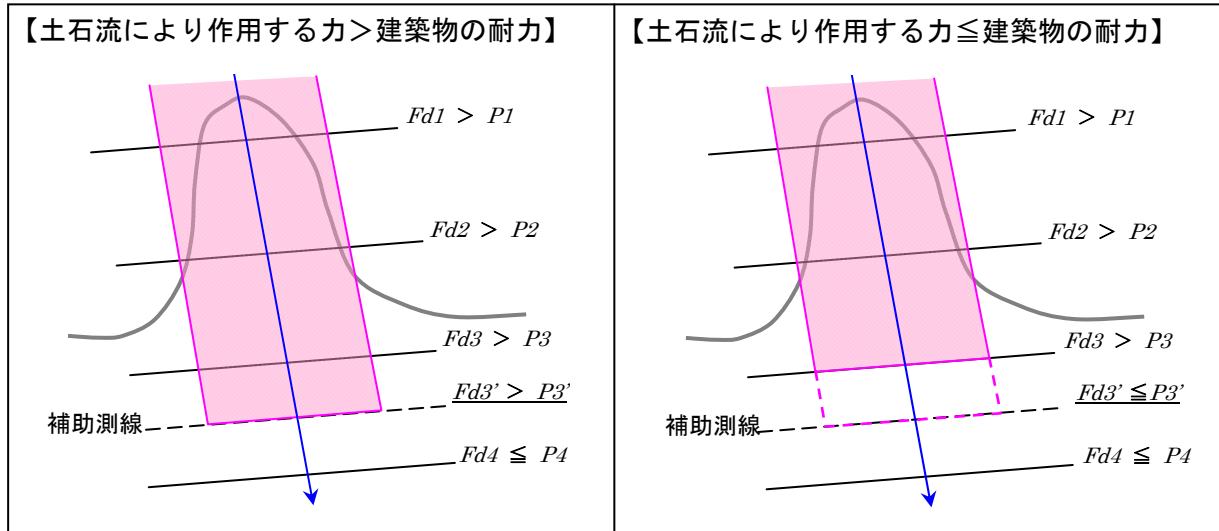


図 2.2.26 著しい危害のおそれのある土地の区域の末端の設定方法

b) 著しい危害のおそれのある土地の区域と判断される区域が不連続に出現する場合

条件によっては、著しい危害のおそれのある区域が不連続(縞状)に出現する場合が想定される。この場合は、初めて【土石流により作用する力 ≤ 建築物の耐力】として判定された測線の一つ上流側の測線までを著しい危害のおそれのある土地の区域として設定する。その測線より下流区間で【土石流により作用する力 > 建築物の耐力】となる測線が再出現しても、著しい危害のおそれのある土地の区域として区域設定しない。この場合の末端は a) の末端と同様に扱う。

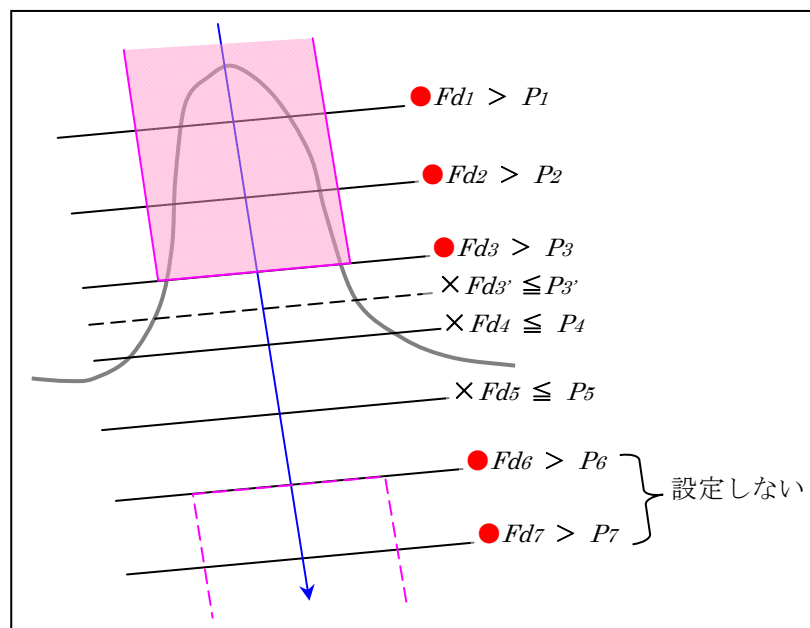


図 2.2.27 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定方法(不連続に出現する場合)

2-4-4 明らかに土石等の到達しない範囲の設定

土地の勾配が 2° 以上の土地であっても、土石流の流下方向に対して縦横断的に存在する幅又は深さの平均値が 5m 以上の河川や湖沼、地形比高差の平均値が 5m 以上の盛土（道路、鉄道等）や山地・丘より下流側（外側）は、「地形の状況により明らかに土石等が到達しないと認められる区域」とする。

ただし、掘割部分の幅については、当該地点における土石流の高さ、土石等の量を考慮して判断するものとする。

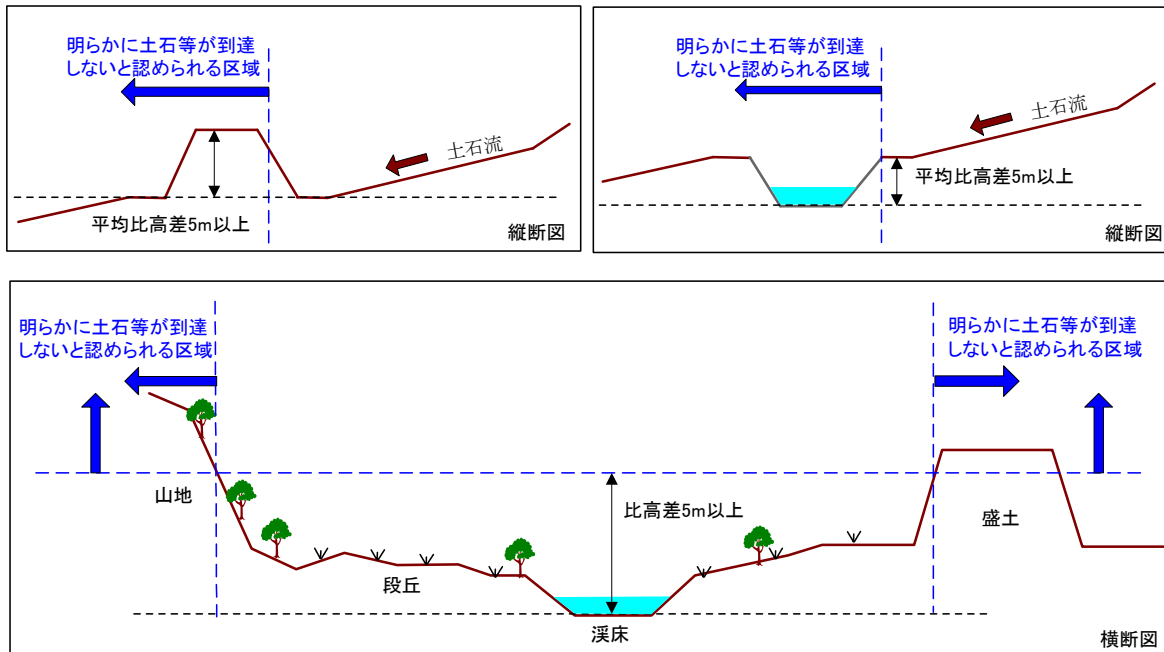


図 2.2.28 地形の状況により明らかに土石等が到達しないと認められる区域

3. 仮区域設定図の作成

3-1 危害のおそれのある土地の区域の仮設定

現地調査を行う前に、机上調査で設定した地形要素を利用して、危害のおそれのある土地の区域を仮設定する。

【解説】

危害のおそれのある土地の区域の仮設定方法は、「危害のおそれのある土地の区域の設定」に示す方法に基づき実施するものとする。

また、危害のおそれのある土地の区域の範囲は、平面図と横断図に図示して現地調査用の資料として整理する。

3-2 著しい危害のおそれのある土地の区域の仮設定

現地調査後、土石流により流下する土石等の量を設定し、机上調査で設定した地形要素や土質定数を利用して、著しい危害のおそれのある土地の区域を仮設定する。

【解説】

著しい危害のおそれのある土地の区域の仮設定は、「著しい危害のおそれのある土地の区域の設定」に示す方法に基づき、土石流により流下する土石等の量、基準地点及びその勾配、流下方向等の設定条件について現地調査実施後に行うものとする。

また、著しい危害のおそれのある土地の区域の範囲は、平面図と横断図に図示して現地調査用の資料として整理する。

第3章 現地調査編

1. 現地調査の目的

「2章. 区域設定のための机上調査」における調査結果を踏まえ、土石流により流下する土砂量、流下方向、対策施設の状況を調査するとともに、危害のおそれのある土地等の区域の地形状況の現地調査を行うことを目的とする。

【解説】

現地調査は、「机上調査」で作成した資料に基づき、基準地点、基準地点上流及び基準地点下流の状況を現地において調査する。なお、現地調査は、法律第5条による「基礎調査のための立ち入り等」に基づいて実施する。なお、現地調査時には、県によって証明された身分証明証を必ず携帯する。

現地調査は、現地において基準地点周辺及び上下流周辺を踏査し、ポールやテープ等による簡易計測、写真撮影等により記録する。

現地調査は、基準地点周辺及び基準地点上流では、溪床状況調査及び対策施設状況調査等を行い、基準地点下流では、流下方向の設定や平面及び横断形状等について踏査を行う。

また、必要に応じてポールやメジャー等による簡易計測を行い、写真撮影やスケッチにより調査結果を記録する。現地調査の流れ、調査事項は、以下のとおりである。

- 1) 基準地点周辺の調査（谷の形状、縦断勾配変化点等）
- 2) 基準地点の設定
- 3) 基準地点上流の調査（溪床状況調査、対策施設等調査）
- 4) 基準地点下流の調査（流下方向、平面及び横断形状等）
- 5) 調査とりまとめ

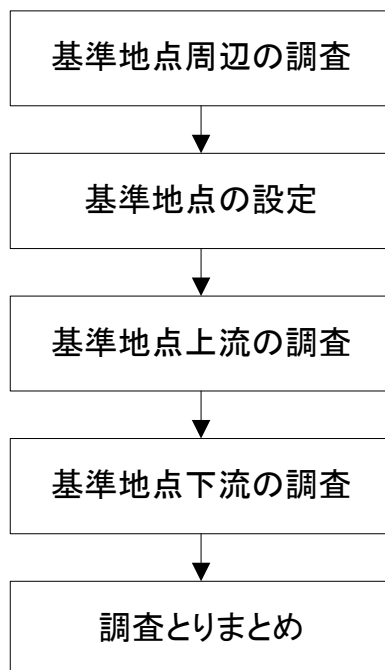


図 3.1.1 現地調査の作業手順

(1) 調査対象箇所

「基準地点周辺」、「基準地点上流」及び「基準地点下流」を現地調査の対象箇所とする。

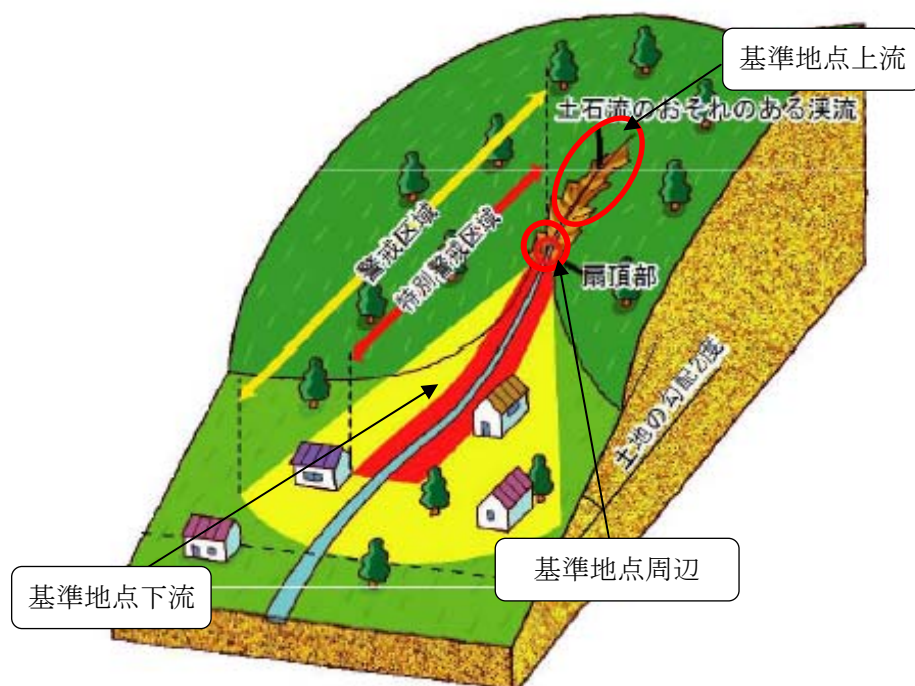


図 3.1.2 調査対象箇所イメージ

(2) 基準地点周辺の状況調査

基準地点周辺における調査内容は以下のとおりである。

- ・ 危害のおそれのある渓流の基準地点付近の地形、基準地点上流の谷形状、基準地点から下流の状況を調査する。
- ・ 基準地点付近は地形図上では谷形状の適切な表現がされていないことが多いため、新規に撮影した空中写真等で確認した上で調査を実施する。

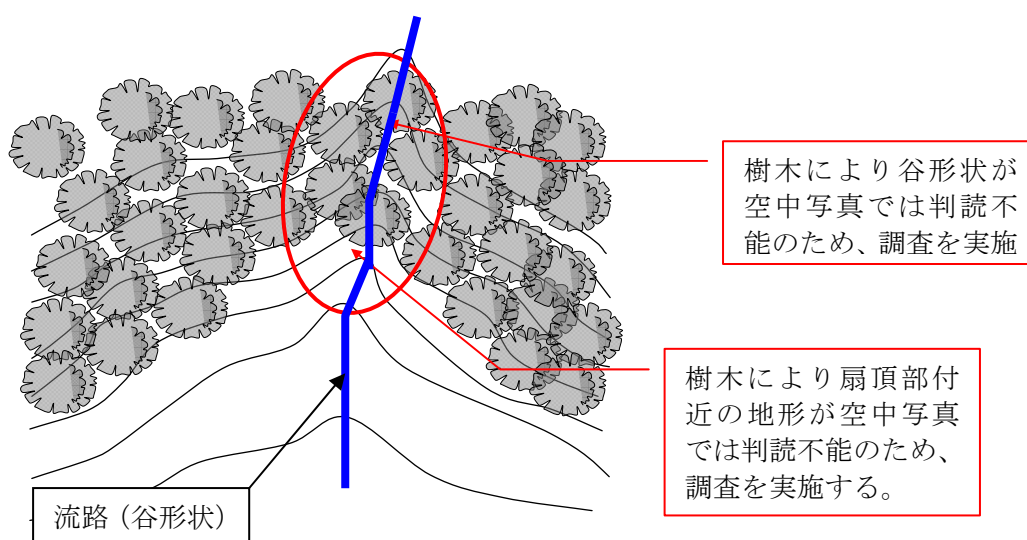


図 3.1.3 基準地点周辺の調査範囲イメージ（基準地点周辺）

(3) 現地調査の内容

現地調査の内容は、次のとおりである。

- ① 机上調査で仮定した基準地点の妥当性を調査し、基準地点を確定する。
- ② 基準地点上流の溪床状況（土砂堆積状況）を調査する。
- ③ 既存資料あるいは空中写真判読によって事前に対策施設の諸元を把握している場合は、施設位置を調査する。対策施設の諸元を把握していない場合には、テープ及びポール等を用いて簡易計測を行う。
- ④ 設定した基準地点から下流側の地形条件を把握して、流下方向を設定する。また、危害のおそれのある土地の区域の範囲を想定しつつ、現況河道あるいは既設道路に沿って流下方向（下流側）に移動する。さらに、現況河道の断面及び溪床勾配等を調査しながら、平面形状及び河道の断面が変化する箇所等について、写真撮影や断面スケッチを行い、必要に応じてポール等を用いた簡易計測を行う。
- ⑤ 土地の勾配が 2° となる箇所周辺の地形を現地において確認する。写真撮影や断面スケッチ、必要に応じてポール等を用いた簡易計測を行う。
地形調査を行った範囲について、地形条件等（土石流の流下方向、人工構造物の位置等）を再度調査し、微地形調査段階における危害のおそれのある土地の区域の範囲を想定しておく。

2. 基準地点周辺の調査

基準地点とは土石流が氾濫を開始する地点である。基準地点の位置は、「著しい危害のおそれのある土地の区域」の範囲設定に影響を及ぼすため、慎重に判断することが必要である。

基準地点の設定は、机上調査で作成した仮設定区域図を基に実施する。なお、基準地点設定の着目点は、「第2章 1-1-3 基準地点の設定」を参考とする。

基準地点の設定は、流域全体の地形状況、人家等の立地状況、地形調査結果等を踏まえて総合的に判断し決定する。収集資料から土石流氾濫実績があり、かつその災害時の氾濫開始点が判明している場合は参考にする。

基準地点のさらに上流側に住宅等が立地している場合は、補助基準地点を基準地点の上流側に設定する

現地地形から、図面の地形条件を変更した場合や基準地点を移動した場合などは再設定した資料をとりまとめ、選定根拠を示す平面図、写真、コメント等を調書に記載する。

また、基準地点の設定は、以下のような条件に該当する場合には必要に応じて「補助基準点」を設定することができる。

- ① 地形条件に併せ社会条件を考慮した場合、基準地点が“将来的に開発可能な土地”より上流に設定されているか調査を行う。将来的に開発が見込まれる(保全対象が新しく立地する)場合は、その土地の上流側に存在する候補地点を「補助基準点」として設定する。
- ② 基準地点が設定可能な支溪があり、流域内に複数の基準地点が想定される場合は、流域を分割し、各々に基準地点を設定する。

3. 基準地点上流の調査

基準地点上流では「渓床状況の調査」、「対策施設の調査」および「地質調査」を実施する。

【解 説】

基準地点上流の調査における留意点は以下の通りである。

- ・ 渓床状況、対策施設の諸元、地質調査について机上調査で把握されなかった項目について調査を実施する。
- ・ 基準地点から上流に現地調査を進める。
- ・ 渓床状況（土砂の堆積状況、露岩、溪岸侵食、溪岸崩壊、植生 等）を下流から上流に向かい調査（「3-1 渓床状況の調査」参照）することを基本とし、途中に存在あるいは空中写真等で事前に確認された対策施設をあわせて調査（「3-2 対策施設の状況調査」参照）する。
- ・ 地質等の調査は、机上調査における、表層地質図を十分に参考の上、特殊な土質が想定された場合は、地質を裏付ける現象の痕跡や、露岩等の写真撮影を行う。また、植生の状況についても調査を実施する。（「3-3 地質等の調査」参照）

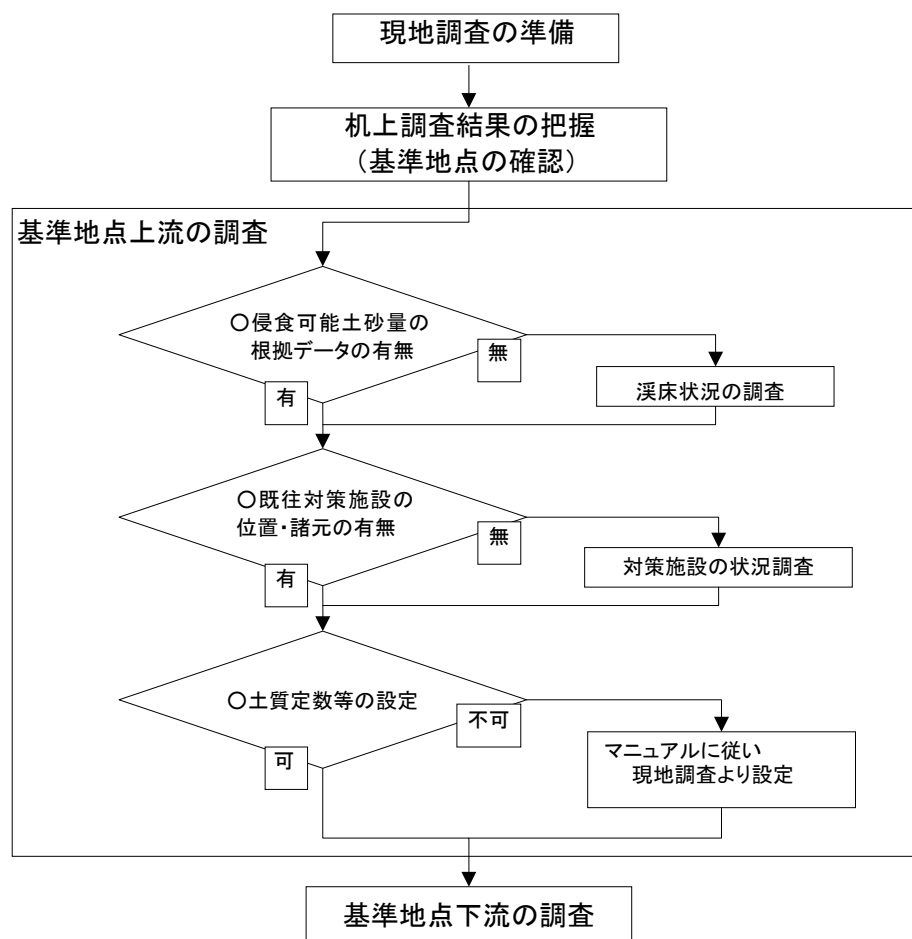


図 3.3.1 基準地点上流の調査フロー

3-1 溪床状況の調査

現地調査により、基準地点上流域を対象に、土石流となって基準地点まで流下するおそれのある侵食可能土砂の分布状況を把握する。

【解 説】

土石流危険溪流カルテに溪床堆積物侵食断面の記載がない溪流や侵食断面位置が不明な場合、断面調査の行われていない流路が存在する等、カルテの断面調査結果が転用できない場合などは、現地において谷次数ごとの溪床堆積物侵食断面積の測定を行う。

現地調査を行う際の調査項目は以下の通りとする。

- ① 堆積区間長
- ② 溪床の横断スケッチおよび下流側から撮影した溪床全体の状況写真
- ③ 堆積形状（溪床堆積幅、溪床侵食深）

溪床堆積幅、侵食深については、以下の項目を参考にする。

- ・溪岸の過去の侵食痕跡、流水痕跡
- ・溪岸の植生（先駆樹種、低木、草本）の状況

◆現地調査地点設定の考え方

溪床状況の調査は、流域内の各溪流の土砂堆積状況を把握するために行うものであり、机上調査で谷線を記入した各次数で実施することになる。ただし、同一の谷次数区間であっても、堆積が優先する区間（堆積区間）や露岩している区間（露岩区間）等が混在する溪流もあることから、このようなケースでは、堆積区間と露岩区間の両方で溪床状況の調査を行うことを基本とする。

溪床状況調査は、「土石流危険溪流および土石流危険区域調査要領（案）」および「土石流危険溪流カルテ作成要領（案）」等も参考にして行う。なお、溪床堆積土砂の分布状況が一様であるかは、各谷の地質、勾配、崩壊地の有無等を参考に、空中写真判読や現地踏査により判断する。

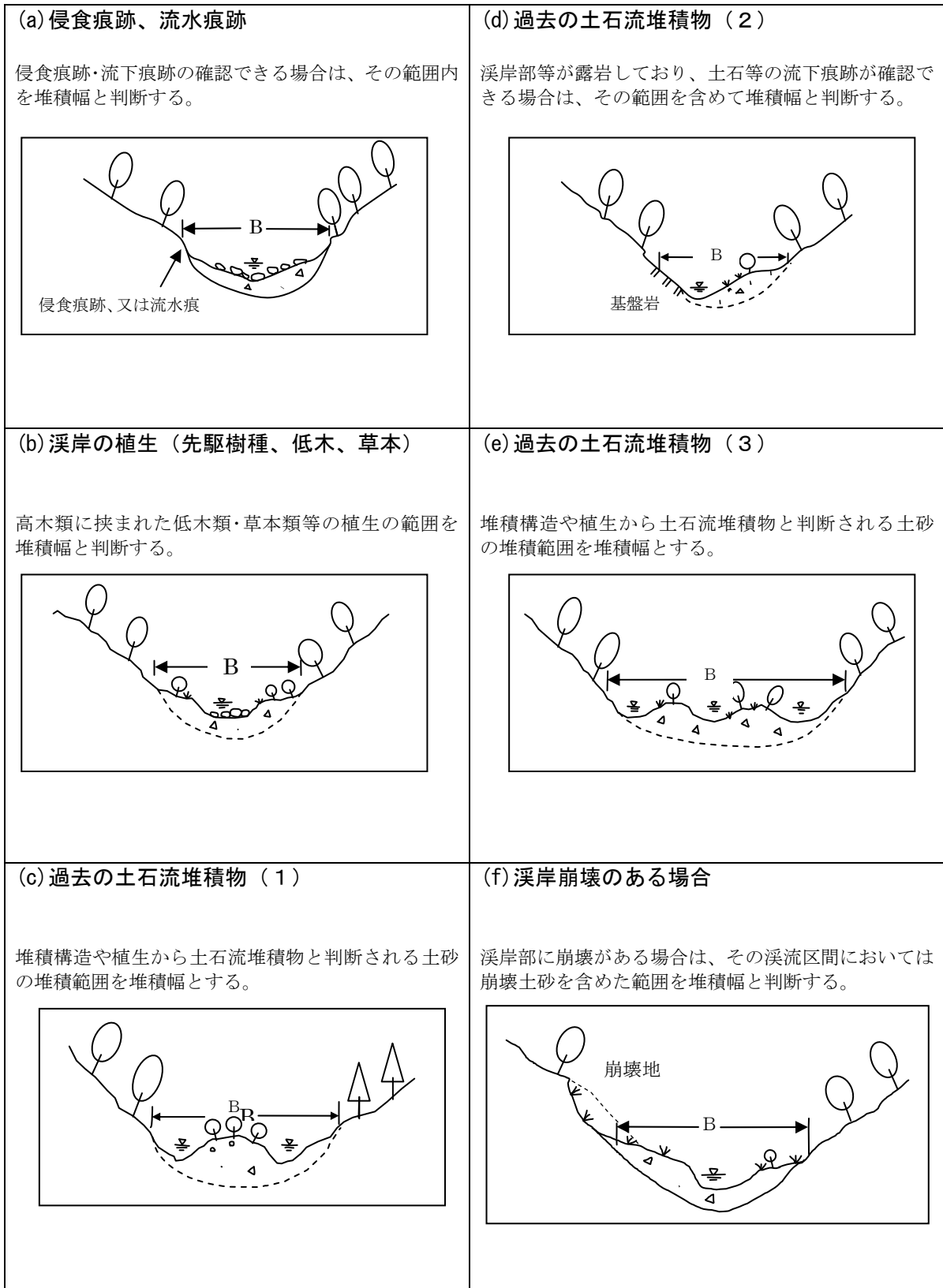
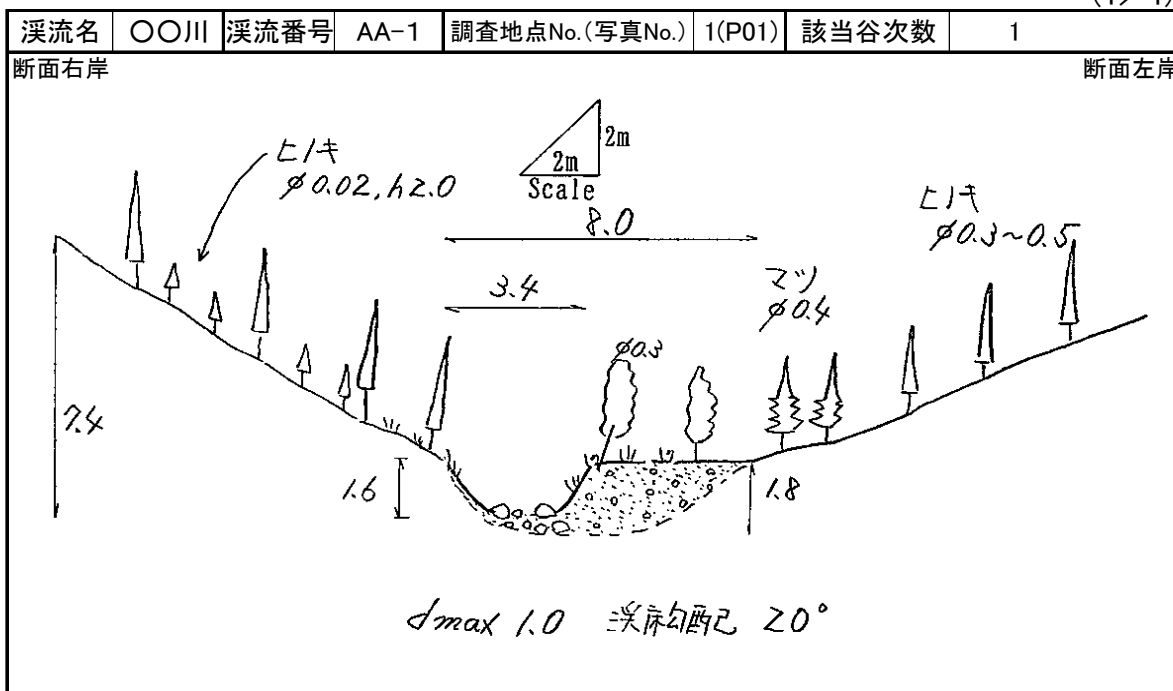


図 3.3.2 溪床状況の参考例

溪床不安定土砂の現地調査票<参考>

(1/4)



単位長さ当りの侵食可能土砂量(Ae)

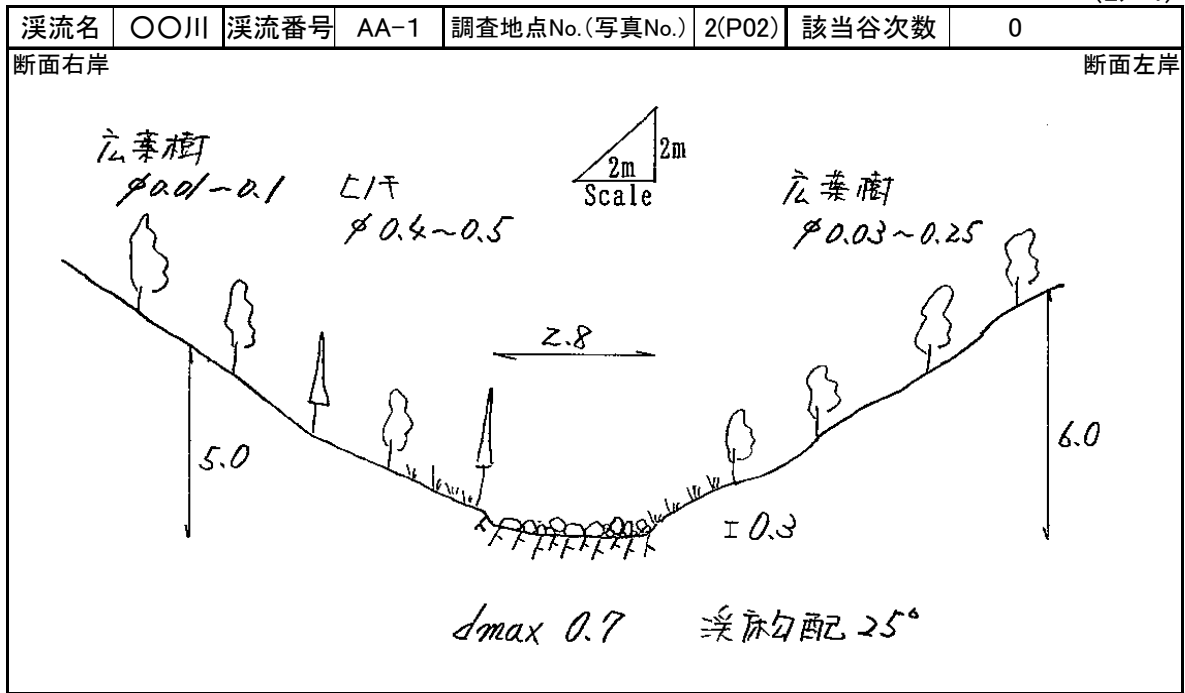
平均侵食深 D_e (m)	1.2	平均侵食幅 B(m)	8.0	単位土砂量 $B \times D_e$ (m^3/m)	9.6
-----------------	-----	------------	-----	----------------------------------	-----

溪流名	〇〇川	溪流番号	AA-1	調査地点No.(写真No.)	1(P01)	該当谷次数	1
-----	-----	------	------	----------------	--------	-------	---



溪床不安定土砂の現地調査票<参考>

(2/4)



単位長さ当りの侵食可能土砂量(Ae)

平均侵食深 De(m)	0.3	平均侵食幅 B(m)	2.8	単位土砂量 B×De(m ³ /m)	0.8
-------------	-----	------------	-----	-------------------------------	-----

溪流名	〇〇川	溪流番号	AA-1	調査地点No.(写真No.)	2(P02)	該当谷次数	0
-----	-----	------	------	----------------	--------	-------	---

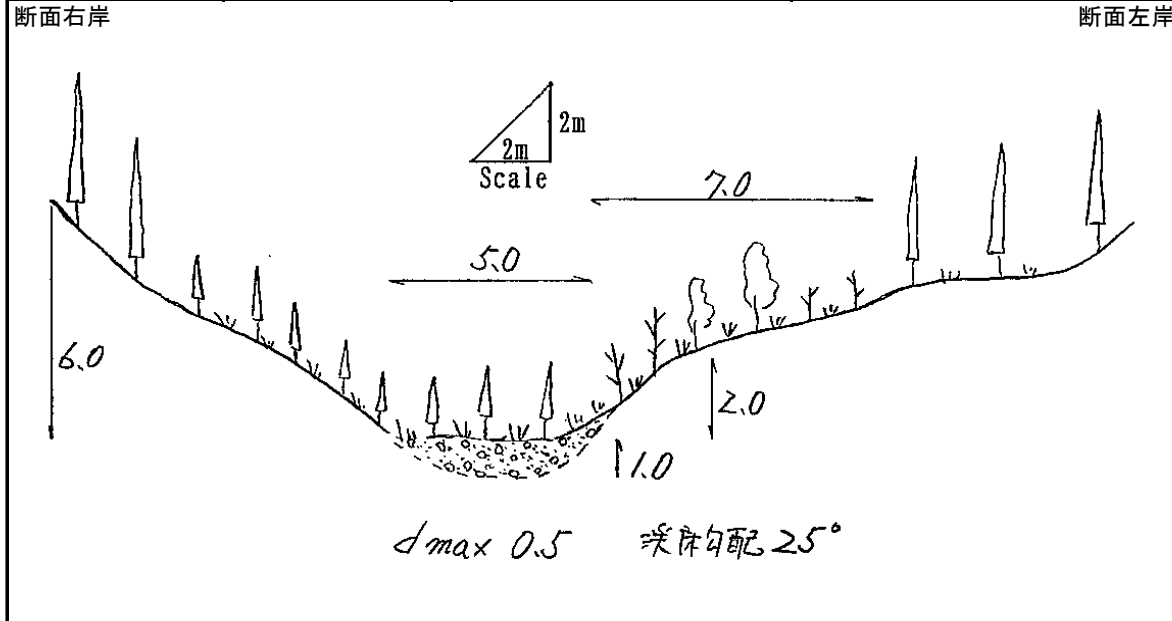
断面右岸 断面左岸



溪床不安定土砂の現地調査票<参考>

(3/4)

溪流名	〇〇川	溪流番号	AA-1	調査地点No.(写真No.)	3(P03)	該当谷次数	0
-----	-----	------	------	----------------	--------	-------	---



単位長さ当りの侵食可能土砂量(Ae)

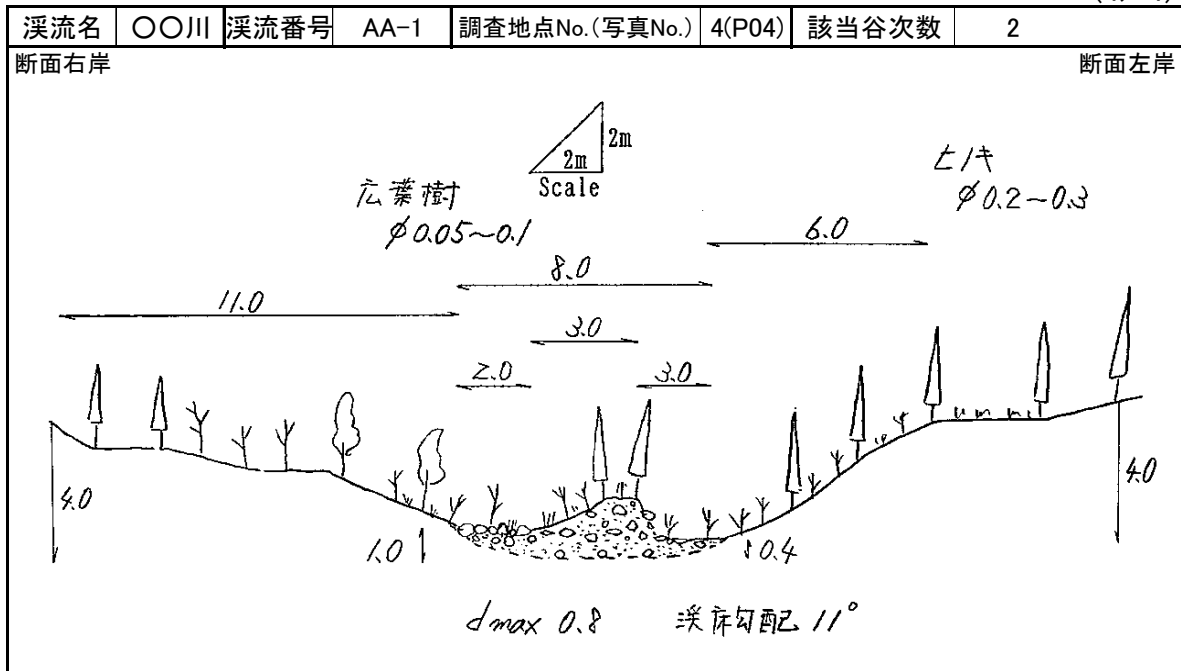
平均侵食深 D_e (m)	1.0	平均侵食幅 B(m)	5.0	$A_e = B \times D_e$ (m^3/m)	5.0
-----------------	-----	------------	-----	----------------------------------	-----

溪流名	〇〇川	溪流番号	AA-1	調査地点No.(写真No.)	3(P03)	該当谷次数	0
-----	-----	------	------	----------------	--------	-------	---



溪床不安定土砂の現地調査票 <参考>

(4/4)



単位長さ当りの侵食可能土砂量 (A_e)

平均侵食深 De (m)	1.0	平均侵食幅 B (m)	8.0	$A_e = B \times De$ (m^3/m)	8.0
----------------	-----	---------------	-----	---------------------------------	-----

溪流名	〇〇川	溪流番号	AA-1	調査地点No.(写真No.)	4(P04)	該当谷次数	2
-----	-----	------	------	----------------	--------	-------	---



3-2 対策施設の調査

対策施設の状況調査は、「溪床状況の調査」において、基準地点から調査を実施する際に、途中に存在する対策施設に関して行う。また、事前に空中写真等で調査された施設についても調査を行う。

【解説】

現地調査により対策施設が確認された場合、その位置を地形図上に記すとともに施設規模、施設周辺の状況（溪床勾配等）の簡易計測（テープなど）を行う。

また銘版などが設置されている場合、施設諸元の調査を行う。特に表 3.3.1 に示す項目のうち、カルテ等に記載されていない項目について現地調査で確認する必要がある。

なお、最新の基礎調査結果または土石流危険溪流カルテにおいて表 3.3.1 に示す項目が既知である場合はそれらを活用する。

表 3.3.1 対策工の調査項目

法律で規定する工種	調査内容						
	工種	項目	記号	単位	精度	カルテに記載されている項目	整理方法
えん堤	砂防えん堤 治山えん堤 など	元河床勾配	i_0	$\tan \theta$	少数第2位	○	
		平常時堆砂勾配	i_1	$\tan \theta$	少数第2位		$i_1 = i_0/2$
		計画堆砂勾配	i_2	$\tan \theta$	少数第2位		$i_2 = 2/3 \cdot i_0$
		有効高	H	m	少数第1位	○	
		未満砂高	ΔH	m	少数第1位	○	
		不透過部高	H_3	m	少数第1位		資料または、測定
		堆砂基礎長	B_0	m	整数	○	
		前のり面勾配 (1:n)	n		少数第1位		
		後のり面勾配 (1:m)	m		少数第1位		
		現況堆砂幅	B_1	m	整数	○	
		不透過部堆砂幅	B_3	m	整数		資料または、測定
		計画堆砂幅	B_2	m	整数	○	
		現況堆砂長	L_0	m	整数	○	
		不透過部堆砂長	L_3	m	整数		$L_3 = 2H_3 / i_0$
		計画堆砂長	L	m	整数	○	$L = 2H / i_0$
		天端幅	b	m	少数第1位		資料または、測定
		侵食深	d	m	少数第1位		「2.2.1 渓床状況の把握」による
		侵食幅	w	m	少数第1位		
		発生抑制量	A_e	m^3/m	少数第1位		
		発生抑制量 (下段は、部分透過型のみ対象)	V_2	m^3	10		$V_2 = A_e \cdot L$
					10		$V_2 = A_e \cdot L_3$
		貯砂量	V	m^3	10		$V = 0.5(B_0 + B_2) H^2 / i_0$
		不透過部貯砂量	V_3	m^3	10		$V = 0.5(B_0 + B_2) H_3^2 / i_0$
		現況堆砂量 (下段は、部分透過型のみ対象)	V_0	m^3	10		$V_0 = 0.25(B_0 + B_1)(H - \Delta H) \times L_0$
					10		$V_0 = 0.25(B_0 + B_1)(H_3 - \Delta H) \times L_0$
		未満砂量	ΔV	m^3	10		$\Delta V = V - V_0$
捕捉量	V_1	m^3	10		透過型 $V_1 = 1.5V$		
			10		不透過型 $V_1 = 0.5V$		
			10		除石前提 $V_1 = \Delta V + 0.5V$		
			10		部分透過型 $V_1 = 1.5V - V_3$		
床固	渓流保全工	渓流保全工延長 (下段は、床固工のみ対象)	L''	m	整数	○	資料または、測定
					整数		$L'' = 2H / i_0$
		元河床勾配 (床固工のみ対象)	i_0	$\tan \theta$	少数第2位	○	資料または、測定
		有効高 (床固工のみ対象)	H	m	少数第1位	○	資料または、測定
		侵食可能断面積	A_e	m^3/m	少数第1位		「2.2.1 渓床状況の把握」による
発生抑制量	V_2	m^3	10		$V_2 = A_e \cdot L''$		
山腹工	山腹工	延長	L'	m	少数第1位	○	資料または、測定
		侵食可能断面積	A_e	m^3/m	少数第1位		「2.2.1 渓床状況の把握」による
		発生抑制量	V_2	m^3	10		$V_2 = A_e \cdot L'$
土石流を 開発区域 外に導流 するための 施設	導流工	(この欄は、調査項目が記載されていない)					

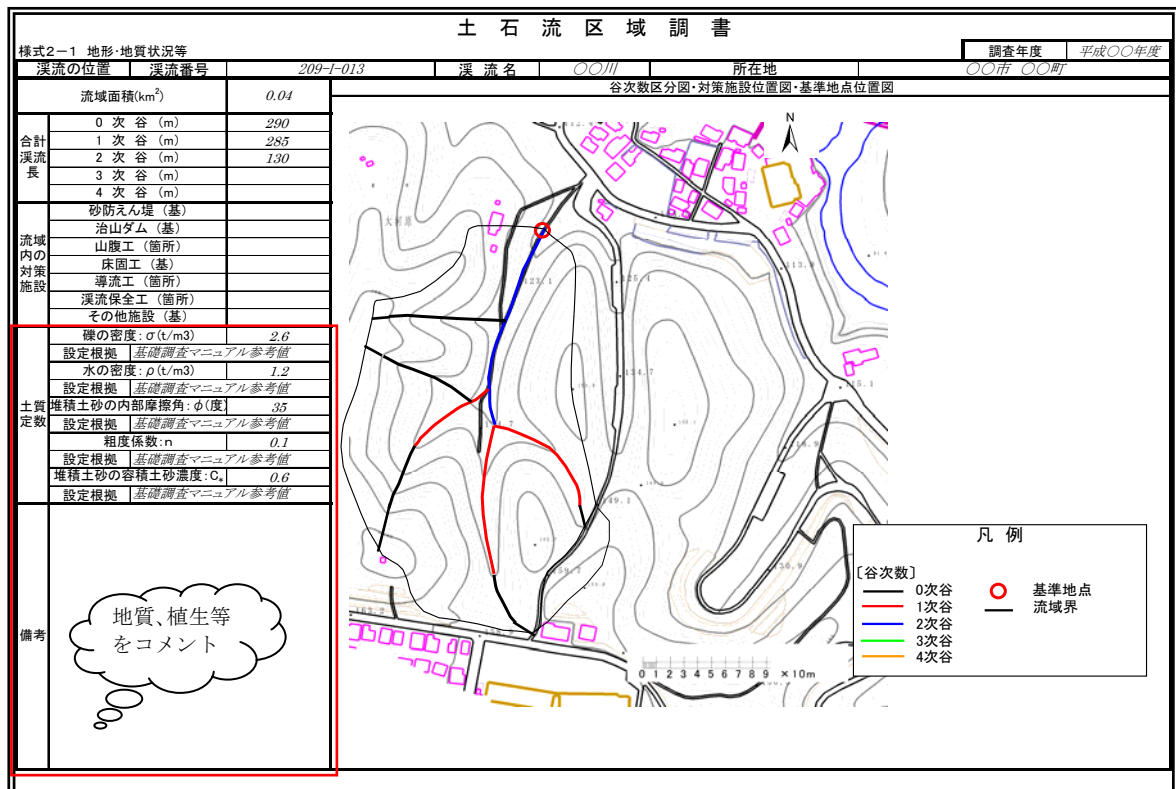
3-3 地質等の調査

地質調査結果の確認では、地質状況の調査を行う。

【解説】

地質調査は、机上調査における表層地質図を十分参考の上、特殊な土質が想定される場合にのみ実施する。地質調査では、特殊な地質を裏付ける現象の痕跡や、露岩を写真撮影する。植生調査として裸地化状況、植生の種類(広葉樹、針葉樹等)、伐採根の状況等を記述する。

参考<区域調査記載例：地質調査結果の調査>



4. 基準地点下流の調査

基準地点下流の調査は「流下方向の調査」、「平面及び横断形状等の調査」、「明らかに土石等が到達しないと認められる区域の調査」を行う。

【解説】

基準地点下流の調査の留意点は以下の通りである。

- ・基準地点から現況河道に沿って下流に向かい調査を行う。
- ・現況河道の現地地形を現地において把握・調査する。
- ・前項までの現地調査で決定した土石流により流下する土石等の量を用いて土石流のピーク流量を机上で算出し、土石流が現況河道を流下するかどうかの判定を行う。
- ・机上で複数設定した土石流の流下方向を、現地状況をふまえて原則として1方向に設定する。
- ・机上で仮設定した危害のおそれのある土地等の区域について、確認・調査を行う。

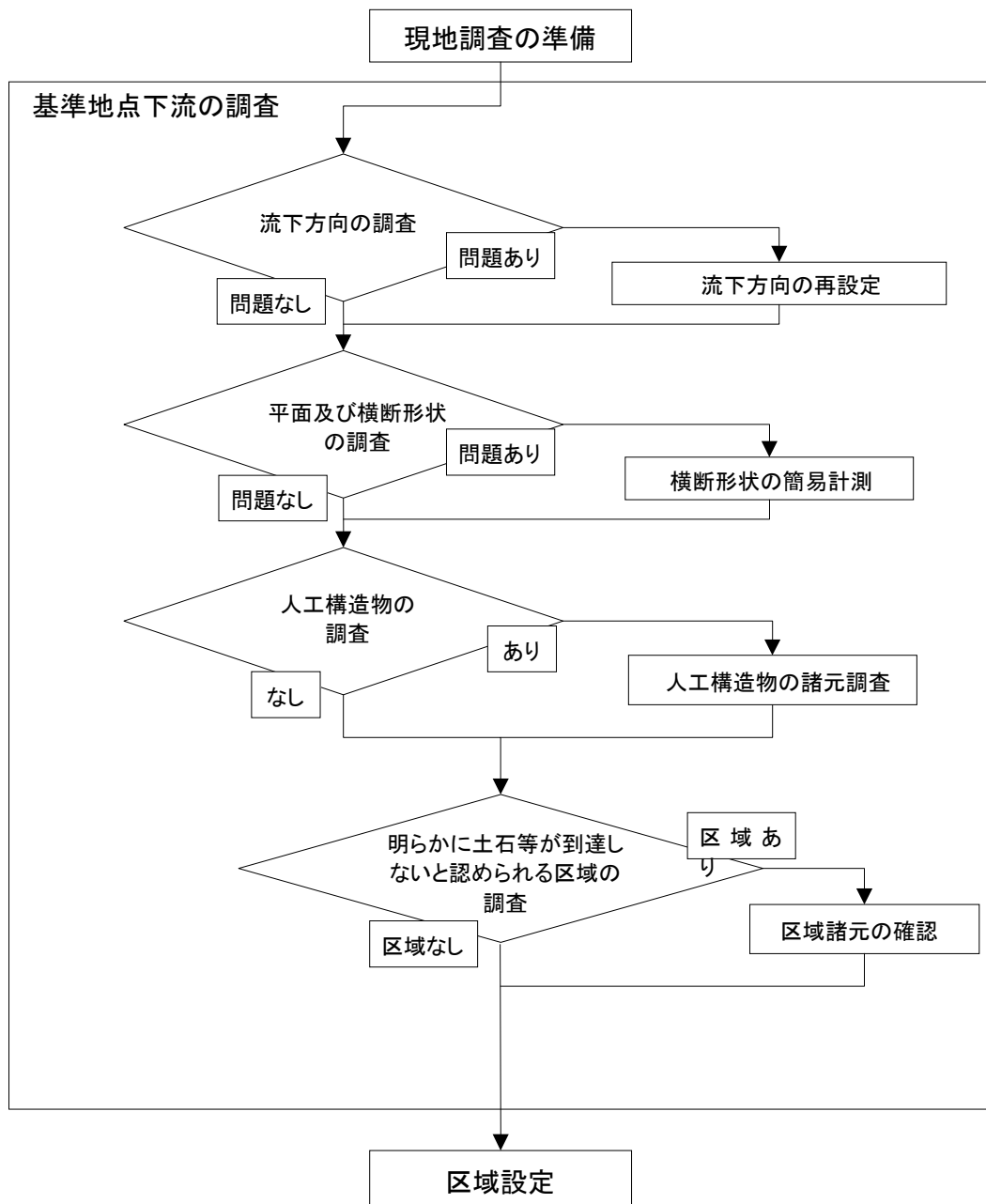


図 3.4.1 基準地点下流の調査フロー

4-1 流下方向の調査

土石流が流下する方向は、溪床の横断形状や周辺の地形との比高、人工構造物の影響などを勘案して設定する。机上調査では想定される方向を複数設定される場合もあるため、現地調査により原則として1方向に設定する。

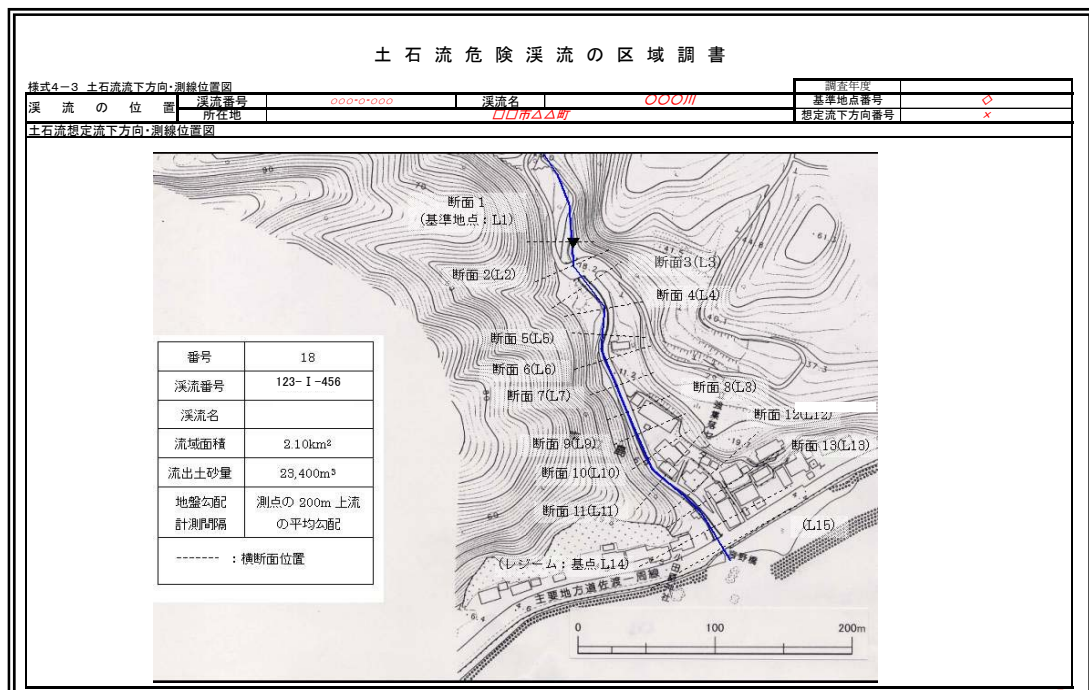
机上調査では、現況河道と現況河道以外（現況流路から土石流が氾濫する場合）等の想定される複数の流下方向を設定する場合が多い。

現況河道以外に土石流が流下すると想定される方向は、溪床の平面形状、土石流の直進性等を考慮して設定する。ただし、現況河道に湾曲部・屈曲部等がなく、土石流が流下する方向が地形的に1方向しか考えられない場合には、現況河道のみとする。

現地調査では現況河道から氾濫し、現況河道以外に流下すると考えられる場合や流下方向を変える可能性がある箇所（人工構造物等）について、砂防技術者が地形条件を判断し、流下方向を1方向に決定する。

基準地点付近から設定した流下方向の写真撮影やスケッチを行う。

<参考 区域調書設定事例：流下方向の設定事例>



4-2 平面及び横断形状の調査

①平面及び横断形状の調査

平面及び横断形状の調査は、現地において設定した土石流の流下方向について、横断形状、屈曲部、狭窄部、断面変化箇所等の平面的な形状を調査し、写真撮影を行うとともに地形図に示す。また、必要に応じてスケッチを行うとともに簡易計測（テープ等）を行う。

②人工構造物の調査

机上調査で確認した人工構造物について比高・規模の調査を行う。また、机上調査で確認されなかった人工構造物についても同様に調査を行う。

人工構造物については土石流の流れに影響を与える構造物について、人工構造物の位置の調査と、溪床からの比高、諸元についての簡易計測を行い、現地の写真を収め地形図に示す。

なお、この調査結果は、「2-3 基準地点下流の設定条件」で検討する「2-3-3 土石流の流下幅の設定」を行う場合に、流下幅の設定を「マニング型」、「レジーム型」のいずれの方法で行うかを判断するための基礎データとなる。



図 3.4.2 土石流の流れに影響を与える人工構造物の例

③地形条件が不明瞭な区域の調査

机上調査による平面図及び空中写真において、地形条件を十分確認できない箇所がある場合に現地調査を行い、平面図及び空中写真に調査事項を記録する。

4-3 明らかに土石等が到達しないと認められる区域の調査

机上設定における設定範囲内で、現地において明らかに土石等が到達しないと予想される土地を調査する。

【解 説】

現地調査において、明らかに土石等が到達しないと予想される土地について確認し、図面上に記載するとともに写真に収め区域設定時の参考の資料とする。

明らかに土石等が到達しないと予想される土地は直上の土石流の高さの計算地点から目視・ハンドレベル等を用いて計算される土石流の高さより高いか低いかを調査する。

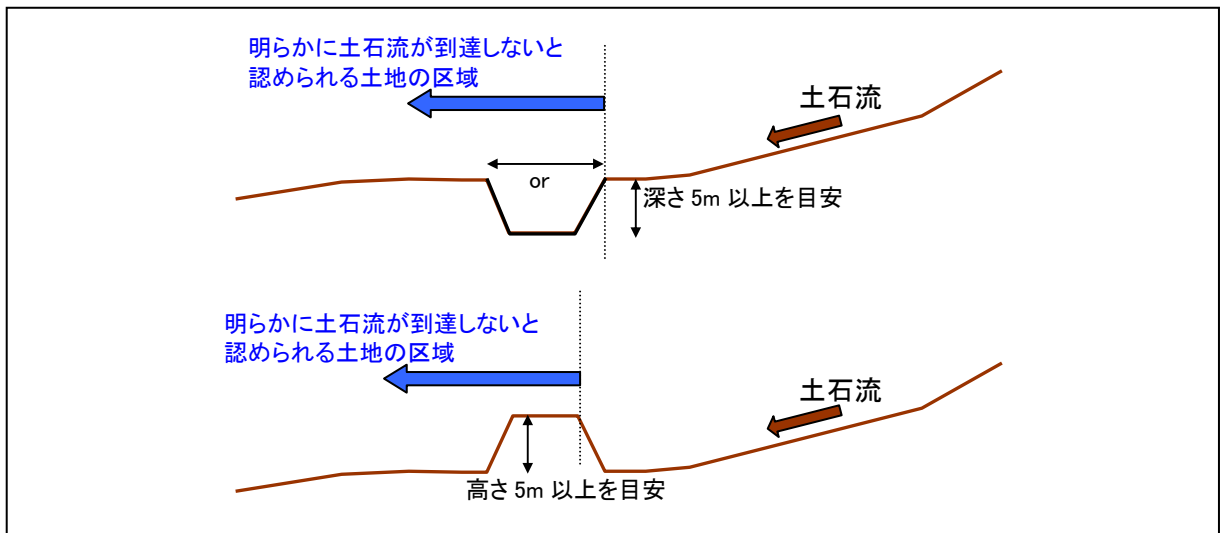


図 3.4.3 明らかに土石等が到達しないと認められる区域の例

5. 現地調査とりまとめ

危害のおそれのある土地等の区域の区域設定の資料として、現地調査結果をとりまとめる。机上調査において作成した資料に、現地調査結果を平面図に記録するとともに、調査表に現地写真及びスケッチ等を整理する。

【解 説】

机上設定における仮設定区域及び現地調査結果を踏まえ、危害のおそれのある土地等の区域についての補足データとして、現地状況、周辺微地形等を調査し、写真撮影を行うとともに、コメントを記載する。特に、地形図から読み取りが困難な地形状況を現地において調査し、写真撮影等を行う。

地形調査では、土石流が到達しうる範囲と、横方向の広がり調査も必要である。

土石流が到達しうる範囲については、机上調査で作成した調査対象箇所位置図で土地の勾配が2°付近における地形の調査を行う。

横方向の広がりについては、溪床と周辺の地形との比高、河岸段丘、人工構造物などを現地にて調査する。

土石流の流下範囲に影響を及ぼすことが想定される地形や構造物について調査し、写真撮影やスケッチ等も行う。

現地調査事項は、平面図及び空中写真、断面スケッチ、現地写真等に整理し、調書にとりまとめる。下表に現地調査における調査項目及びとりまとめ方法を示す。

表 3.5.1 現地調査における調査項目及びとりまとめ方法（案）

調査事項	調査内容	とりまとめ方法（案）
基準地点周辺の調査	基準地点の設定	<ul style="list-style-type: none"> 基準地点周辺の状況を調査し、横断スケッチ作成や写真撮影を行う（周辺の微地形を記載する）。 基準地点上流の谷線（最低河床）を簡易測量した結果を図上に記載し、既成図上の表現と比較する。
基準地点上流の調査	溪床状況の調査	<ul style="list-style-type: none"> 基準地点上流の溪床堆積物断面スケッチを作成
	対策施設の状況調査	<ul style="list-style-type: none"> 対策施設の位置、工種及び諸元等を平面図に記載する。 対策施設の諸元を一覧表に整理する。
基準地点下流の調査	流下方向の調査	<ul style="list-style-type: none"> 設定した流下方向を平面図に記載する。 流下方向の現地写真を添付する。
	平面及び横断形状等の調査	<ul style="list-style-type: none"> 流下方向の屈曲部、狭窄部、断面変化箇所、勾配変化地点等の位置を平面図あるいは空中写真に記載する。 現地において記載した断面スケッチや現地写真を様式等に整理する。
	地形条件が不明瞭な区域の調査	<ul style="list-style-type: none"> 現地において調査した事項を空中写真（または平面図）に記載する。 スケッチや現地写真を添付する。

第4章 区域設定

1. 危害のおそれのある土地の区域の設定

扇状地や起伏の緩やかな土地等においては、土地の勾配 2° 地点が基準地点から数キロ下流側に設定され、対象溪流の流域面積と比較してその数倍の面積の危害のおそれのある土地の区域の範囲が設定されることがある。

また、地形の起伏が複雑かつ変化に富む土地では、放射状に縦断を設定したり、扇状図形を配置することにより機械的に設定した、危害のおそれのある土地の区域の外郭が一部矩形になるなど現地の地形に照らした際に著しく不合理な危害のおそれのある土地の区域の範囲が設定されることがある。

現地調査は、このようなケースに相当する、明らかに適当でない危害のおそれのある土地の区域を修正することを目的に実施する。

修正方法は、現地の地形条件に応じて調査技術者が合理的な手法により定めることとする。なお、調査技術者が定める場合は、その設定根拠を記録して再現性を確保する。

現地調査によって区域設定のための机上調査結果を修正した場合は、必要に応じて「2章の机上調査編」の手順を準用し、「危害のおそれのある土地の区域」を再設定する。

2. 著しい危害のおそれのある土地の区域の設定

①土石流の流下幅

各計算地点の流路断面で机上設定した土石流の流下幅が適当かどうかを現地踏査によって調査し、適当でないことが明らかな土石流の流下幅を修正する。

土石流の流下幅の修正にあたっては、土石流が流下する土地の地形条件を考慮した上で、流れの連続性を考慮した流下幅を設定する。

具体的には、流路断面ごとに算定済みの土石流の流速、土石流の高さ、土石流のピーク流量の諸元を参考に、土石流の流れの連続性が現地に照らして合理的なものとする。なお、土石流の流下幅を修正した場合は、その根拠を記録して再現性を確保する。

②明らかに土石等が到達しないと認められる区域

机上設定による当該区域の漏れがないか、机上計測による当該区域の計測ミスがないかを現地において照合し、不具合のないものとする。

③著しい危害のおそれのある土地の区域の設定

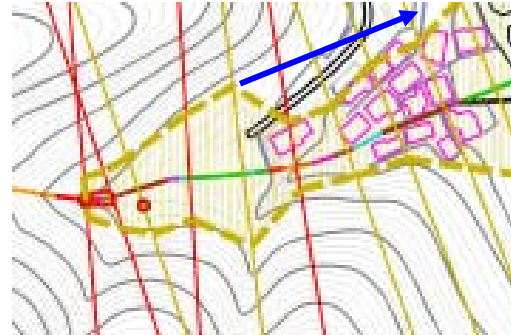
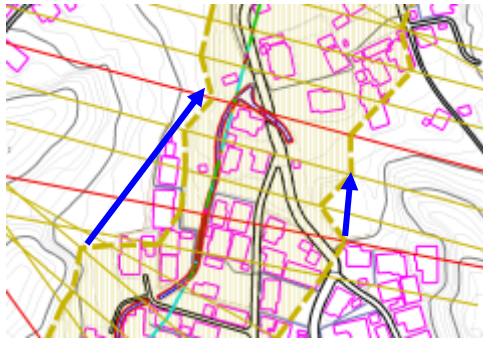
現地踏査によって区域設定のための机上の調査結果を修正した場合は、必要に応じて2章の手順を準用し、「著しい危害のおそれのある土地の区域」を再設定する。

3. 共通の注意事項

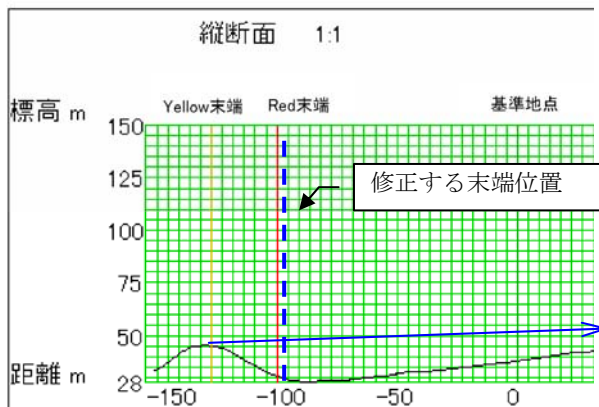
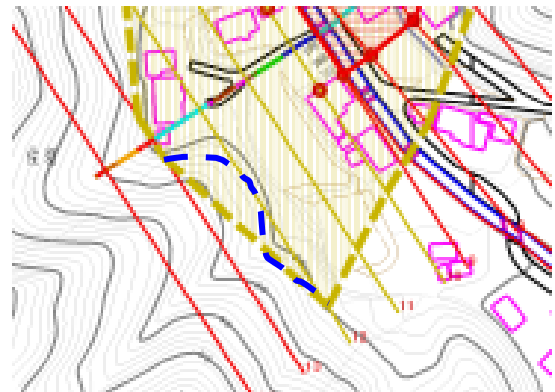
- ・ 危害のおそれのある土地の区域末端より下流には、著しい危害のおそれのある土地の区域を設定しない。
- ・ 横断方向で危害のおそれのある土地の区域を越えて著しい危害のおそれのある土地の区域が設定されるときには、危害のおそれのある土地の区域を著しい危害のおそれのある土地の区域まで拡張する。

【参考】

(1) 横断方向で比高5mにより規制されても縦断的に上流から土石流が到達する可能性がある場合にはイエローゾーンを補完する。下図の青矢印とイエロー境界間の白地はイエローゾーンとなる。



(2) 縦断方向で末端が対岸に乗り上げるような場合、中心線の最低標高測線から比高5mの地点でイエローゾーンをカットする。(下図の青波線)

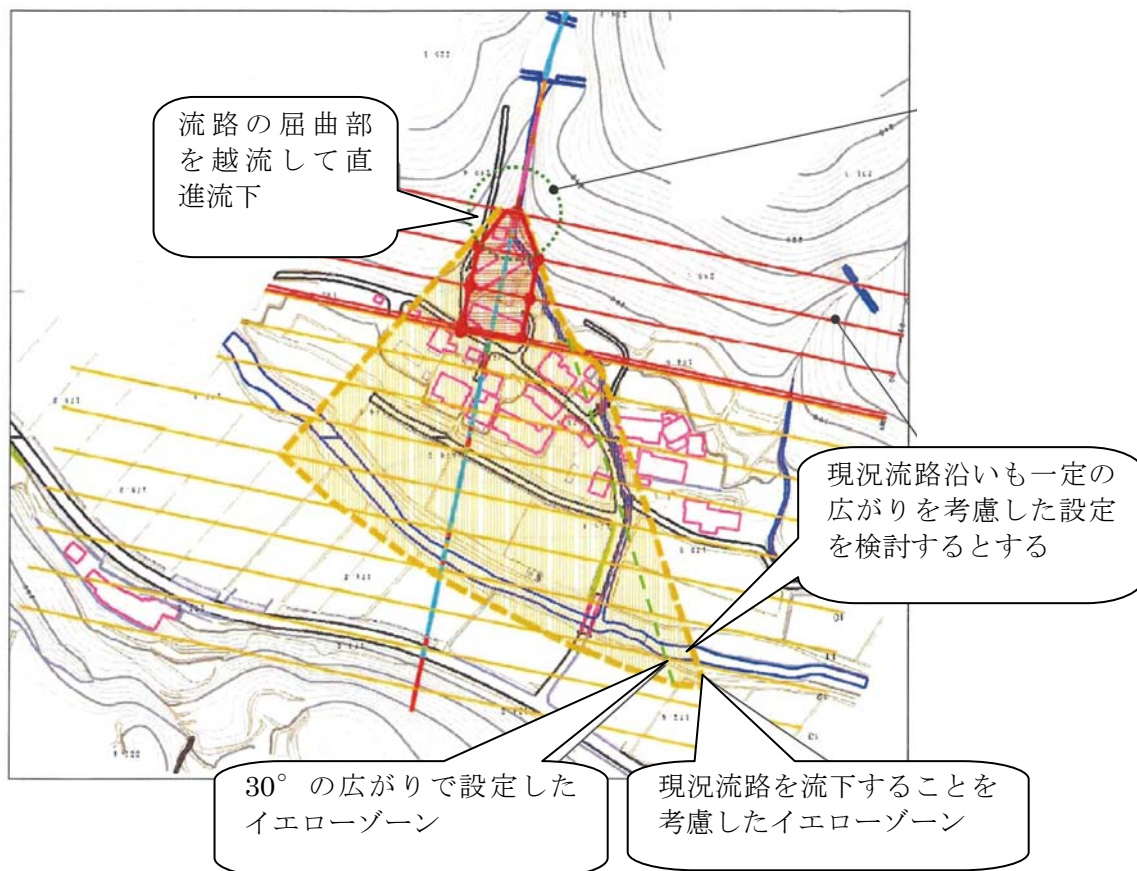


区域設定支援システムの上流区間勾配2度の判断は、上下左図のような対岸乗り上げ時の勾配（青矢印の勾配）を計測している場合があるので注意する。この場合、2度が停止位置ではなく、中心線の最低標高測線から比高5mの地点でイエローゾーンをカットする。

(3) 末端が河川等で規制される場合の設定は陸地部分をトレースするように設定する。

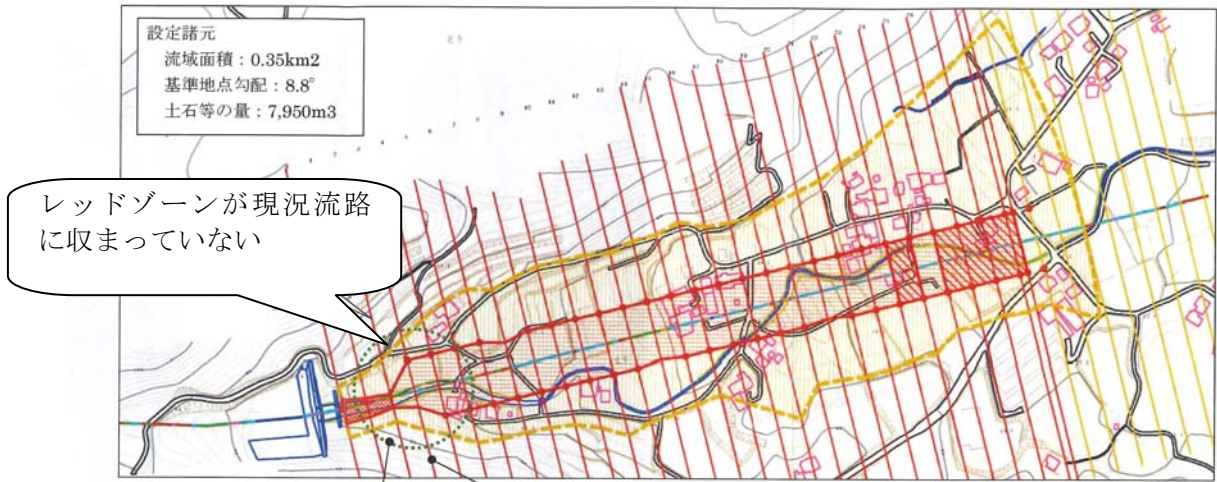


(4) 現況流路の規模、本川の勾配、屈曲部等の状況、下流の平地の有無等から総合的に判断して、最も流下の可能性の高い一方向を設定する。



(5) レッドゾーンが現況流路の断面に収まっていない場合、直進性を重視する検討が必要である。

- ・ 現況流路の湾曲・屈曲部の比高が小さい場合
- ・ 流下方向の勾配が急な場合



(6) 以下の場合、谷地形の中心を流下させる検討が必要である。

- ・ 流路の蛇行箇所が多い場合
- ・ 谷底平野地形の場合

ただし、谷地形の中心に逆勾配となる盛土等があり、そこで2°未満となる場合には流路沿いに流下させることを検討する。



(7) 本川への合流角度が鋭角に近い場合でも現況流路沿いに流下する検討が必要である。

- ・ 流路を乗り越えて直進させた場合に氾濫する平坦な土地がない場合
- ・ 本川の河床勾配の影響を受ける場合

