

日本土砂災害防止相關基礎 調查手冊導讀(土石流編)



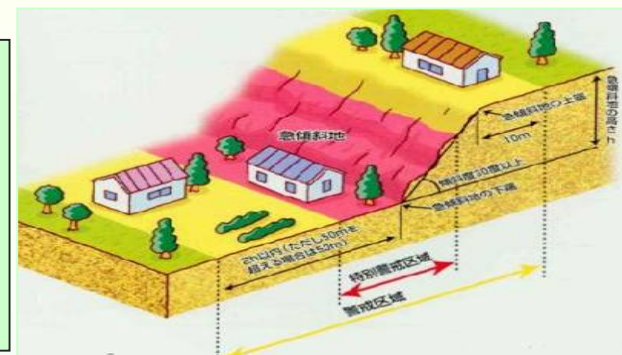
水土保持局技術研究發展小組
副總工程司 陳振宇

2017/06/27

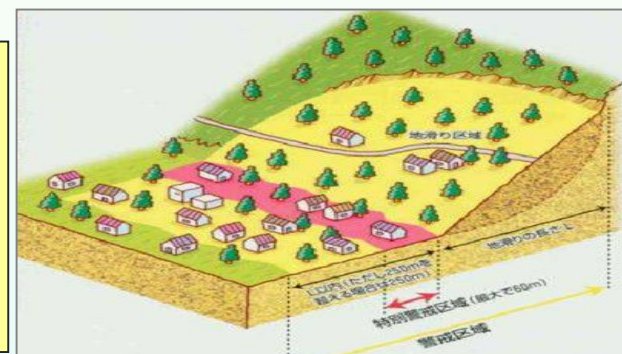
■現況與問題

- ✓ 坡地土砂災害包含：崩塌、地滑、土石流
- ✓ 目前僅有土石流已建立相關災害管理機制，與災害潛勢區域之劃設手冊(土石流潛勢溪流劃設作業手冊)
- ✓ 如要擴及至所有的坡地土砂災害，中央與地方如何分工？
- ✓ 國土計畫法之國土保育地區(第一類、第二類)後續如何劃設？如何管理？

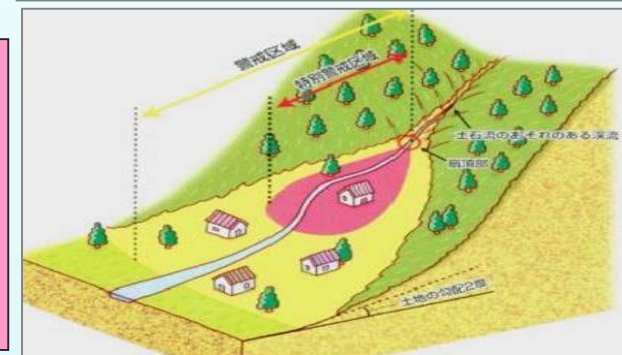
急傾斜地
崩塌災害
(約佔63%)



地滑災害
(約佔17%)



土石流災害
(約佔20%)



是否先可參考日本土砂災害防止法の作法？



日本土砂災害防止法對於災害潛勢區之管制作為

1999年廣島土砂災後，2000年頒布實施

土砂災害防止法※とは、土砂災害から国民の生命を守るため、土砂災害のおそれのある区域について危険の周知、警戒避難態勢の整備、住宅等の新規立地の抑制、既存住宅の移転促進等のソフト対策を推進しようとするものです。

※正式名称「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」

土砂災害防止対策基本指針の作成 [国土交通省]

- ・土砂災害防止対策の基本的事項
- ・基礎調査の実施指針
- ・土砂災害警戒区域等の指定指針 等



基礎調査の実施 [都道府県]

- ・区域指定及び土砂災害防止対策に必要な調査を実施



土砂災害警戒区域の指定 [都道府県] (土砂災害のおそれがある区域)

- 情報伝達、警戒避難体制等の整備 [市町村等]

土砂災害特別警戒区域の指定 [都道府県] (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じるおそれがある区域)

- 特定開発行為に対する許可制
対象：住宅宅地分譲、災害時要援護者関連施設のための開発行為
- 建築物の構造規制
- 建築物の移転等の勧告

基礎調査の実施

溪流や斜面など土砂災害により被害を受けるおそれのある区域の地形、地質、土地利用状況について調査



区域の指定

基礎調査に基づき、土砂災害のおそれのある区域等を指定

<警戒避難体制>

- ・市町村地域防災計画 (災害対策基本法)

<建築物の構造規制>

- ・居室を有する建築物の構造耐力に関する基準の設定 (建築基準法)

<移転支援>

- ・住宅金融支援機構融資等

於土砂災害特別警戒区域内興建自用住宅不屬於須申請「特定開發行為許可」的範圍，但須滿足相關建物構造規範

政府盡到完整資訊揭露的義務，至於要不要蓋「自用住宅」是民眾的權利

土砂災害防止に関する基礎調査マニュアル
(案)

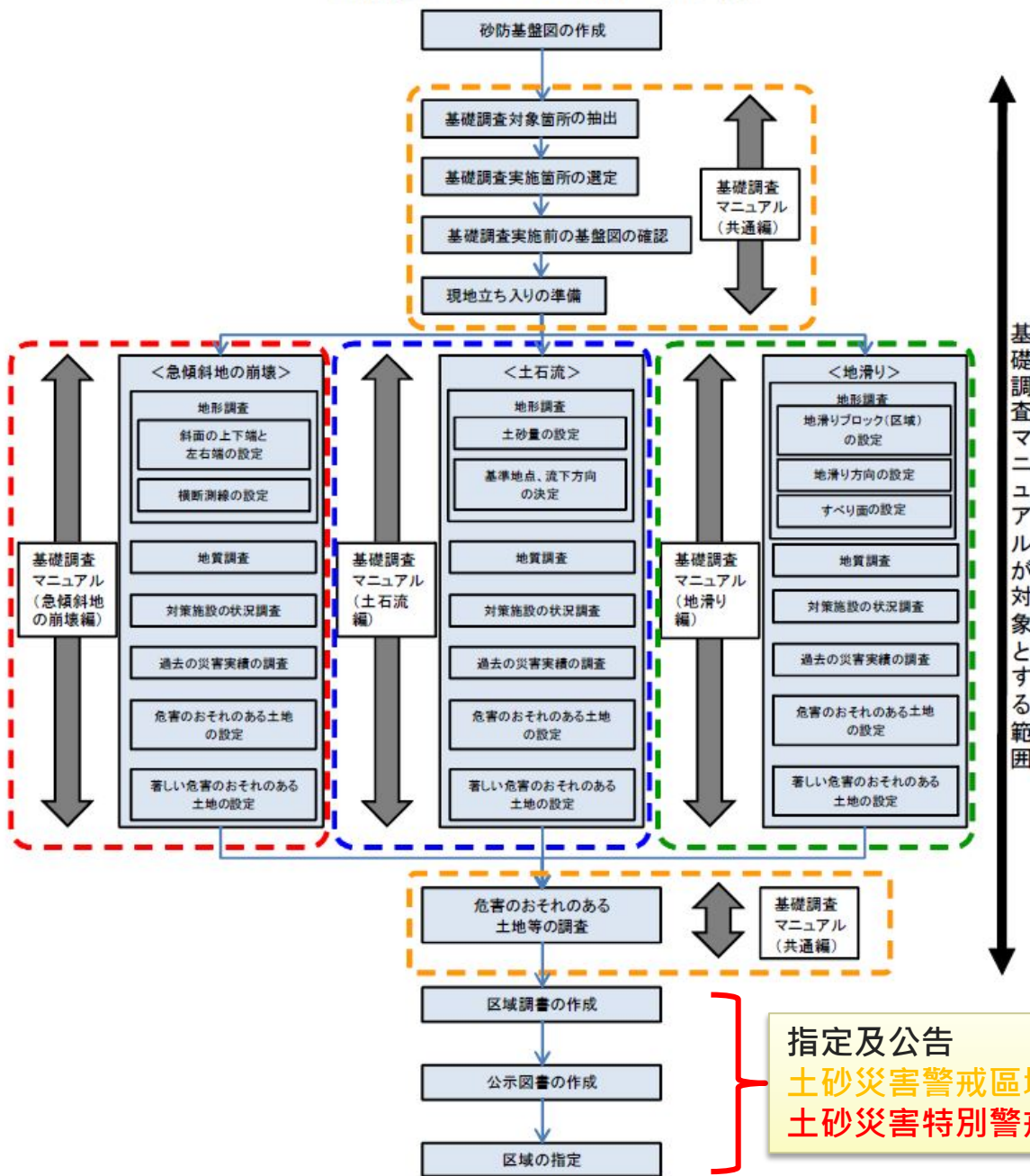
(共通編)

平成 27年 3月 (改訂)
(2015年)

岩手県県土整備部砂防災害課

- 基礎調査工作依法**大約每5年****需進行一次**，為使調查結果具有一致性，各都道府縣多依據國土交通省公布之規範訂有相關作業手冊。
- 例如岩手縣即訂有「土砂災害防止相關基礎調查手冊」，並分為「**共通編、崩塌編、土石流編、地滑編**」共四冊，內容完整詳實，可供國內建立相關調查手冊參考。

共通編已於 2017/3/14導讀，詳
<http://tech.swcb.gov.tw/page3-3.php>



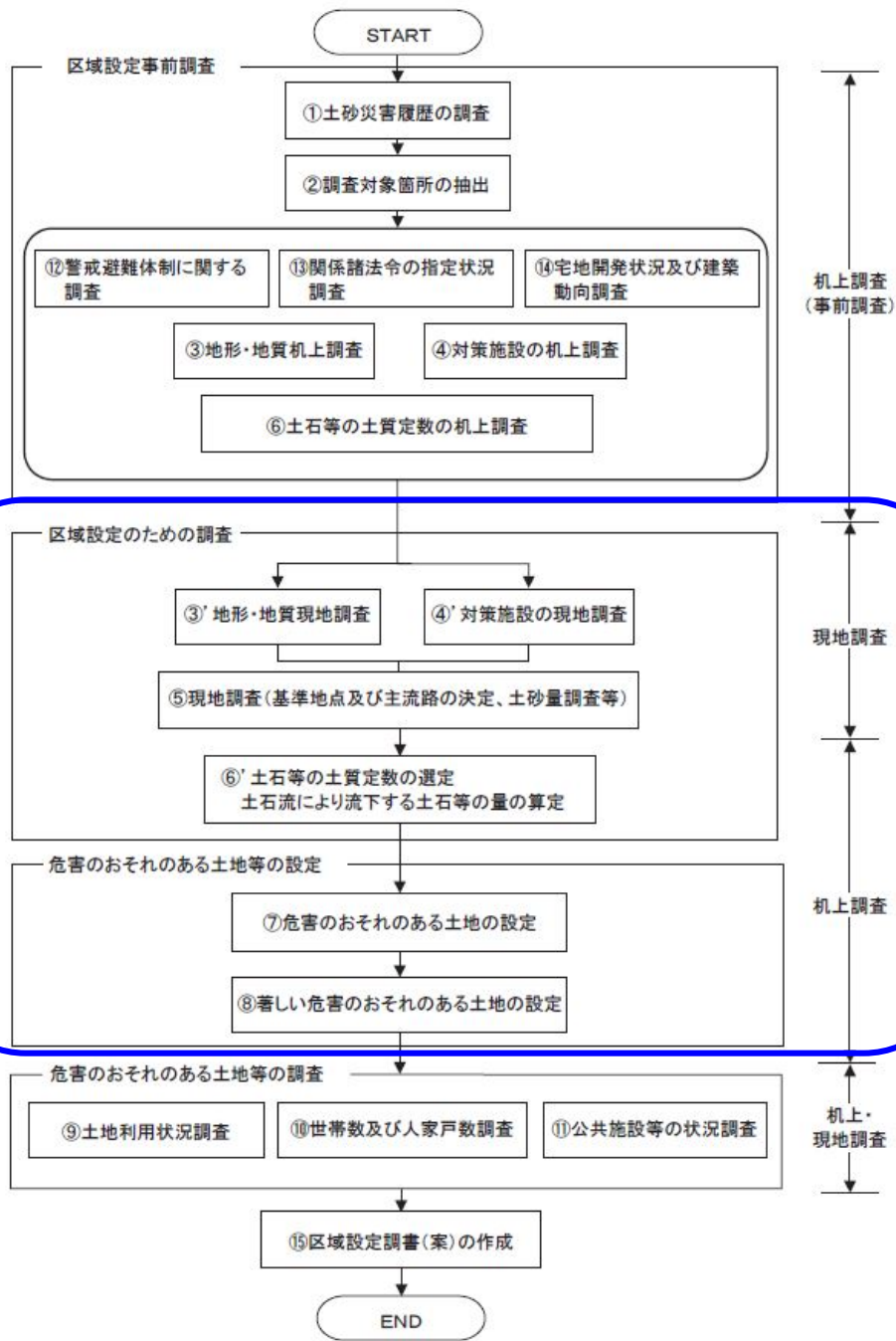
- ✓ 共通編
- ✓ 崩壊編
- ✓ 土石流編
- ✓ 地滑り編

- ✓ 危害のおそれのある土地→災害潜勢区→黄区
- ✓ 著しい危害のおそれのある土地→重大災害潜勢区→紅区

指定及公告

土砂災害警戒区域(黄区)

土砂災害特別警戒区域(紅区)



■土石流災害潛勢基礎調査 流程

參共通編

本編内容

參共通編



Outline

1.地形調查

2.地質調查

3.防治工程現況調查

4.土砂災害歷史調查

5.土石流災害潛勢地區劃定方式

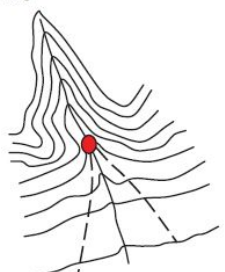
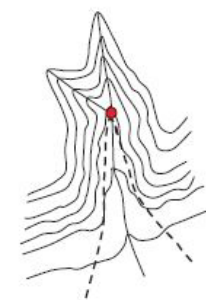
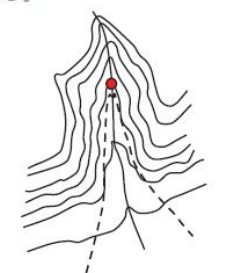
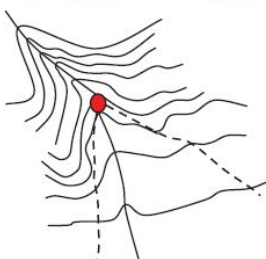
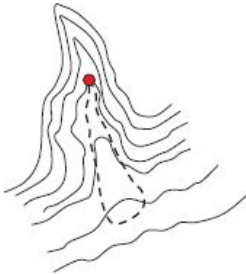
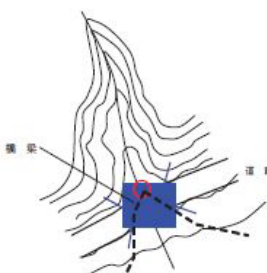


1.地形調查

- 1.1 溢流點 (基準地点)設定方式
- 1.2 溢流點上游調查項目
- 1.3 溢流點下游調查項目

1.1 溢流點 (基準地点)設定方式

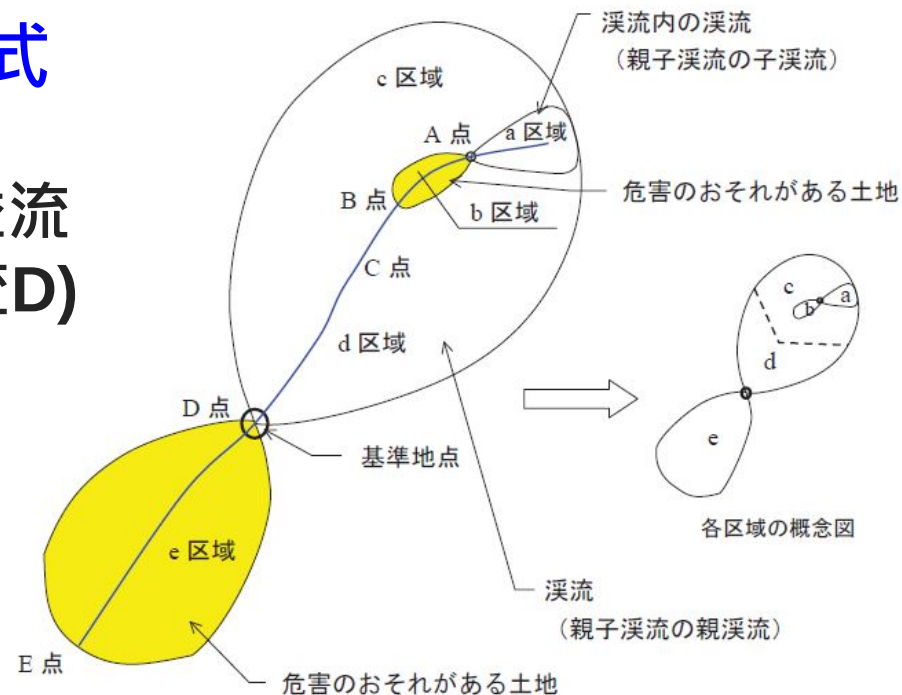
■ 溢流點設定須考量地形條件、保全對象位置、未來土地開發等因素

①谷出口：谷地形が開けて、谷幅が広がる地点 土石流が堆積を開始する条件は、川幅が上流に対して3倍以上広がることが目安となる。 	②扇頂部：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 扇状地の形成過程上、既往の土砂堆積開始点に該当する。 	⑤支川合流点：支川が本川に合流する地点 土石流の堆積が始まる可能性がある。 	⑥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 土石流が堆積を開始する条件は、川幅3倍以上が目安となる。 
③勾配変化点：溪床勾配が急勾配区間から急激に緩くなる地点 土石流が堆積を開始する条件は、上下流の河床勾配変化が角度で1/2以下が目安となる。 	④屈曲部：河道の屈曲部（土石流の直進性により外湾側に氾濫） 流路幅 b と曲率半径 r の比 r/b が10未満となる地点では、後続流によるせり上がりのため氾濫が生じやすい。特に中心角 θ が 30° 以上ではこの傾向が強い。 	⑦土石流氾濫実績：過去の土石流が氾濫し始めた地点 	⑧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制限される地点溪床の構造物 流木等により閉塞した場合も氾濫開始点となる。 

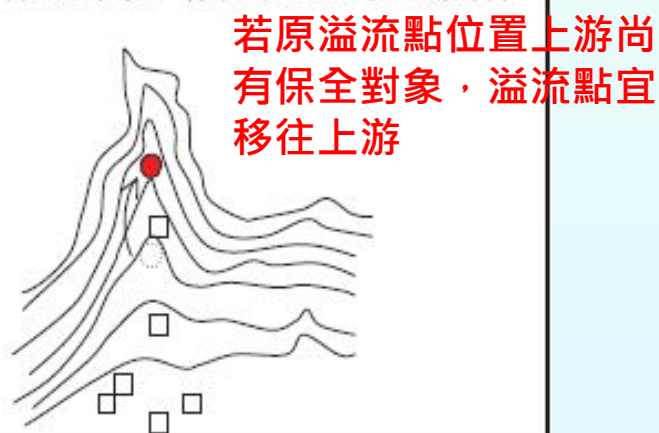
常見溢流點位置

1.1 溢流點 (基準地点)設定方式

- 因溪床坡度可能有多段變化，故溢流點可能不止一處(子溪流A，親溪流D)
- 影響範圍二處(b, c区域)
- 影響範圍邊界為坡度2°處



参考：保全対象の存在範囲よりも上流側に基準地点を設定した例（基準地点よりも上流側に保全対象が存在するような場合）



若原溢流點位置上游尚有保全對象，溢流點宜移往上游

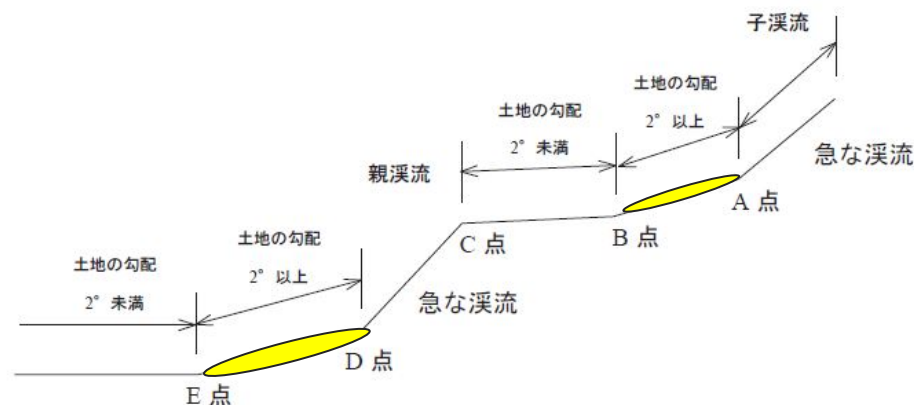


図 1.1 親子溪流概念図

1.2 溢流點上游調查項目

1.2.1 溪床坡度

- 原則採以溢流點起算上游200m間的平均坡度
- 如流路未滿200m，則取最上游邊界處為準
- 如200m內有防砂壩等形成高差時，則採無構造物時之原溪床地形計算

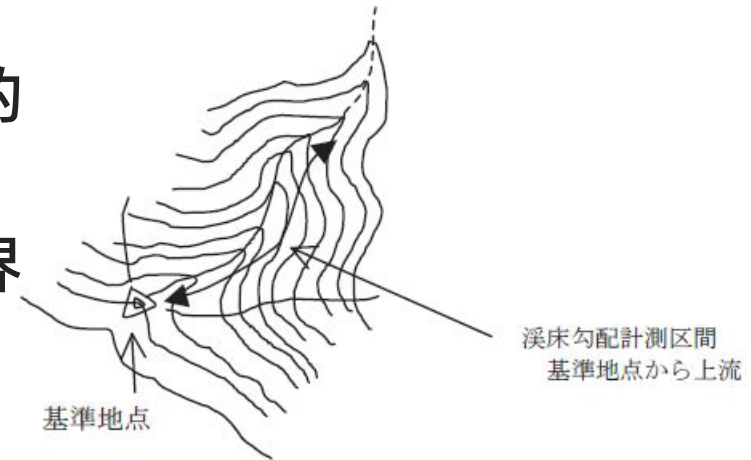


図 1.2 溪床勾配の計測区間

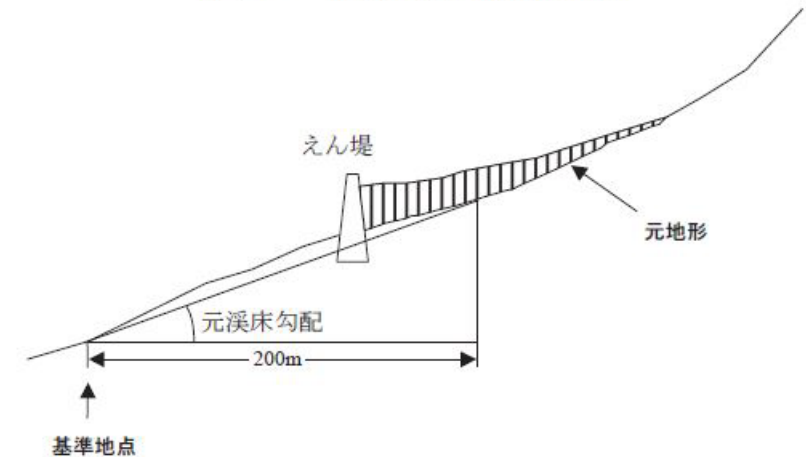


図 1.3 基準地点から 200m の地点内にえん堤等落差のある構造物がある場合

1.2 溢流點上游調查項目

1.2.2 流域面積

- **流域面積**定義為**溢流點上游之集水區面積**
- 但若流域面積小於 0.01 km^2 (1公頃)者，以1公頃計
- 注意：此處所稱的**流域面積**與共通編中「溪流抽出階段」之**溪流面積**定義不同
- 計算時，原則採用1/2500砂防基盤圖為主，如無，亦可採1/2500都市計畫圖，並以 km^2 為單位(小數點第3位4捨5入)

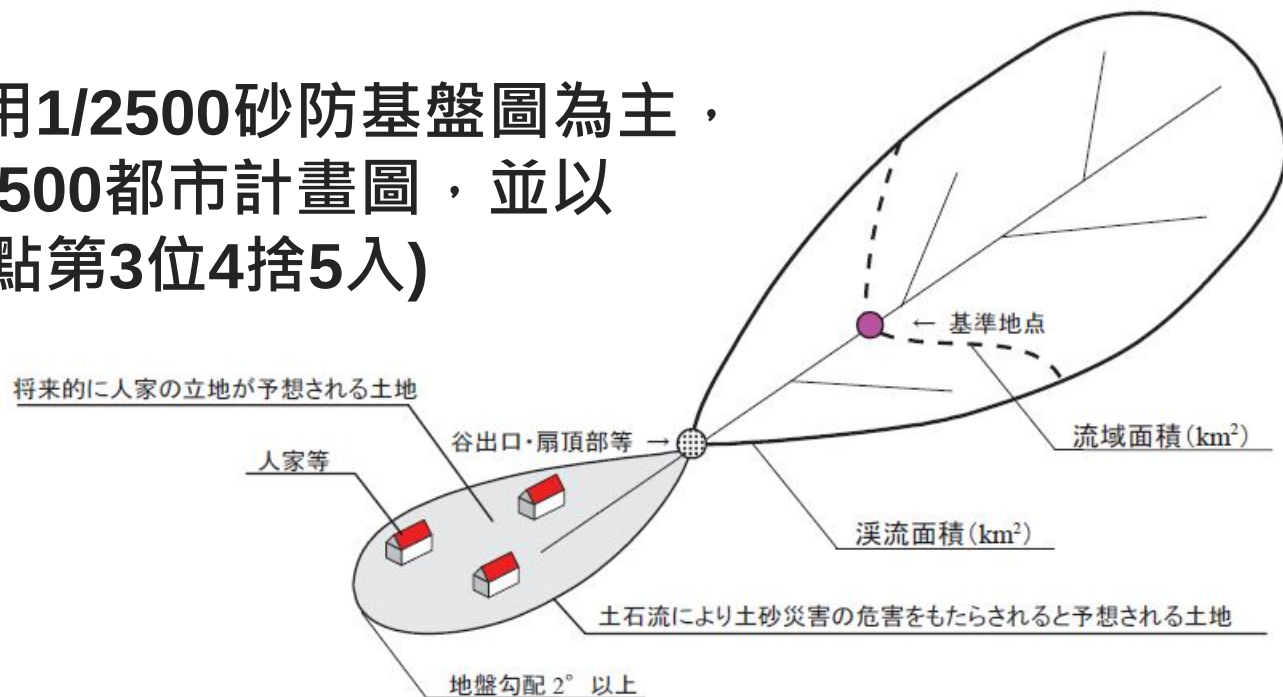


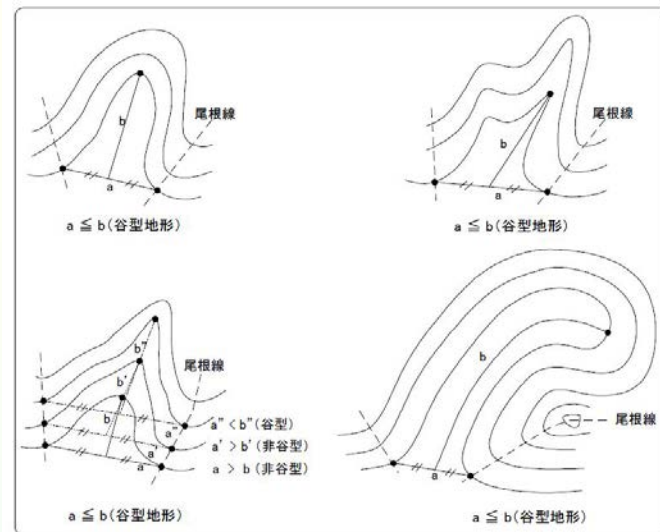
図 1.4 流域面積



1.2 溢流點上游調査項目

1.2.3 谷次數區分(河川級序, stream order)

- 谷次數區分圖為計算可能侵食土砂量之基礎資料, 1次谷之定義詳共通編1.1節(如右圖)
- 0次谷定義為1次谷上游非谷型地形之侵蝕溝
- 相同谷次數合流後, 其下游谷次數+1
- 谷次數區分原則以1/25,000地形圖為主
- 優先採用1/25,000砂防基盤圖(等高距10m)

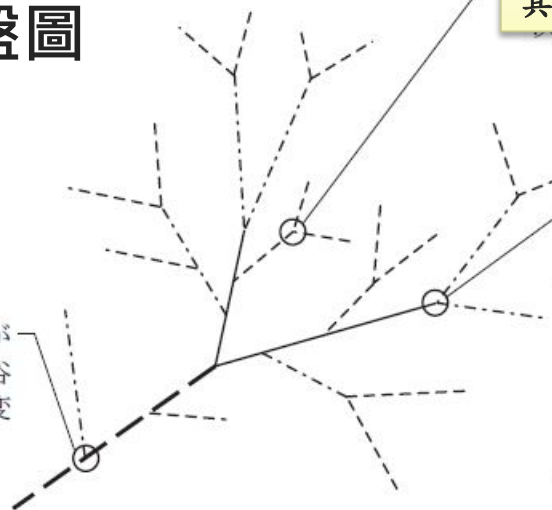


図Ⅲ-1-3 谷型地形の判定方法

若0次谷合流後, 其下游仍無谷地形, 則其下游仍訂為0次谷

1次以上で同次数の谷が合流した場合、その下流は「n+1」次谷となる。
(この例の場合は1次谷+1次谷→2次谷)

より下位の次数の谷が合流しても、高位の谷次数のままで次数は変わらない。



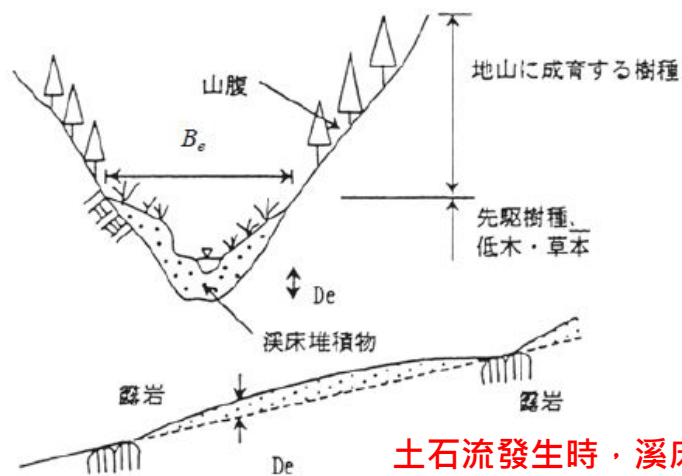
- : 0次谷
- . - . : 1次谷
- : 2次谷
- — : 3次谷

図 1.5 谷次数区分の手法

1.2 溢流點上游調查項目

1.2.4 溪床不安定土砂調査

- 原則以5年內的資料為主，如近5年有較大雨場預期溪床可能變化時仍需重新調查
- 採用1/2500砂防基盤圖為主
- 溪床侵蝕寬度 B_e 判斷法如右圖
- 侵蝕流路長 L_e 以圖上判斷為主

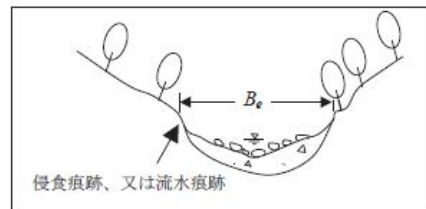


土石流發生時，溪床上可能被刷深的土石堆積物

図 1.7 溪床不安定土砂概念図

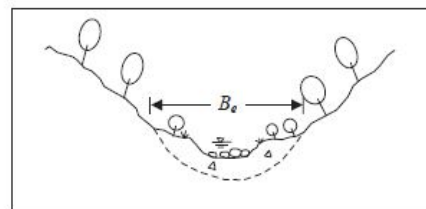
(a) 侵食痕跡、流水痕跡

侵食痕跡・流下痕跡の確認できる場合は、その範囲を堆積幅と判断する。



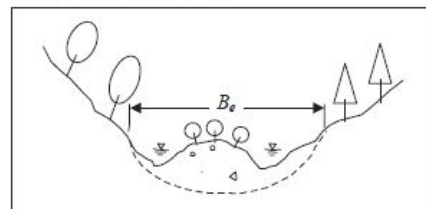
(b) 溪岸の植生（先駆樹種、低木、草本）

高木類に挟まれた低木類・草本類等の植生の範囲を堆積幅と判断する。



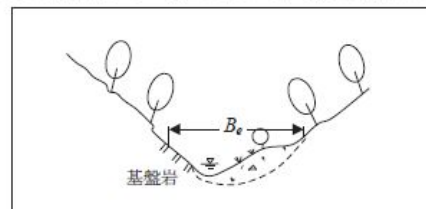
(c) 過去の土石流堆積物(1)

堆積構造や植生から土石流堆積物と判断される土砂の堆積範囲を堆積幅とする。



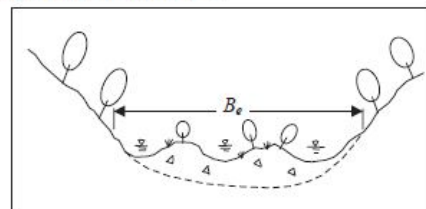
(d) 過去の土石流堆積物(2)

溪岸部等が露岩しており、土石等の流下痕跡が確認できる場合は、その範囲を含めて堆積幅と判断する。



(e) 過去の土石流堆積物(3)

堆積構造や植生から土石流堆積物と判断される土砂の堆積範囲を堆積幅とする。



(f) 溪岸崩壊のある場合

溪岸部に崩壊がある場合は、その渓流区間においては崩壊土砂を含めた範囲を堆積幅と判断する。

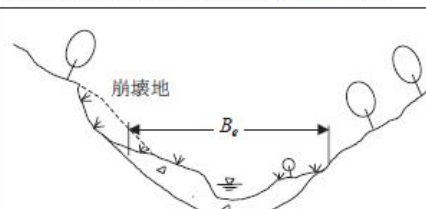
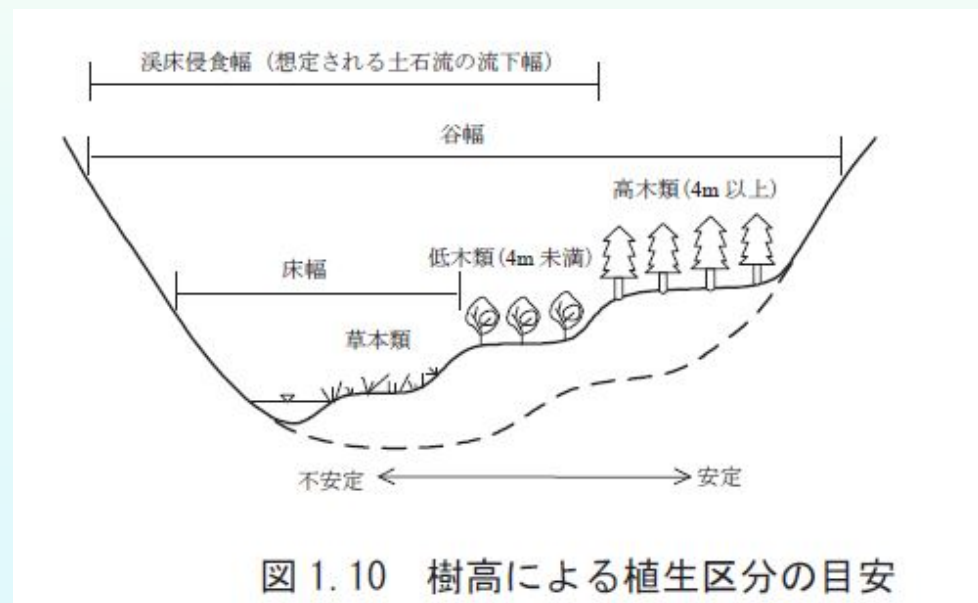
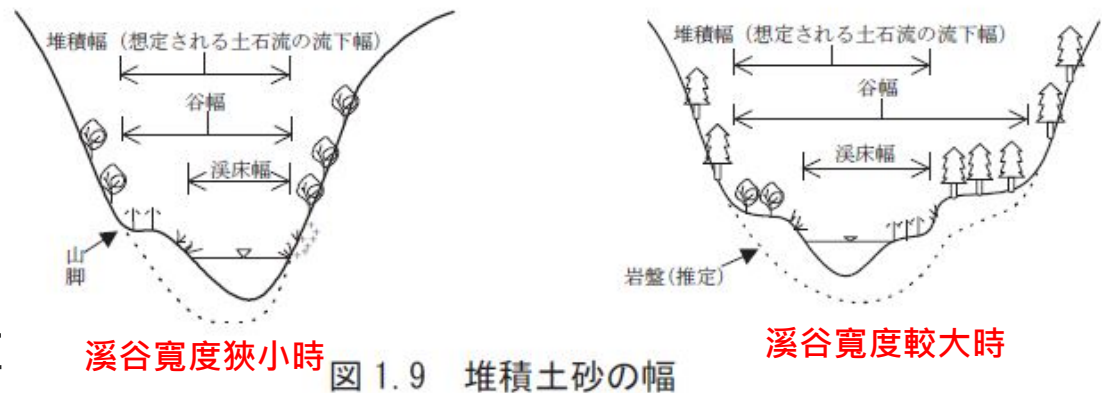


図 1.8 溪床状況の参考例

1.2 溢流點上游調查項目

1.2.4 溪床不安定土砂調查

- 溪床侵蝕寬度 B_e 亦可由堆積幅(即土石流流動寬)判斷
- 平均侵蝕深度 D_e ，依過去災例估約為0.5~3m，但需考量現地岩盤露出狀況或依現地施工時開挖資料判斷
- 堆積土砂上之植生(4m)亦可作為判斷依據
- 可採取樣調查法(須有監督規範)，並依地質分類



1.2 溢流點上游調查項目

1.2.5 可能侵蝕土砂量之計算

侵食可能土砂量 (V_e) は、以下の式で算出する。

図 1.11 に溪床不安定土砂量 (A_e) を図解する。

$$V_e = \sum_{i=0}^n (A_e \times L_e)_i$$

ここで、

$A_e = B' \times D_e$ = 溪床不安定土砂量 (単位長さ当りの侵食可能土砂量) (m^3/m)

B' : 侵食幅 (m)

D_e : 平均侵食深 (m)

L_e : A_e を適用する i 谷次数区間の延長 (m)

■ 計算結果以 10m^3 為單位

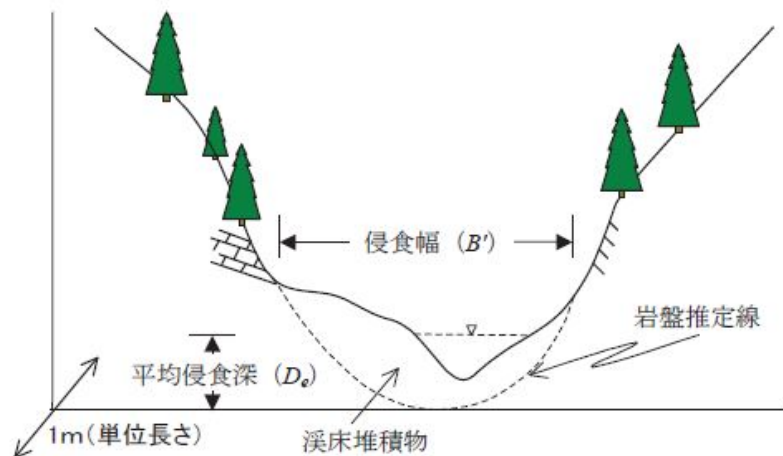


図 1.11 単位長さ当りの侵食可能土砂量の模式図

1.3 溢流點下游調查項目

1.3.1 土石流流出方向設定

表 1.2 現況河道から土石流が氾濫する場合の着目点

直進性を留意する項目	着目点	内容
現況河道の流下能力の有無	①流下断面での流下能力	流下断面での流量計算を行い、土石流の本体部が流路沿いに流下する可能性を判断する。
	②屈曲度合	屈曲部において、屈曲度合が大きいほど流路を外れる可能性が高くなる。
	③狭窄部	屈曲部において、狭窄部がある場合、流路を外れる可能性が高くなる。
	④土石流の流速	屈曲部において、土石流の流速が速いほど流路を外れる可能性が高くなる。
	⑤曲率半径	屈曲部において、曲率半径が小さいほど流路を外れる可能性が高くなる。
	⑥比高	屈曲部において、比高が小さいほど流路を外れる可能性が高くなる。
	⑦縦断勾配の変化	屈曲部において、縦断勾配変化が大きいほど流路を外れる可能性が高くなる。
	⑧流路岸の勾配	屈曲部において、流路岸の勾配が緩いほど流路を外れる可能性が高くなる。
	⑨現況河道の粗度の変化	屈曲部において、粗度が上流より大きくなると流路を外れる可能性が高くなる。
屈曲部における直進性の有無	⑩現況河道の線形	人工構造物を乗り越えて流下した先に現況河道がない場合には、土石流が人工構造物から下流へ直進する。

■ 河道彎曲度大者，易偏離流路

■ 河道粗糙度比上游大者，易偏離流路

■ 人工構造物流出點以下無流道者，假設土石流直線流出

1.3 溢流點下游調查項目

1.3.2 溢流點下游土地坡度

- 採用1/2500砂防基盤圖訂定，配合現地調查
- 土石流停止流動點訂在坡度 2° 處
- 單位取到小數點下1位

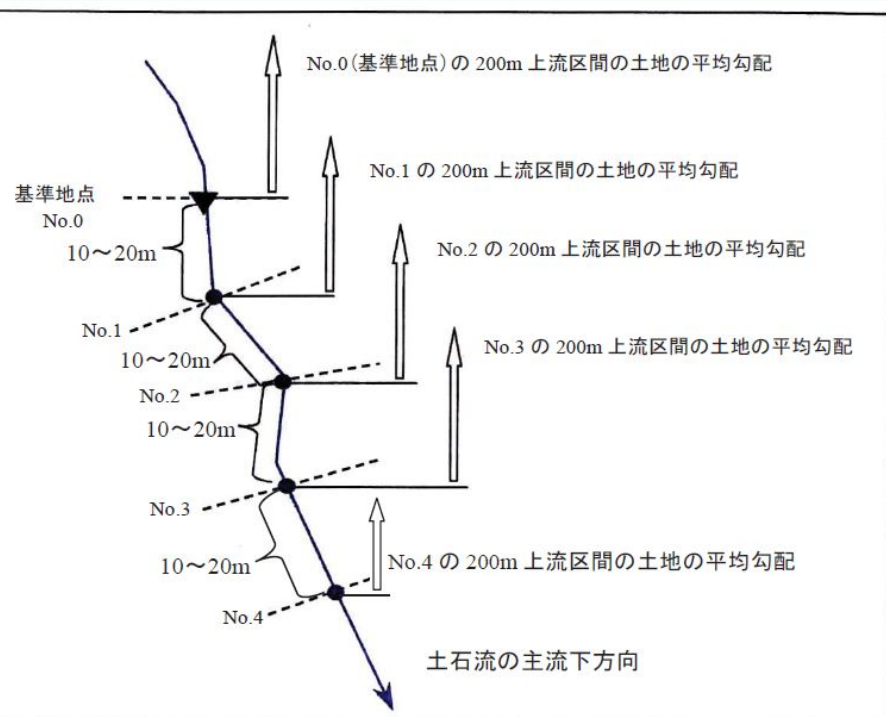


図 1.13 土地の勾配 (θ) 計測方法概念図 (平面図)

θ は、原則として土石等の量を算定する地点 (測線) から上流 200m 区間 (水平距離) の平均勾配とする。ただし、測線から上流 200m の区間勾配が取れない場合は、当該測線から上流 100~200m までの区間勾配を用いて算出してもよい。

- 測線No.3之坡度即為自該點向上游200m之平均坡度

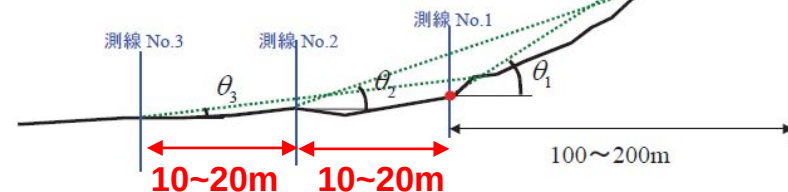


図 1.14 土地の勾配 (θ) 計測方法概念図 (縦断面図)

1.3 溢流點下游調查項目

1.3.3 橫斷面形狀調查

- 目的：為明確劃出土石流不可能影響到的區域(高差5m以上)

1.3.4 平面形狀調查

- 先以航照圖等掌握河道、道路、土地利用現況等，並以現地調查確認

1.3.5 人工構造物調查

- 先以航照圖等掌握現況，並以現地調查確認
- 針對可能影響土石流流路的路堤、橋梁、箱涵、道(鐵)路、導流堤、擋土牆等應予掌握

ア 溪岸勾配 θ_c

イ 河幅 W_c

ウ 比高 (段丘比高・保全対象と河床の比高) H_c

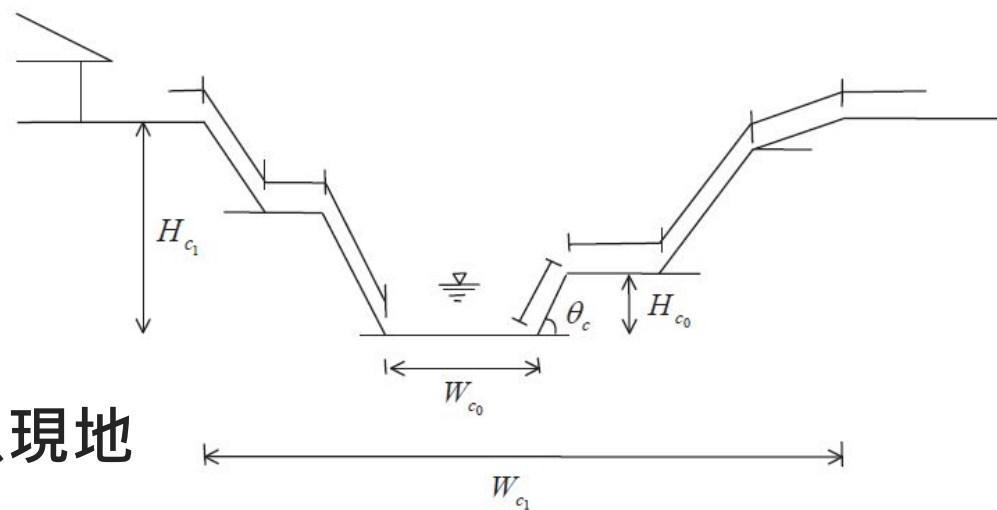


図 1.15 横断形状計測概念図

1.3 溢流點下游調査項目

1.3.5 土石流流出方向調査

＜屈曲部＞

溪流の流路が屈曲している場合には、土石流の直進性を考慮して流下方向を決める。

なお、屈曲部の外湾側で氾濫するか否かについては、土石流の流下規模や外湾部の比高を参考にする。

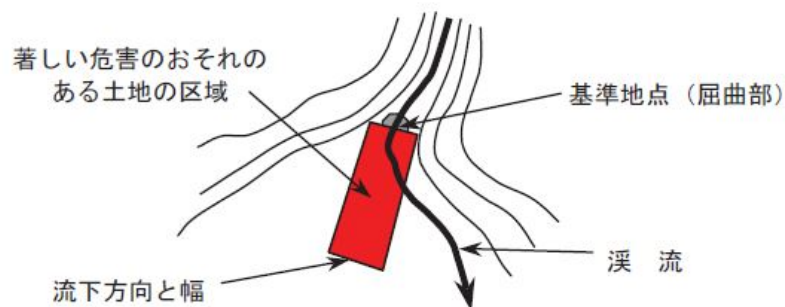


図 1.16 屈曲部の設定イメージ

＜谷地形・流路が不明瞭＞

宅地開発等により流路が溪流の形を呈していなかったり、側溝程度の場合には、地形や土石流の直進性を考慮して設定する。

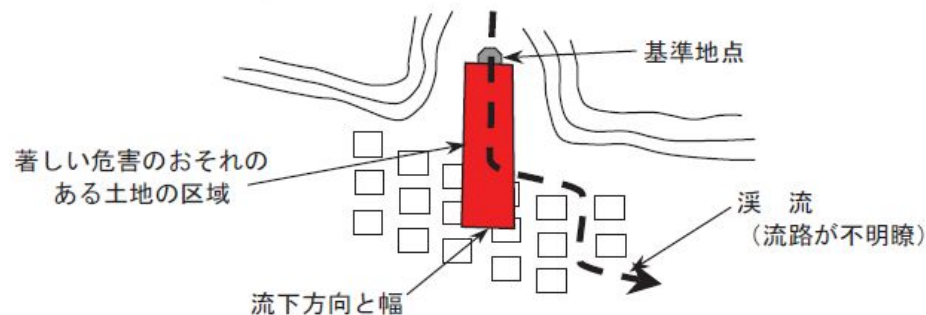


図 1.17 谷地形・流路が不明瞭な場合の設定イメージ



2.地質調查

2.1 土壤性質調查

2.2 計畫降雨量之設定方式

2.1 土壤性質調查

なお、数値等があってもバラツキがある等の理由で利用が困難なときは、一般的な数値として「土石流対策技術指針（案）」⁴⁾（平成12年7月 建設省砂防部砂防課、以下「技術指針（案）」という）に示された数値を参考に、下表に示す値をもって設定する。

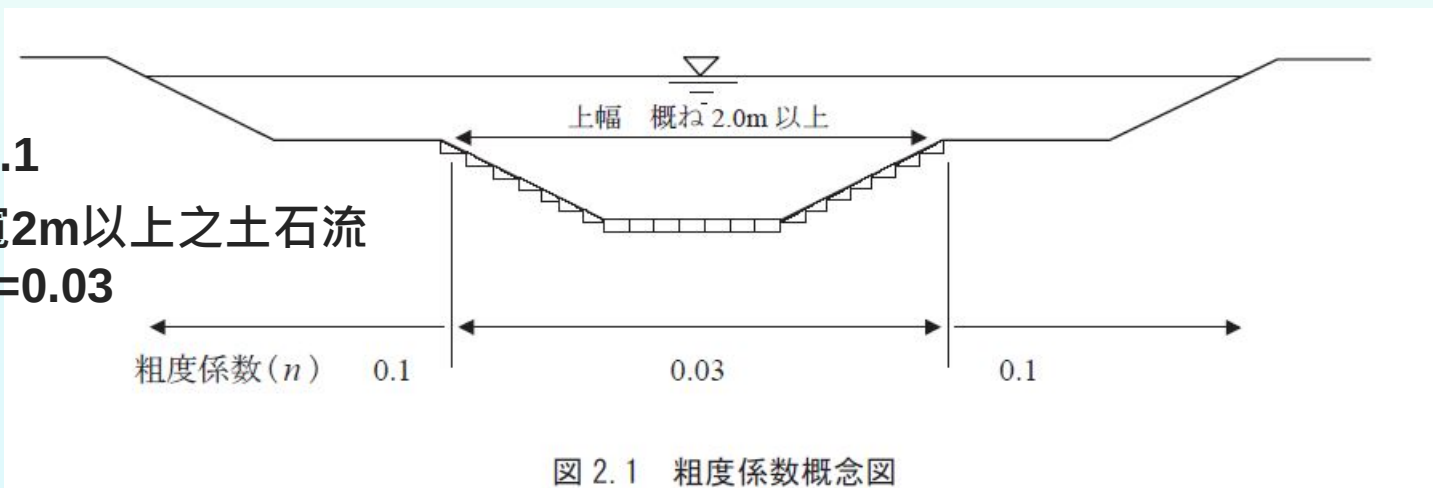
■ 建議參考值

表 2.1 土質定数等の一覧

項目	記号	単位	技術指針（案）を参考に 定めた土質定数	技術指針（案）
礫の密度	σ	t/m ³	2.6	2.6 程度
水の密度	ρ	t/m ³	1.2	1.2 程度
堆積土砂の内部摩擦角	ϕ	°	35	30～40 程度
堆積土砂の容積土砂濃度	C_*	—	0.6	0.6 程度
粗度係数	n	—	0.1	0.1（自然河道フロント部）

■ 自然河道建議 $n=0.1$

■ 採三面光且上幅寬2m以上之土石流工程，該斷面之 $n=0.03$





2.2 計畫降雨量之設定方式

- 計畫降雨量取下二者之max
- ✓ 100年重現期之24小時降雨量
- ✓ 歷史最大日雨量

地点	観測期間	計算法	1/100	既往最大	地点	観測期間	計算法	1/100	既往最大
33434 盛岡	M35 年～ H13 年	岩井法	163.5	S13.8.15	33651 北上	S34 年～ H13 年	岩井法	213.5	S57.8.30
		TP 法	162.6	200			TP 法	170.4	213
33472 宮古	M42 年～ H13 年	岩井法	299.4	H12.7.8	33751 釜石	M41 年～ H13 年	岩井法	305.7	S54.10.19
		TP 法	280.5	319			TP 法	320.5	327
33877 大船渡	M41 年～ H13 年	岩井法	239.4	T6.3.24	33776 若柳	M41 年～ H13 年	岩井法	227.0	S23.9.16
		TP 法	239.3	222			TP 法	208.6	280
33911 一関	M34 年～ H13 年	岩井法	177.7	S22.7.22	33781 江刺	S44 年～ H13 年	岩井法	159.5	H13.8.1
		TP 法	169.9	285			TP 法	146.1	216
33576 花巻	M34 年～ H13 年	岩井法	176.7	T9.8.9	33801 住田	T 6 年～ H13 年	岩井法	219.2	S23.9.16
		TP 法	168.8	202			TP 法	224.3	334
33006 種市	M35 年～ H13 年	岩井法	183.7	S61.8.5	33921 千厩	M34 年～ H13 年	岩井法	151.6	S23.9.6
		TP 法	181.7	164			TP 法	149.8	160
33026 軽米	S 7 年～ H13 年	岩井法	173.5	H11.10.28	33086 大野	S33 年～ H13 年	岩井法	264.5	H12.7.8
		TP 法	166.1	220			TP 法	247.7	257
33071 二戸	M34 年～ H13 年	岩井法	156.4	H11.10.28	33201 下戸鎖	S31 年～ H13 年	岩井法	332.6	H11.10.28
		TP 法	153.3	207			TP 法	346.9	316
33136 山形	T13 年～ H13 年	岩井法	187.8	H11.10.28	33306 岩洞	S32 年～ H13 年	岩井法	120.6	H1.9.6
		TP 法	179.0	243			TP 法	122.3	103
33146 久慈	M41 年～ H13 年	岩井法	247.3	S41.10.13	33351 葛根田	S34 年～ H13 年	岩井法	161.4	H7.8.5
		TP 法	235.5	276			TP 法	161.7	171
33166 荒屋	T 3 年～ H13 年	岩井法	137.2	S61.8.5	33726 米里	M42 年～ H13 年	岩井法	146.4	S23.9.16
		TP 法	139.6	139			TP 法	137.7	184
33176 奥中山	T 7 年～ H13 年	岩井法	148.8	H3.8.31	33831 祭時	S34 年～ H13 年	岩井法	292.3	S63.8.29
		TP 法	149.1	154			TP 法	290.3	300
33186 葛巻	M41 年～ H13 年	岩井法	122.8	H1.9.6	33841 衣川	S32 年～ H13 年	岩井法	148.3	S43.8.11
		TP 法	127.0	135			TP 法	146.8	143
33206 譜代	S32 年～ H13 年	岩井法	303.6	H12.7.8	33072 折爪岳	S47 年～ H13 年	岩井法	171.7	S61.8.5
		TP 法	298.3	263			TP 法	171.7	139
33226 岩手松尾	M42 年～ H13 年	岩井法	165.2	S61.8.5	33171 西岳	S33 年～ H13 年	岩井法	139.1	H3.8.31
		TP 法	150.4	158			TP 法	147.4	152
33296 好摩	T 4 年～ H13 年	岩井法	127.3	T8.7.30	33191 袖山	S47 年～ H13 年	岩井法	156.7	H12.7.8
		TP 法	135.1	119			TP 法	170.8	204
33326 岩泉	M45 年～ H13 年	岩井法	274.8	S2.4.5	33221 茶臼山	S33 年～ H13 年	岩井法	173.9	H3.8.31
		TP 法	266.4	286			TP 法	183.1	158
33336 小本	S32 年～ H13 年	岩井法	314.5	H12.7.8	33286 岩手山	S49 年～ H13 年	岩井法	219.3	H12.7.8
		TP 法	298.6	272			TP 法	202.3	195

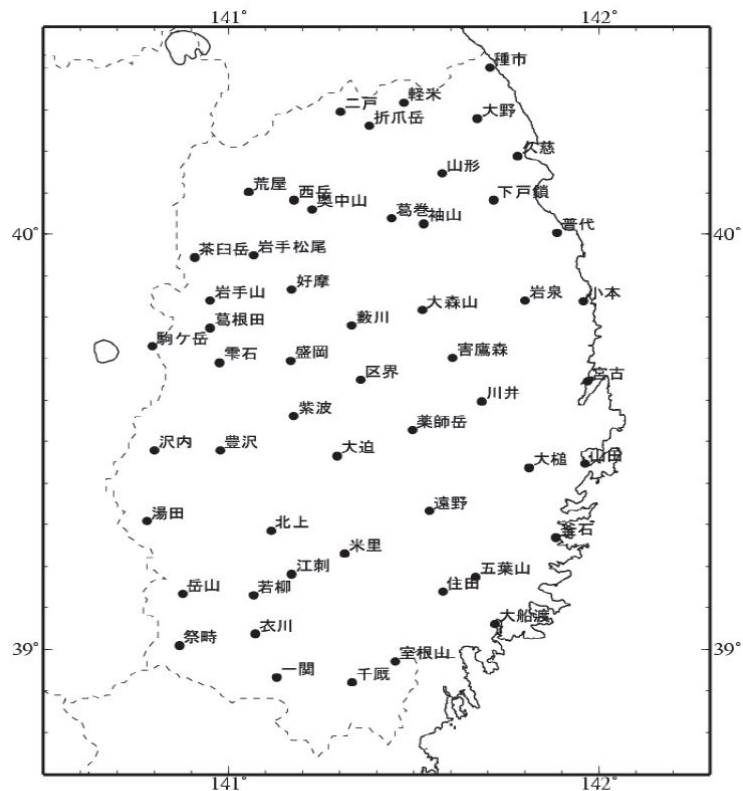


図 2.2 調査観測地点位置図



3.防治工程現況調查

- 3.1 土石流防治工程設施類型
- 3.2 土石流防治工程設施調查方式
- 3.3 土石流防治工程設施現況評估方式



3.1 土石流防治工程設施類型

- 工程設施目的
- 1) 抑制土石流發生
- 2) 降低土石流流出量
- 3) 避免土石流流入保全對象地區

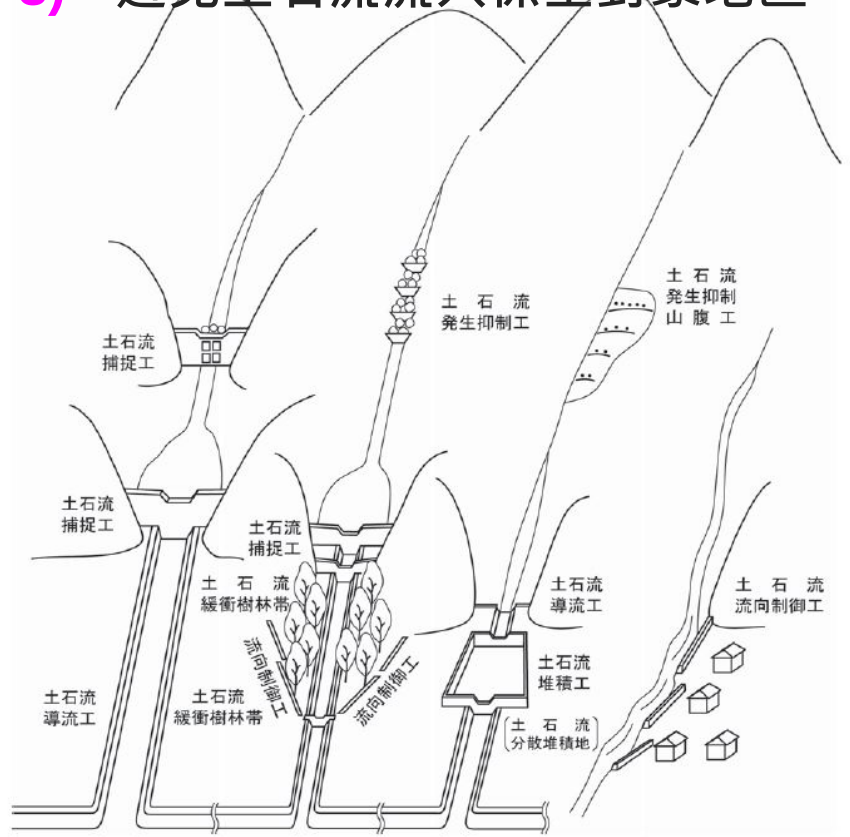


図 3.2 土石流対策施設の代表例（参考）

表 3.1 土石流対策施設

施設名称	工 種	機能・効果
土石流捕捉工	・ 砂防えん堤（透過型） ・ 砂防えん堤（不透過型）	【土石流となって流下する土石等の量を減少させる効果】 砂防えん堤には透過型と不透過型の型式があって効果が異なる。透過型と不透過型に共通する機能は以下のとおり。 ・ 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。 ・ 土石流先端部の巨礫・流木を捕捉する。 ・ 土石流を土砂流に変化させる。 ・ 土石流ピーク流量を減少させる。
土石流導流工	・ 導流工	【土石流を保全すべき地域へ到達させない効果】 土石流を安全な場所まで誘導する機能がある。土石流ピーク流量に対応した断面で設計されている。
土石流堆積工	・ 堆積工（遊砂地、沈砂地）	【土石流となって流下する土石等の量を減少させる効果】 土石流を減勢し堆積させる効果がある。
土石流発生抑制工	・ 砂防えん堤（透過型） ・ 砂防えん堤（不透過型） ・ 流路工 ・ 溪流保全工 ・ 床固工 ・ 治山谷止 ・ 山腹工	【土石流を発生（侵食拡大を含む）させない効果】 治山谷止は、土石流対策施設ではないが、土石流を考慮した構造であるときは土石流対策施設に準じる施設として、その効果を評価することができる。
土石流緩衝樹林帯	・ 緩衝樹林帯	【土石流となって流下する土石等の量を減少させる効果】 土石流流向制御工と組み合わせて整備される。樹林帯で土石流を緩衝させる効果がある。
土石流流向制御工	・ 土石流流向制御工	【土石流を保全すべき地域へ到達させない効果】 土石流の流向を土石流導流堤等により制御する効果がある。

3.2 土石流防治工程設施調查方式

■ 非為土石流設計之防治工程設施 評估原則

- ✓ 防砂壩出水口壩頂厚度大於3m者，土石流流經時可視為安全
- ✓ 承上未滿3m，但為滿砂狀態或離滿砂狀態小於1m，結構本身未損壞者，土石流流經時可視為安全
- ✓ 鋼製防砂壩，如無明顯銹蝕及龜裂者，土石流流經時可視為安全

■ 相關調查項目如右表

施設諸元	数値データの小数桁 (四捨五入後桁数)	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)
安全性の評価	—	・ 現地で確認し破損状況を記録する ・ 問題ありの場合は状態を写真撮影する
効果量の評価		・ ○：見込む・×：見込まない
工種及び型式	—	・ 現地確認か資料より把握して記入する
竣工年月日	—	〃
所管	—	〃
水通し天端幅(m)	1	・ 現地計測値か資料値を記入する
水通し幅(m)	1	〃
水通し高(m)	1	〃
堤長(m)	1	〃
基礎長(溪床幅)(m)	1	〃
堤高(m)	1	〃
有効高(m)	1	〃
スリット高(m)	1	〃
スリット幅(m)	1	〃
未満砂高(余裕高)(m)	1	〃
元溪床勾配($\tan \theta$)	2	・ 図面計測地か資料値を記入する
現況堆砂延長(m)	1	・ 現地計測値を記入する
現況堆砂幅(m)	1	〃
計画堆砂幅(m)	1	・ 現地計測値か資料値を記入する
計画堆砂勾配($\tan \theta$)	2	・ 計算適用勾配を記入する
平常時堆砂勾配($\tan \theta$)	2	〃
流路平均底幅(m)	1	・ 現地計測値か資料値を記入する (注：溪流保全工・導流工のみ調査する)
流路平均高(m)	1	
施設延長(m)	0	
整備面積(m ²)	0	・ 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)	-1	・ 算定結果を記入する
未満砂量(m ³)	-1	〃
計画堆積量(m ³)	-1	・ 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)	-1	・ 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)	-1	・ 算定結果を記入する



3.3 土石流防治工程設施現況評估方式

■ 沒有安全疑慮之設施，依圖3.3之流程，以表3.3項目進行效果評價

□ 1 依土石流對策技術指針進行安定分析

□ 2 最大開口處尺寸小於土石流最大粒徑1.5倍者，才稱為透過性壩

※ 1：安定計算手法は土石流対策技術指針(案)(H12.7)に則る。
※ 2：透過型えん堤は、開口部の大きさが土石流中の礫の最大径の1.5倍以下であることを前提とする。
※ 3：えん堤が破損等により機能が低下していると考えられる場合は、安定計算を行うものとする。

□ 3 壩體有破損等，須作安定分析

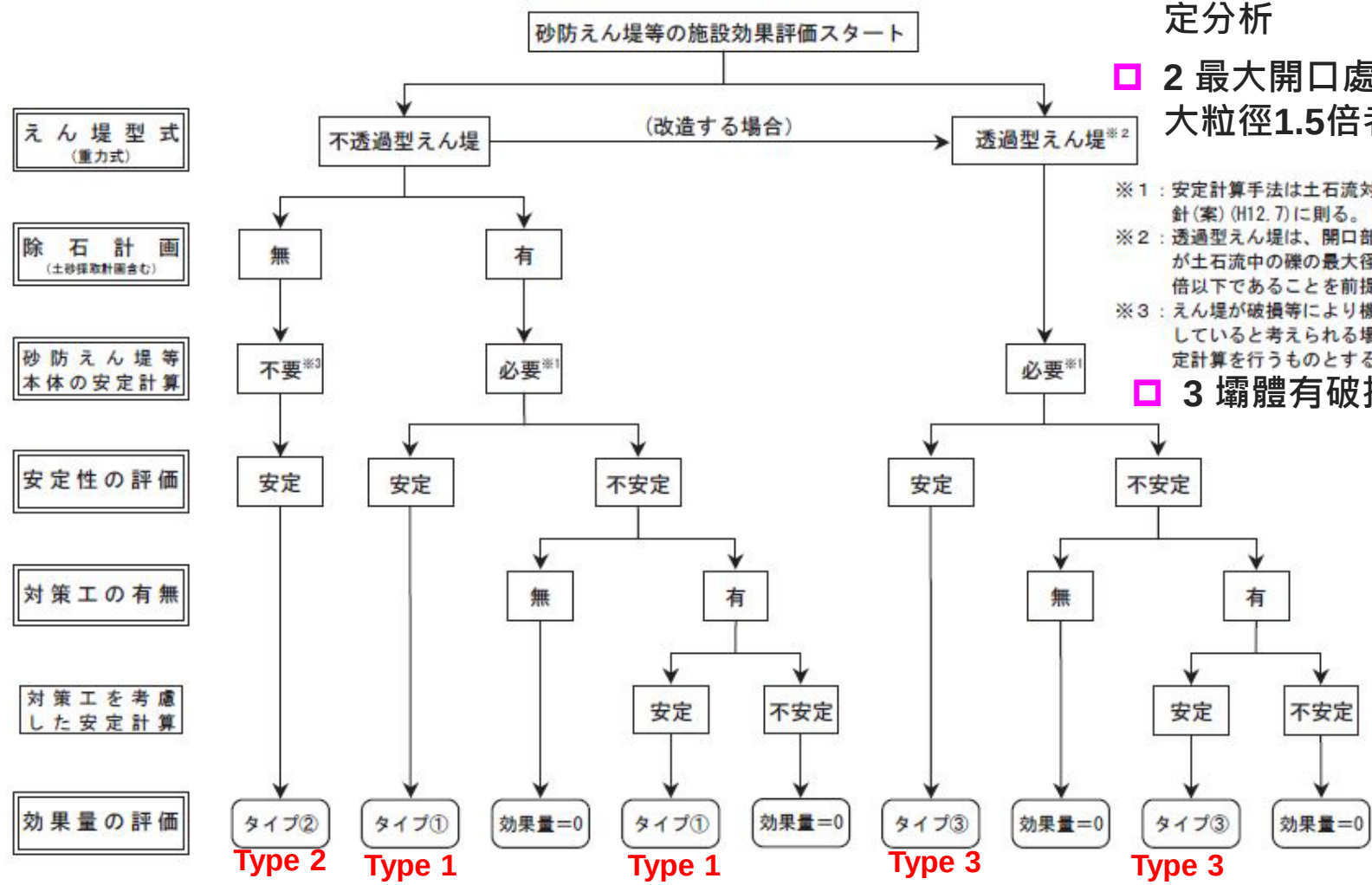


図 3.3 砂防えん堤等の対策施設効果評価フロー



3.3 土石流防治工程設施現況評估方式

- 沒有安全疑慮之設施，依圖3.3之流程，以表3.3項目進行效果評價
- 無除石計畫之非透過性壩，如已適當管理堆砂狀況時，可視為有除石計畫

表 3.3 砂防えん堤等の施設効果評価

えん堤の形式	効果量の評価タイプ	効果量		
		計画捕捉量	発生抑制量	空容量(貯砂量)
不透過型	Type 1	○	○	○
	Type 2	○	○	満砂していると思なす
透過型	Type 3	○	○	

視為滿砂

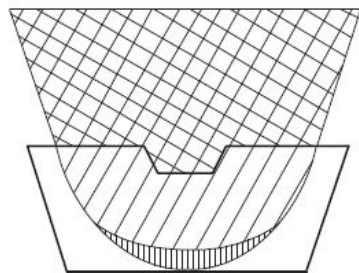
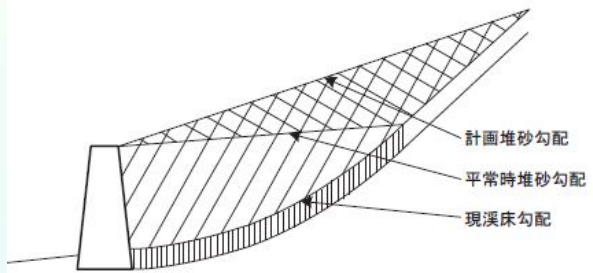
※不透過型で砂防えん堤以外は計画捕捉量を見込まない。

非透過性壩以外之計畫補捉量無法估算

(不透過型)

縦断面

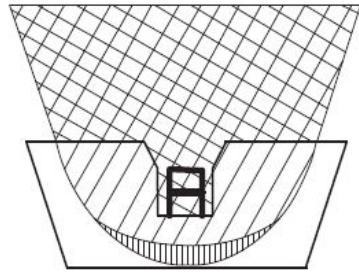
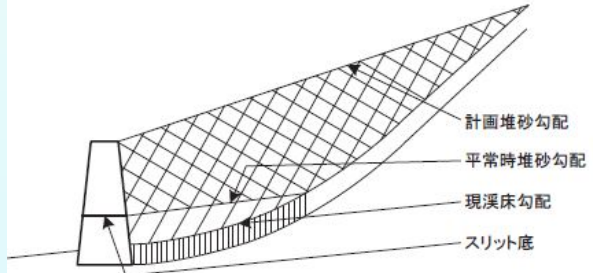
横断面



(透過型)

縦断面

横断面



凡例

- : 空容量 (貯砂量)
- : 計画捕捉量
- : 発生抑制量

*スリット底が現河床と概ね同じ場合は発生抑制量は見込まない。

図 3.4 堆砂勾配及び計画捕捉量、発生抑制量



3.3 土石流防治工程設施現況評估方式

防砂壩以外之土石流防治設施之效果評價項目如表3.4

表 3.4 砂防えん堤等以外の土石流対策施設の効果評価（案）

施設名称	効果量			効果量評価の条件
	計画 捕捉量	計画 堆積量	計画土石流 発生抑制量	
土石流導流工	×	×	△	△:基準地点より上流にある施設の区間のみを評価する。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こととする。
土石流堆積工	×	○	△	
土石流発生抑制工	×	×	△	

○：評価する △：条件によって評価する ×：評価しない

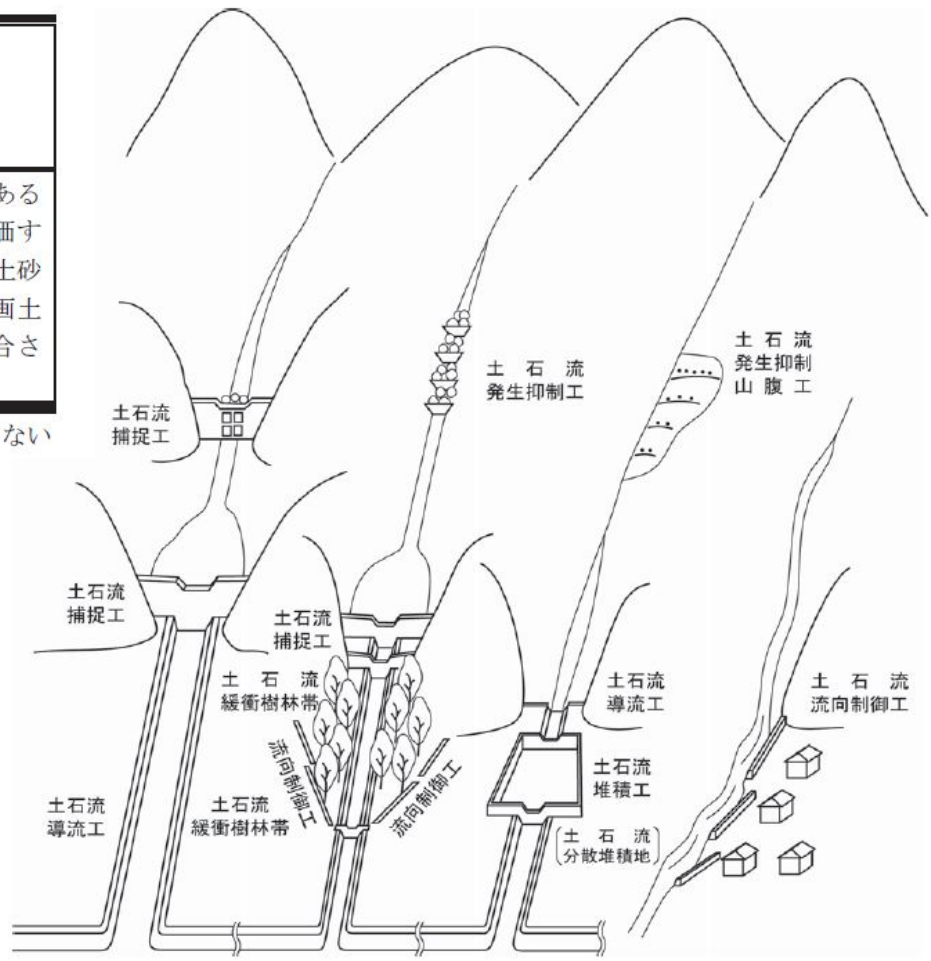


図 3.2 土石流対策施設の代表例（参考）

3.3 土石流防治工程設施現況評估方式

■ 土石流尖峰流量計算

① 流下する溪床の勾配 (θ')

土石流の土砂濃度 (C_d) 等を求める際に用いる土石流が流下する溪床の勾配 θ' は、図 3.5 のとおりとする。 **計算土石流土砂濃度 C_d 時、需使用的溪床坡度計算方式如下圖**

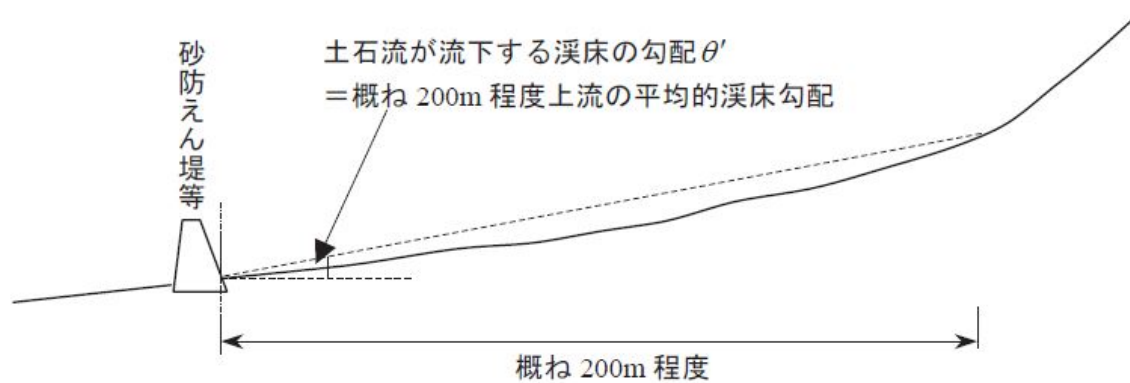


図 3.5 土石流が流下する溪床勾配

$V' = \min$ (流體力帶動之土砂量 V_e' , 可能運搬之土砂量 V_{ec})
其定義詳如圖3.6

② 土石流ピーク流量 (Q_{sp}')

- 対象とする砂防えん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「対象とする砂防えん堤等」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。
- 運搬可能土砂量 (V_{ec}) を計算する際、流域面積 (A') は「対象とする砂防えん堤等」の上流域の流域面積とする。また、土石流の土砂濃度 (C_d) は、「対象とする砂防えん堤等」における土砂濃度を用いる。

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

C_* 堆積土石之體積濃度

C_d 堆積土石之體積濃度 (詳5.2.8節)



3.3 土石流防治工程設施現況評估方式

■ 土石流尖峰流量計算

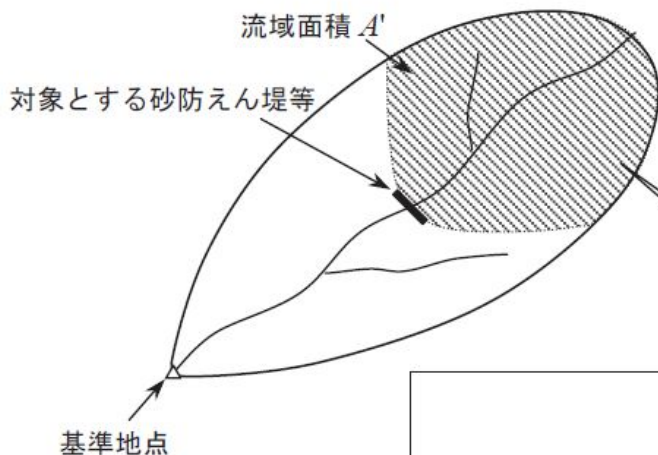
④ 土石流の高さ (h)

対象とする砂防えん堤等に作用する土石流の高さ (h) は、次式により算出するものとする。

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

h : 土石流の高さ (m)

B : えん堤に作用する土石流の幅 (m)



✓ 防砂壩作用時土石流之流寬評估方式採 5.2.6節之作法

③ えん堤に作用する土石流の幅 (B)

土石流流体力が、対象とする砂防えん堤等に作用する幅 (B) は後述する 5.2.6 章と同様の手法で設定するものとする。

ここに、土石流の幅は、えん堤直上流における土石流の幅とする。

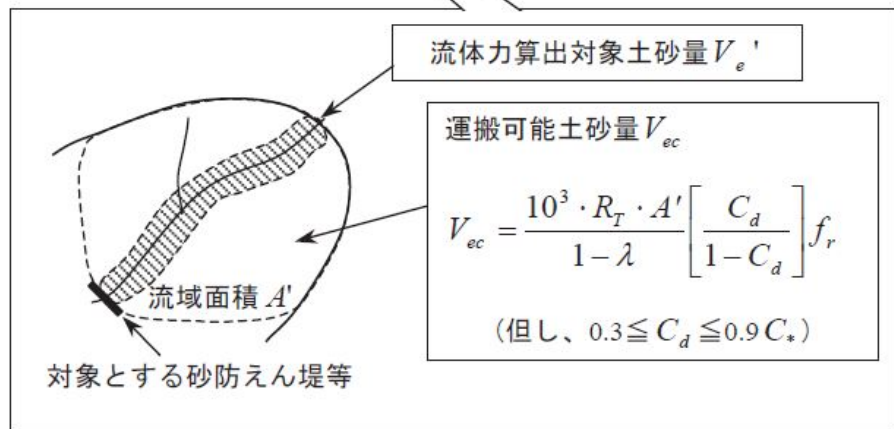


図 3.6 土石流ピーク流量の算出



3.3 土石流防治工程設施現況評估方式

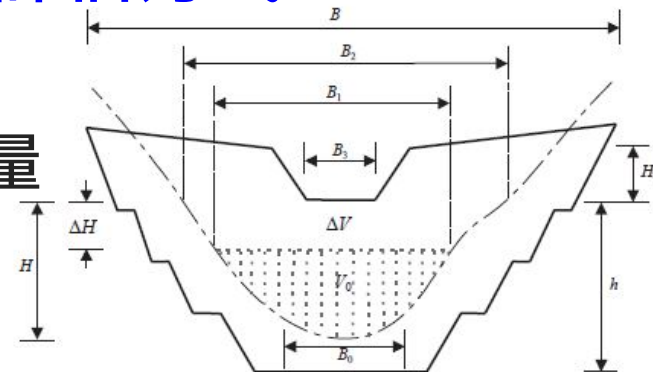
■ 非透過性壩之

✓ 計畫捕捉量=計畫堆砂量-平時堆砂量

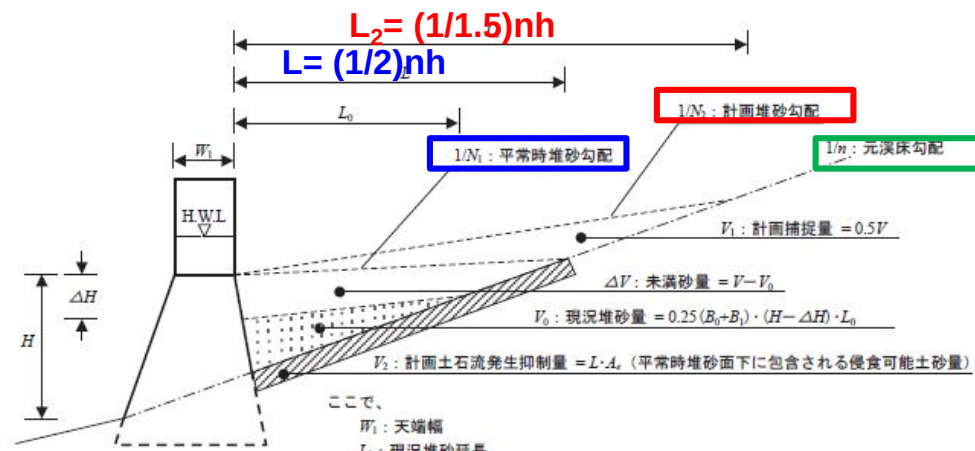
■ 非透過性壩如有除石計畫

✓ 計畫捕捉量=計畫堆砂量-平時堆砂量
+計畫貯砂量

■ 5m以上且在土石流流經時
可保持安全之固床工，亦可
預期具有類似土石流捕捉工
之計畫捕捉量



B : 堤長 B_3 : 水通し幅 H_2 : 水通し高
 B_0 : 基礎長(溪床幅) ΔH : 未満砂高(余裕高)
 B_1 : 現況堆砂幅 H : 有効高
 B_2 : 計画堆砂幅 h : 堤高



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 $= 1.5 \cdot n \cdot h$

$1/N_1$: 平常時堆砂勾配 (標準 $=1/2n$)

$1/N_2$: 計画堆砂勾配 (標準 $=1/1.5n$)

V : 計画貯砂量 $= \Delta V + V_0 = n \cdot 0.5 \cdot (B_0 + B_2) \cdot H^2$ (注)

である。

(注) 除石を前提とするダムで、計画貯砂量のうち常に空気が確保されている未満砂の容量があるときは、その未満砂量を計画捕捉量に加えることができる。

図 3.7 土石流捕捉工 (型式: 不透過型) の効果



3.3 土石流防治工程設施現況評估方式

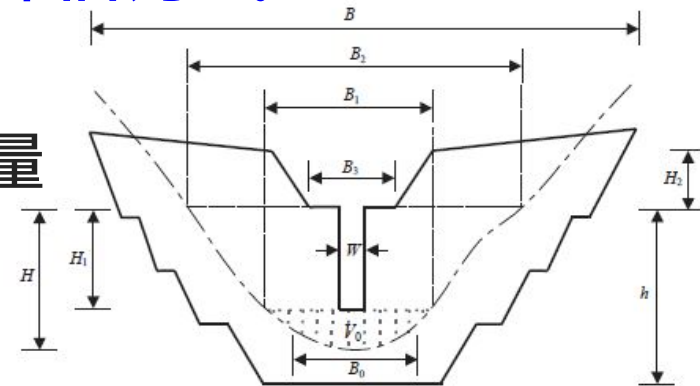
透過性壩之

計畫捕捉量=計畫堆砂量-平時堆砂量

計畫土石流發生抑制量(如圖3.9)

非透過性壩：即平時堆砂面下可能侵蝕之土砂量

透過性壩：疏子間距(slit)底部視為無抑制效果



B : 堤長
 B_0 : 基礎長(溪床幅)
 B_1 : 現況堆砂幅
 B_2 : 計畫堆砂幅
 B_3 : 水通し幅
 H_2 : 水通し高
 H_1 : スリット高
 W : スリット幅
 H : 有効高
 h : 堤高

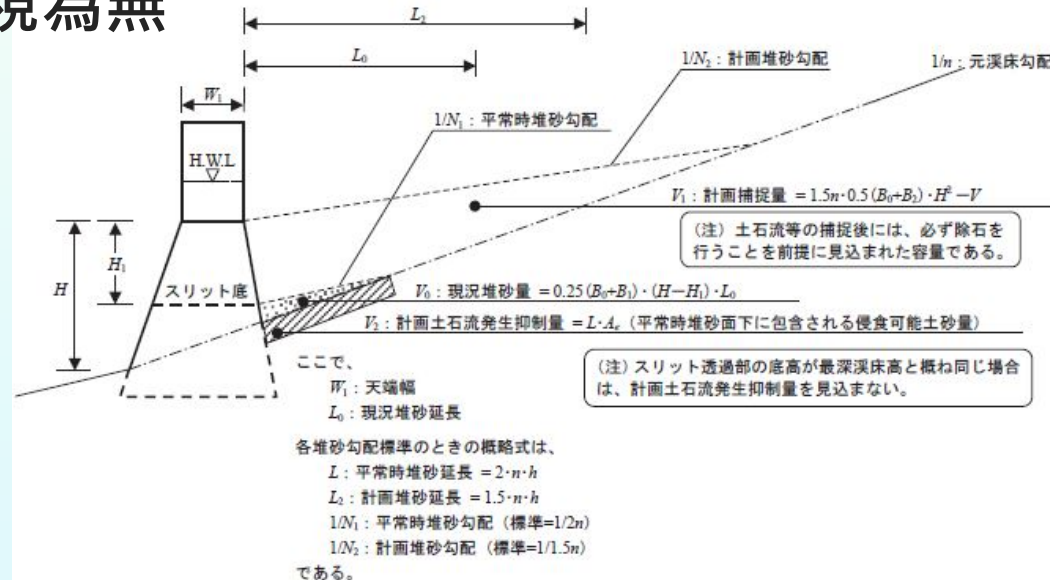


図 3.8 土石流捕捉工 (型式：透過型) の効果

$$\text{計畫土石流發生抑制量} = L_1 \times A_e$$

基準地点

L_1

侵食土砂量を見込む区間

A_e (単位長さ辺りの侵食可能土砂量)

侵食土砂量を見込まない区間

：溪流保全工
 ：導流工
 ：土石流堆積工

図 3.9 溪流保全工等の計畫生産抑制土砂量の評価模式図



4.土砂災害歷史調查



表 4.1 土砂災害履歴の調査項目一覧表

- 調査項目如表4.1
- 採用1/5000以上比例尺之地形圖
- 資料出處應詳實記載

分 類	調査項目	備 考	出 典
土砂流出状況 及び人的被害 状況	溪流名	土石流・土砂流の発生した溪流名を記入する	.....
	発生年月日時刻	資料の数値を分単位まで記入する	.....
	発生の変因	「降雨・融雪・地震・その他」の何れかを記入する	.....
	発生の変態	「溪床流動型・山腹崩壊型・その他」の何れかを記入する	.....
	氾濫面積(m ²)	氾濫面積を地形図に移写し面積を計測する	.....
	平均堆積深(m)	資料の数値を転記する	.....
	最大堆積深(m)	資料の数値を転記する	.....
	氾濫最大延長(m)	資料の数値あるいは氾濫面積から計測した数値を記入する	.....
	氾濫最大幅(m)	資料の数値あるいは氾濫面積から計測した数値を記入する	.....
	氾濫終息点 平均勾配(°)	資料の数値あるいは地形図から計測した数値を記入する 計測区間は、氾濫終息点から上流 200m、100m、50m 水平区間の平均勾配とする	.....
	最大礫径(m)	資料の数値を転記する	.....
	総流出土砂量 (m ³)	資料の数値を転記する	.....
	死者数	資料の数値を転記する	.....
	行方不明者数	資料の数値を転記する	.....
	負傷者数	資料の数値を転記する	.....
流木堆積範囲	堆積流木量 (m ³)	堆積範囲を地形図に移写し、資料の数値を転記する	.....
全壊・流出家屋	全壊・流出家屋の構造	災害前の建物位置を地形図に移写し、構造（木造・非木造）を記入する	.....
半壊家屋	半壊家屋の構造	建物の位置を地形図に移写し、構造（木造・非木造）を記入する	.....
一部損壊家屋	一部損壊家屋の構造	建物の位置を地形図に移写し、構造（木造・非木造）を記入する	.....



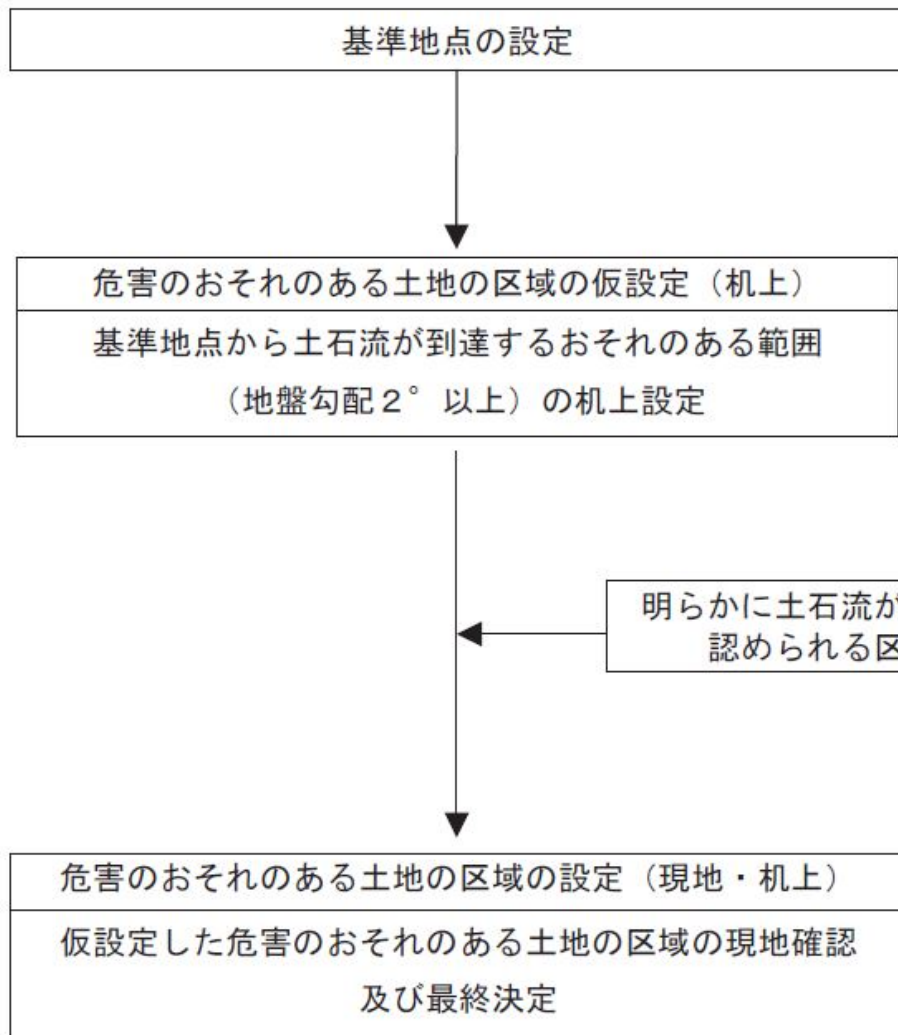
5.土石流災害潛勢地區劃定方式

5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式



■ 設定溢流點(詳1.1節)

■ 於圖上劃設黃區範圍初稿(詳5.1.1節)

✓ 於圖上設定自溢流點至土石流可能流動到的邊界(坡度2°)

■ 劃設土石流明顯不可能流到的範圍(詳5.1.2節)

■ 於圖上及現地確認黃區範圍(詳5.1.3節)

圖 5.1 災害のおそれのある土地の区域の設定の流れ



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

■ 劃設基準

- ✓ 流路至左右岸之高差
- ✓ 土石流溢流之分散角
- ✓ 土石流停止之坡度(2°)

■ 使用1/2500地形圖

■ 土石流流出方向設定，參1.3.1節

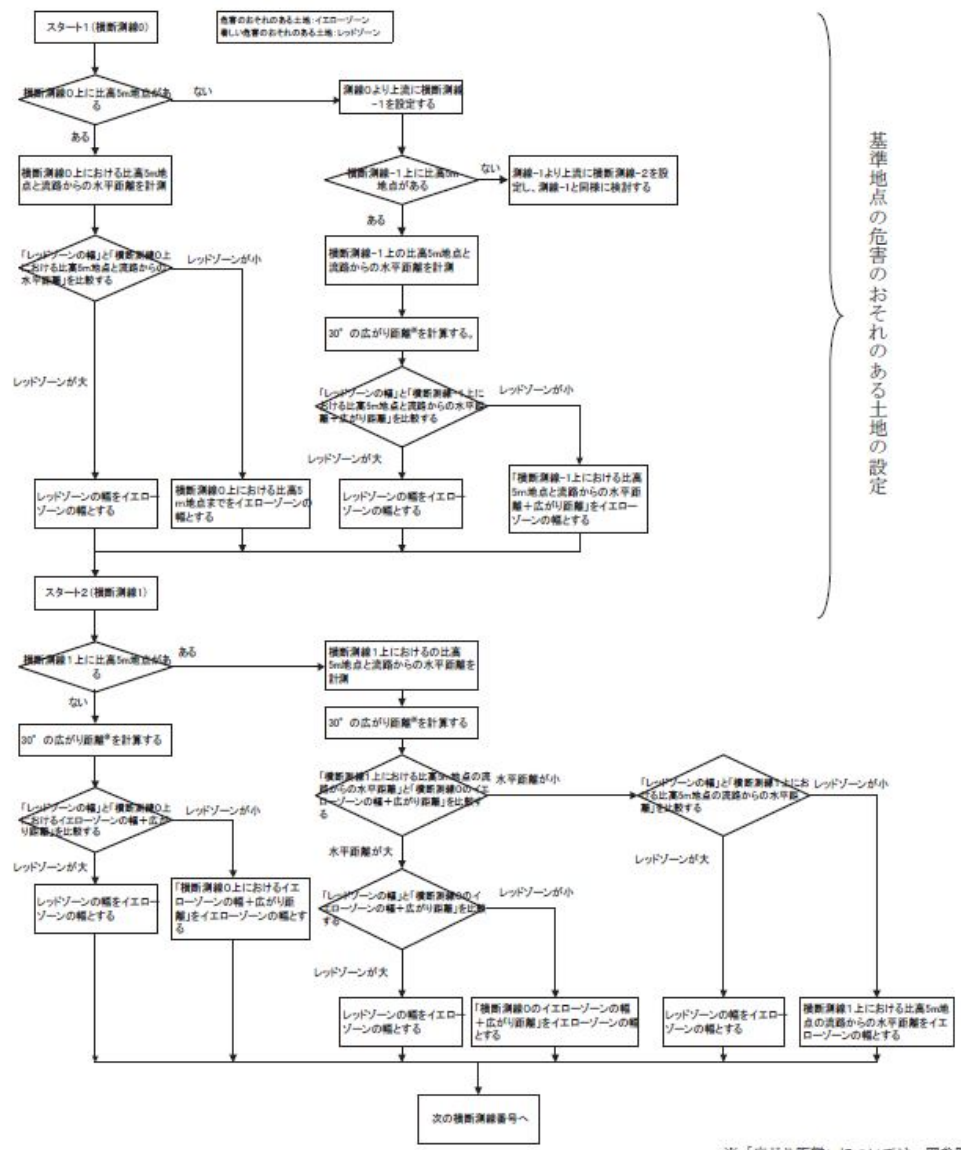


図 5.2 危害のおそれのある土地の設定フロー



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

- 溢流點處黃區劃設方式 - 如溢流點處橫斷面(橫斷測線0)之流路中心線與二側高差達5m以上

- ✓ 如黃點位置在紅區之外側→ok
- ✓ 如黃點位置在紅區之內側→則黃點移至紅區(線)上→亦即黃區不得小於紅區

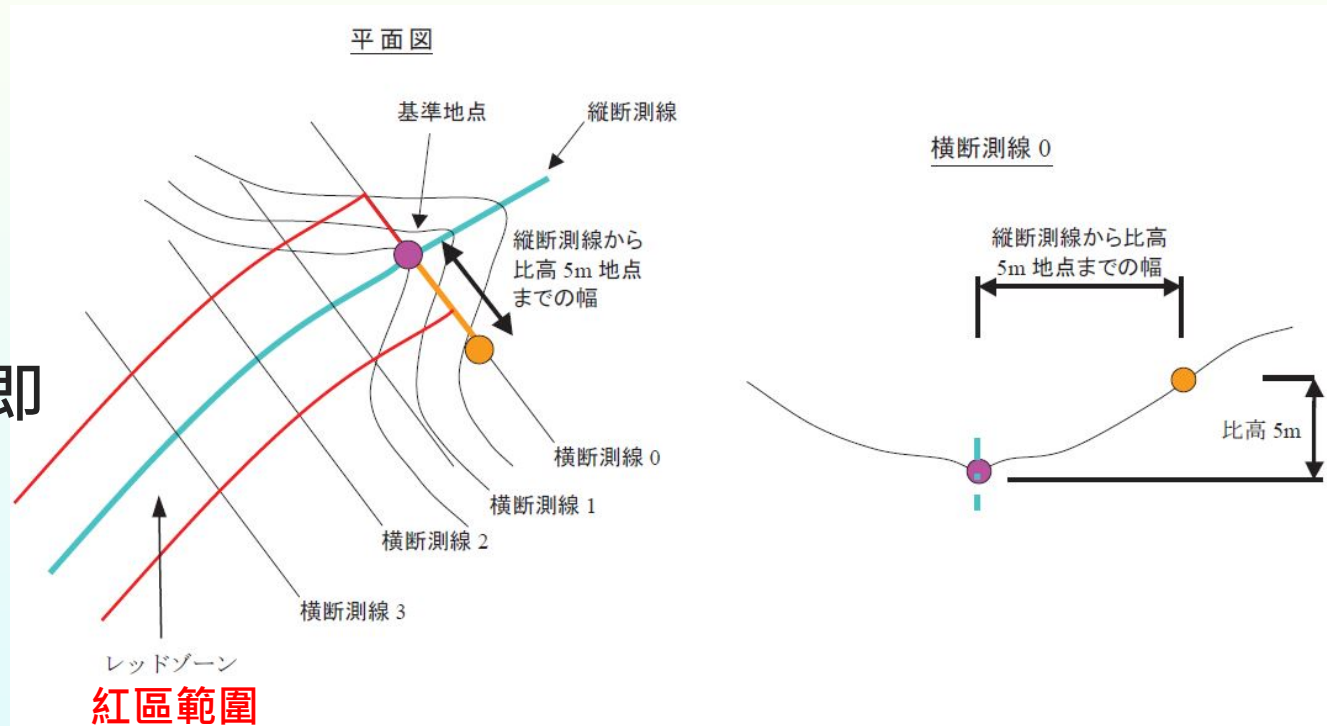


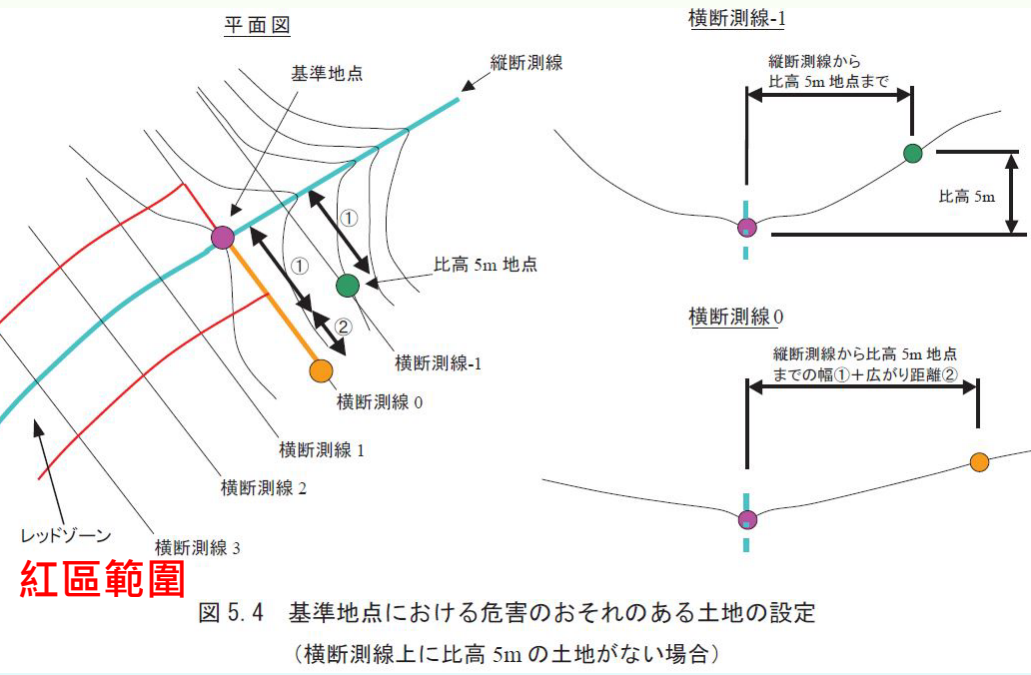
図 5.3 基準地点における危害のおそれのある土地の設定
(横断測線上に比高 5m の土地がある場合)



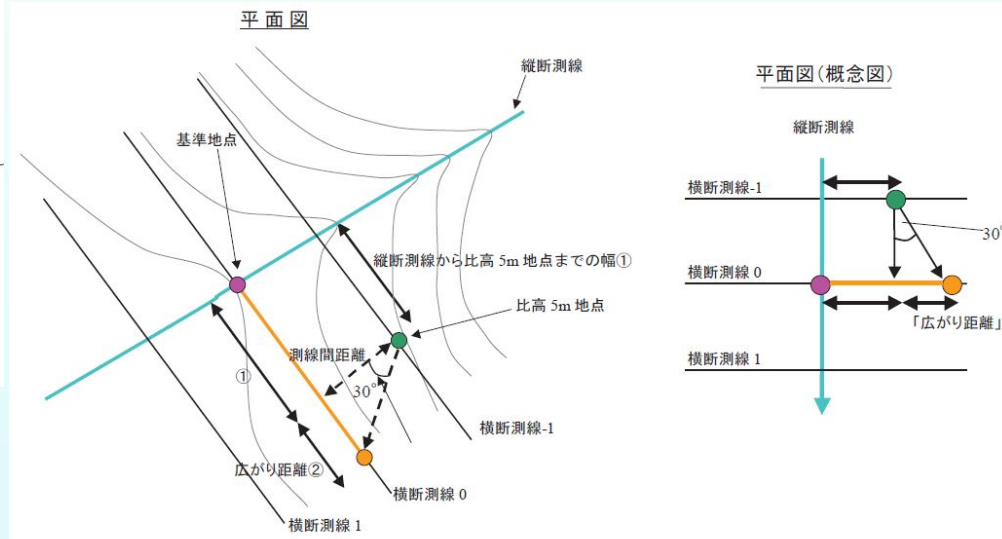
5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

■ 溢流點處黃區劃設方式 - 如溢流點處橫斷面(橫斷測線0)之流路中心線與二側高差未達5m



✓ 以(横測断面線-1)設定流路中心線與二側高差5m處，並以擴散角30度訂出溢流點處之黃區邊界





5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

- 溢流點下游之黃區劃設方式 - 如某橫斷面(例如橫斷測線1)之流路中心線與二側高差達5m以上
- ✓ 以擴散角30度訂出綠點，如黃點在綠點內側，則黃點即為黃區之邊界如圖5.6

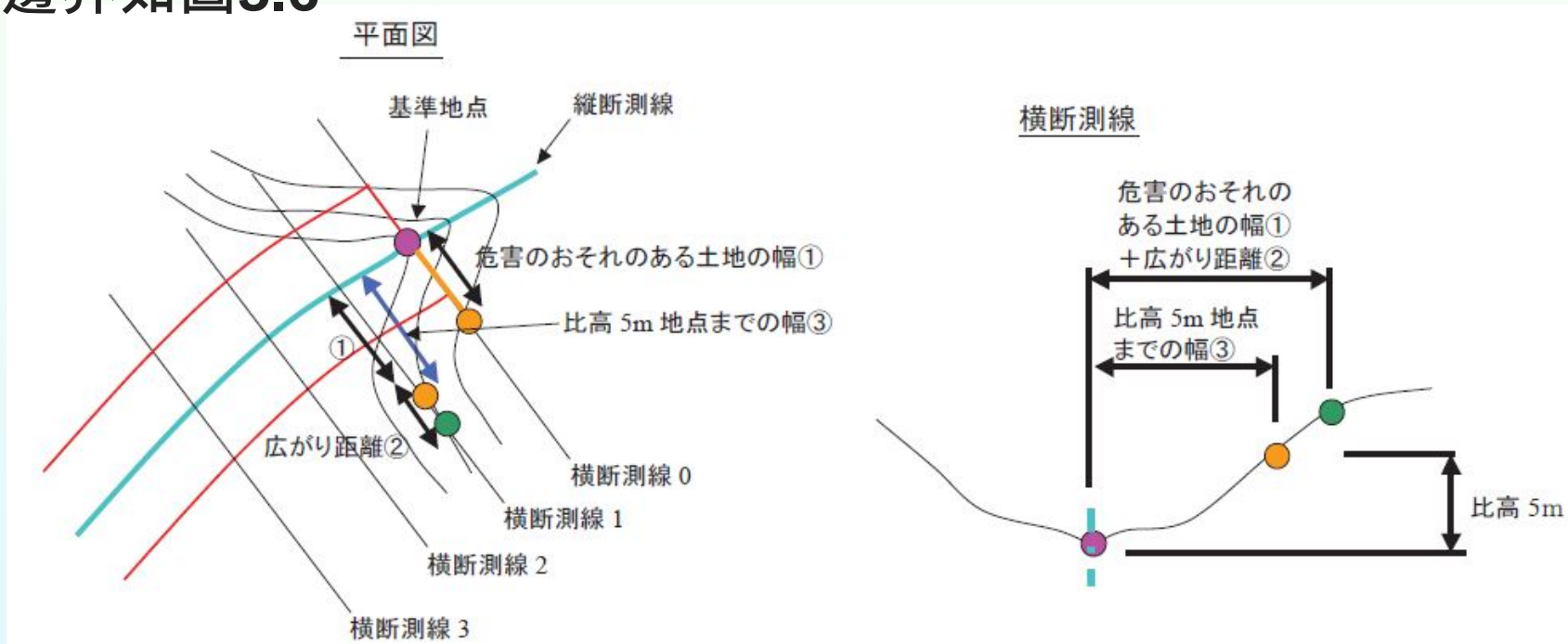


図 5.6 基準地点より下流における危険のおそれのある土地の設定方法

(比高 5m 地点がある場合)



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

- 溢流點下游之黃區劃設方式 - 如某橫斷面(例如**橫斷測線1**)之流路中心線與二側**高差未達5m**
- ✓ 以(例如**橫斷測線0**)之擴散角30度訂出**橫斷測線1**之黃點，如圖5.7

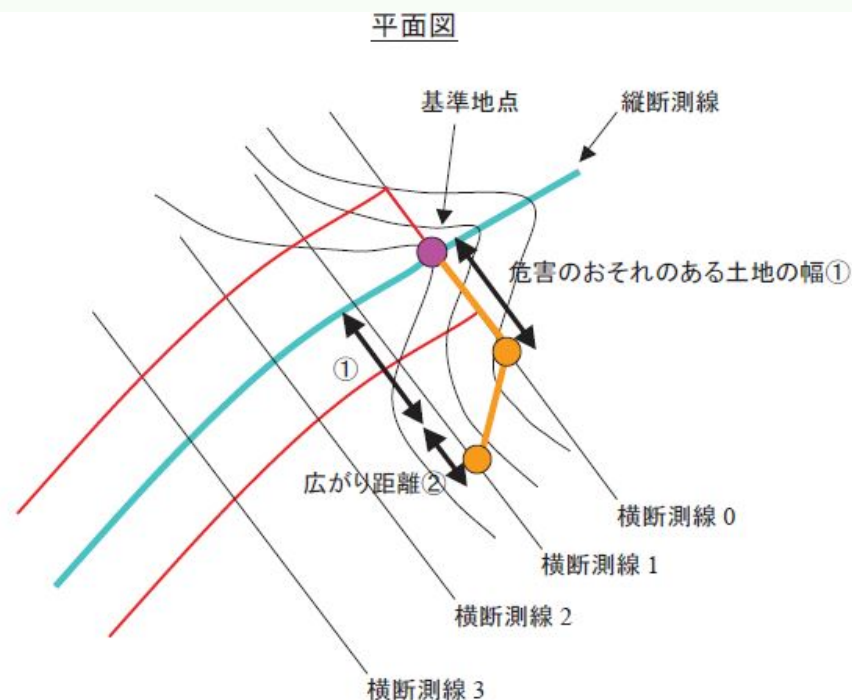


図 5.7 基準地点より下流における危害のおそれのある土地の設定方法
(比高 5m 地点がない場合)



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

■ 黃區最下游邊界(土石流停止處)設定方式

✓ 以溢流點至縱斷測線(流路)坡度2度所定之半徑，繪出的圓弧即為黃區最下游邊界

縱斷測線

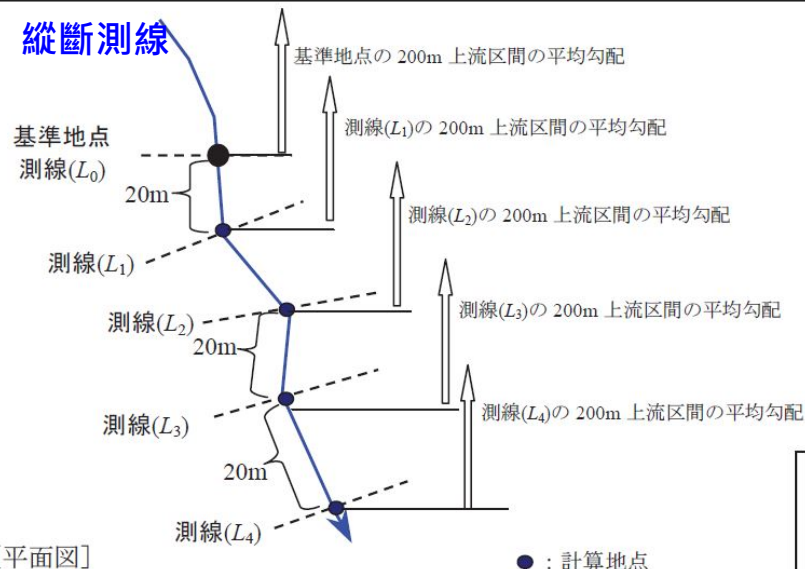


図 5.8 土石流が流下する土地の勾配計測区間のイメージ (平面図)

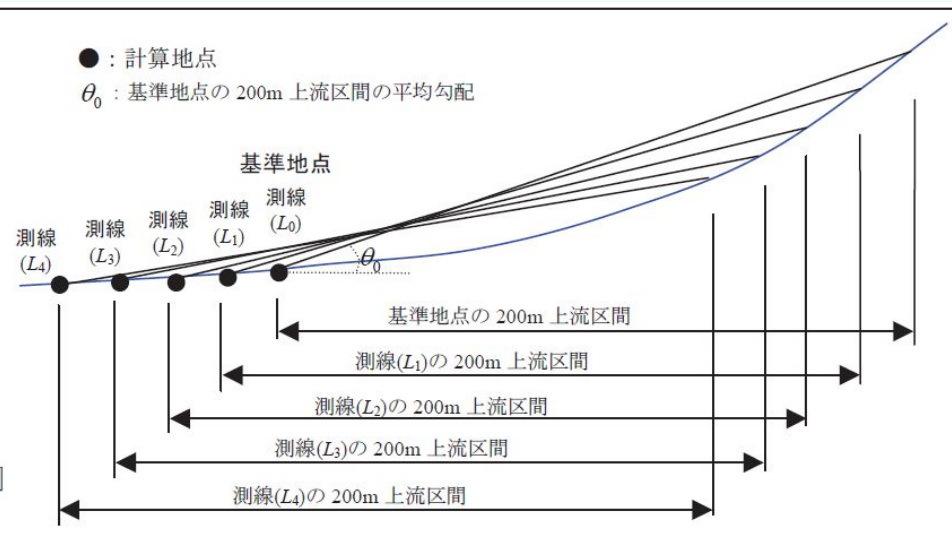


図 5.9 土石流が流下する土地の勾配計測区間のイメージ (縦断図) θ_0



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

■ 黃區最下游邊界(土石流停止處)設定方式

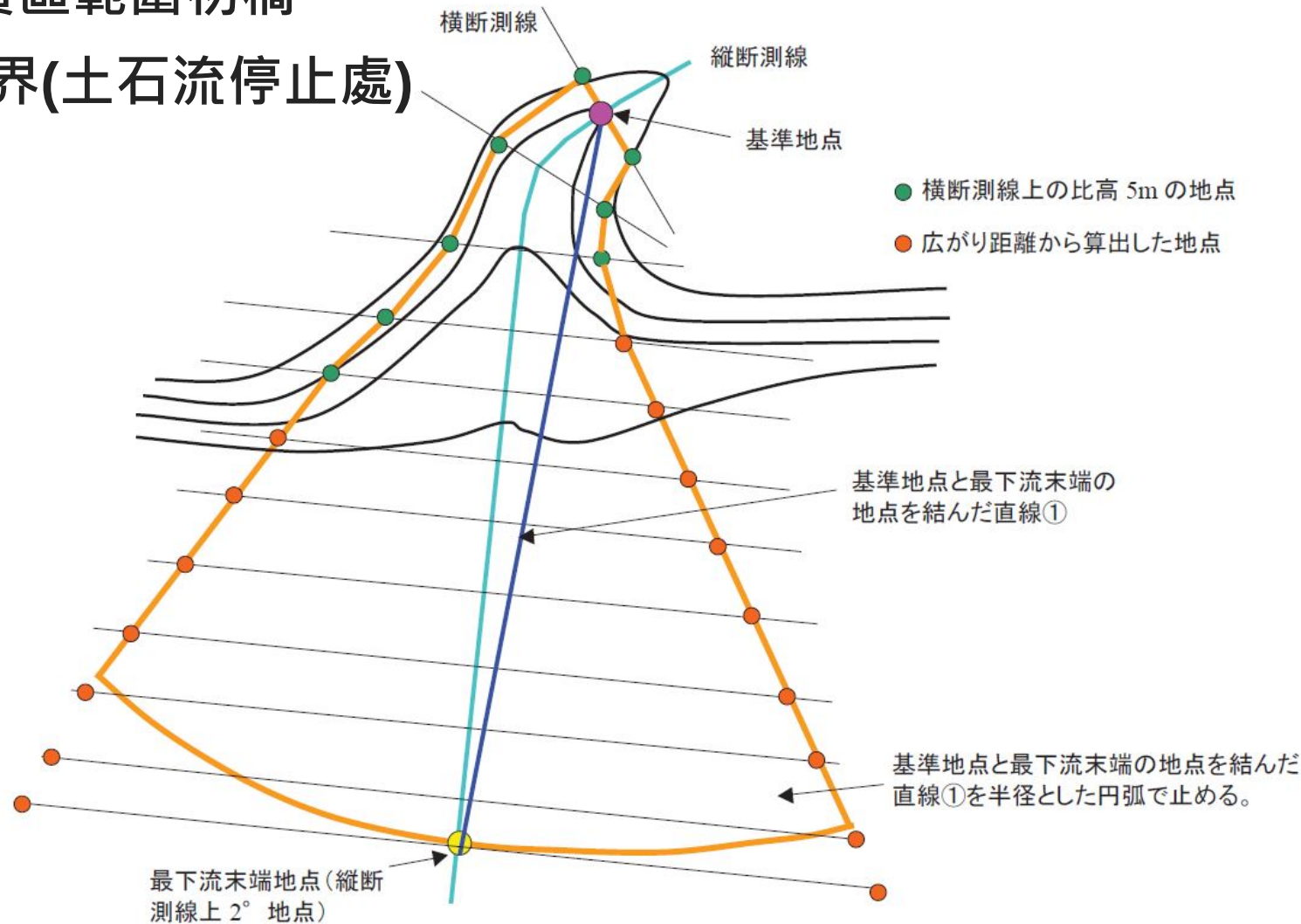


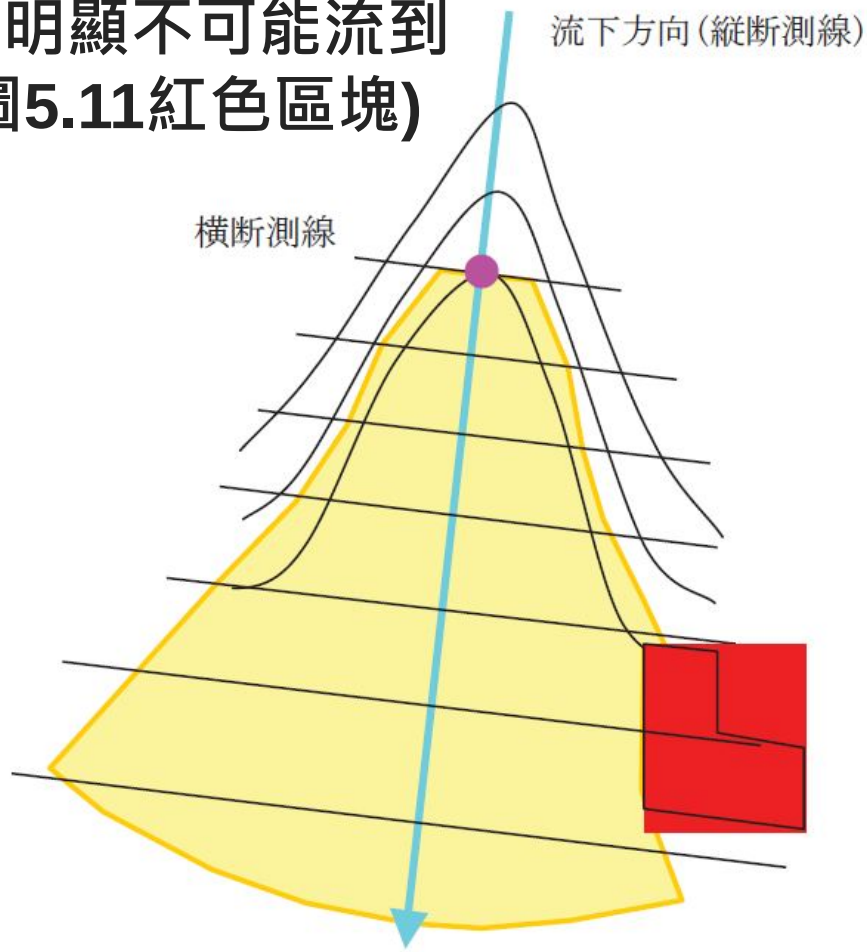
図 5.10 最下流末端における危害のおそれのある土地の設定方法



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1 於圖上劃設黃區範圍初稿

- 刪除土石流明顯不可能流到的範圍(如圖5.11紅色區塊)



- 明らかに土石等が到達しない土地
- 危害のおそれのある土地

図 5.11 明らかな土石等が到達しない土地の設定

5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.1於圖上劃設黃區範圍初稿

■ 考慮水平地形實際狀況(例如建物等的影響)

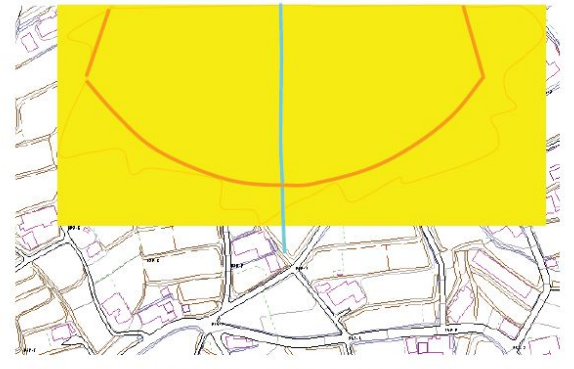
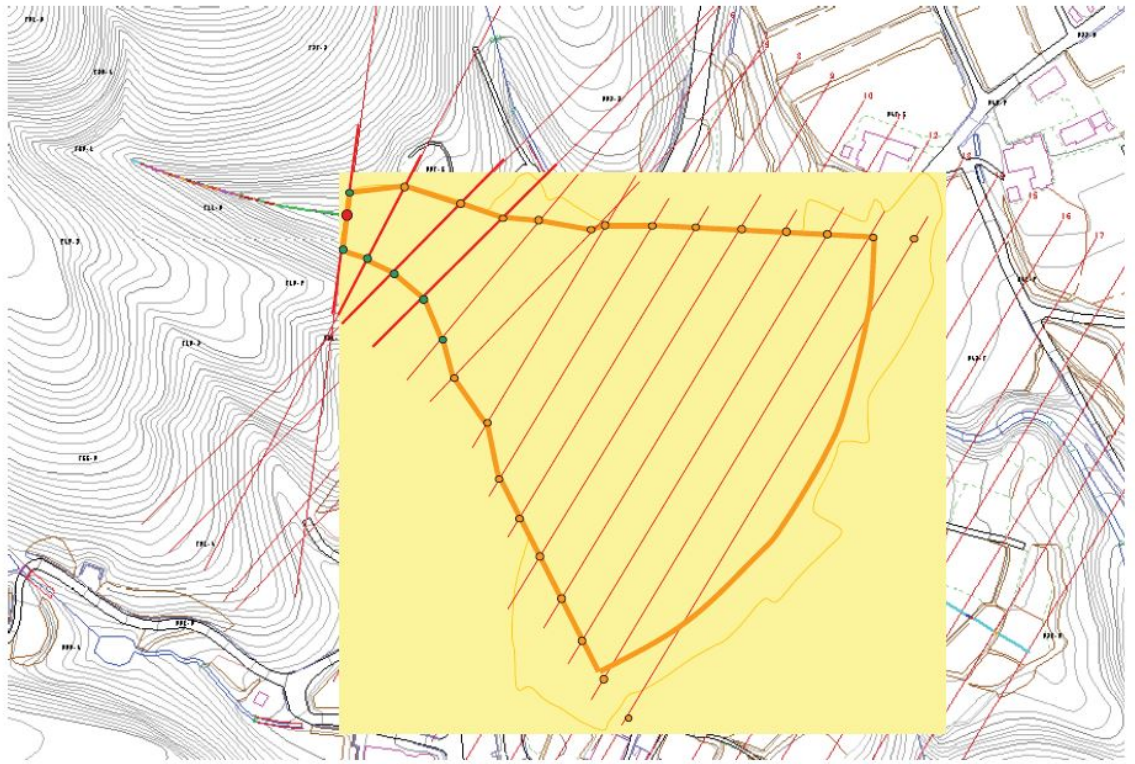


圖 5.12 土石流到達の可能性の検討を要する区域



圖 5.14 危害のおそれのある土地

✓ 不考慮建物等之影響



✓ 考慮建物等之影響

- 危害のおそれのある土地
- 水平地形を考慮した危害のおそれのある土地

圖 5.13 危害のおそれのある土地の設定例（土地利用を考慮する場合）



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.2 由地形判斷土石流明顯不可能流到的範圍

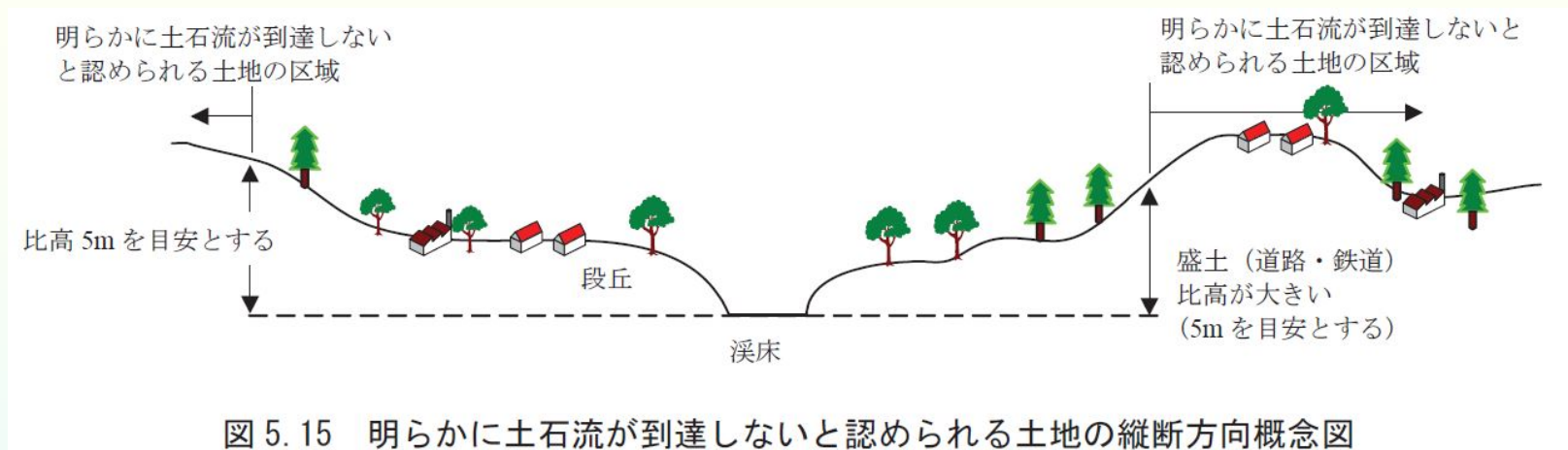


図 5.15 明らかに土石流が到達しないと認められる土地の縦断方向概念図

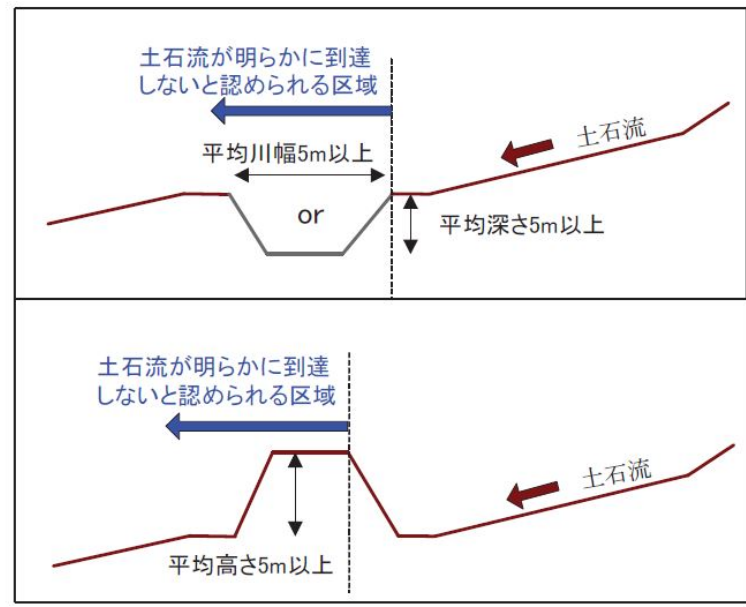


図 5.16 明らかに土石流が到達しないと認められる土地の横断方向概念図



5.1 災害潛勢區(黃區)劃定方式

5.1.3 黃區範圍定稿

- 土石流停止邊界亦可由歷史土石流遺跡判定之，具體觀察項目包括：扇狀地、巨礫群的存在、非層狀的混合沉積物
- 若紅區落在黃區外，則應擴大黃區範圍至少與紅區一致

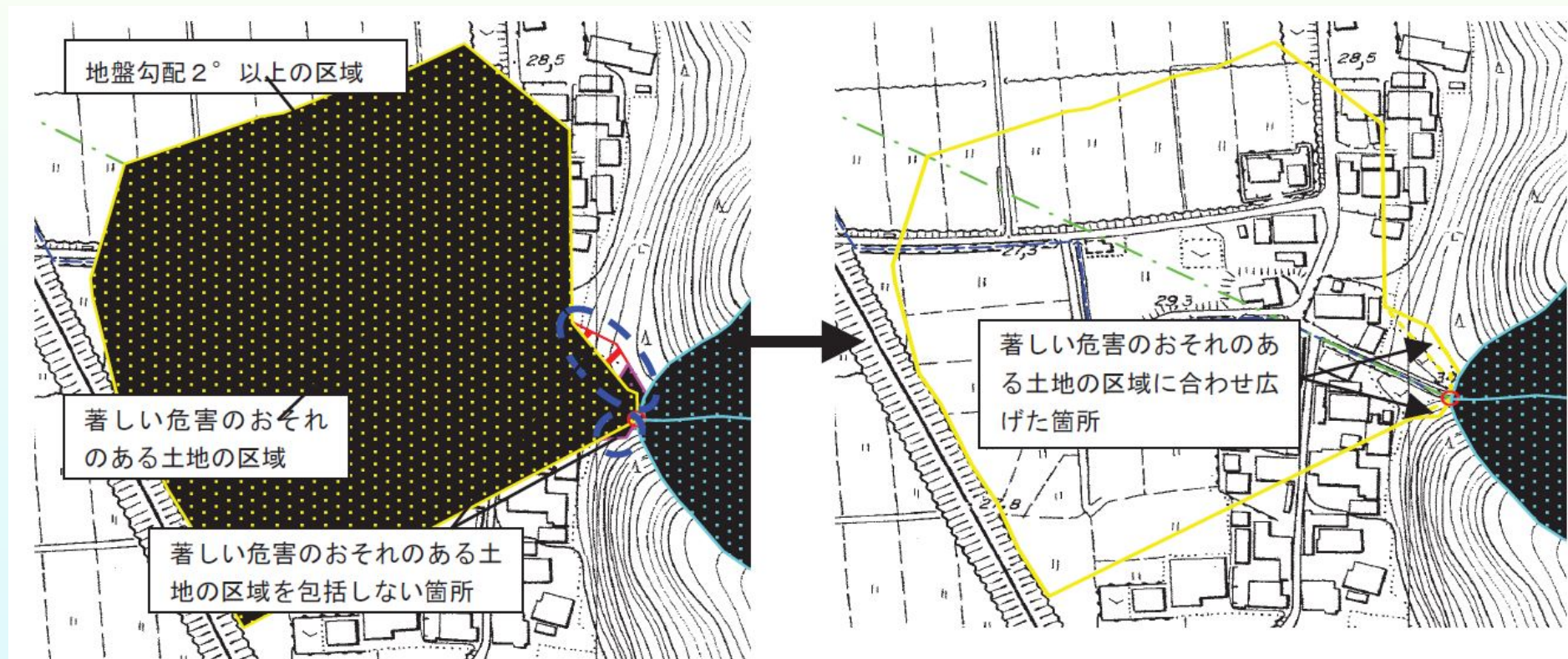


図 5.17 著しい危害のおそれのある土地の区域を包括しない箇所の修正事例



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

- 重大土砂災害潛勢區(紅區)：有損毀建築、嚴重危害居民生命或身體之虞的土砂災害影響區域

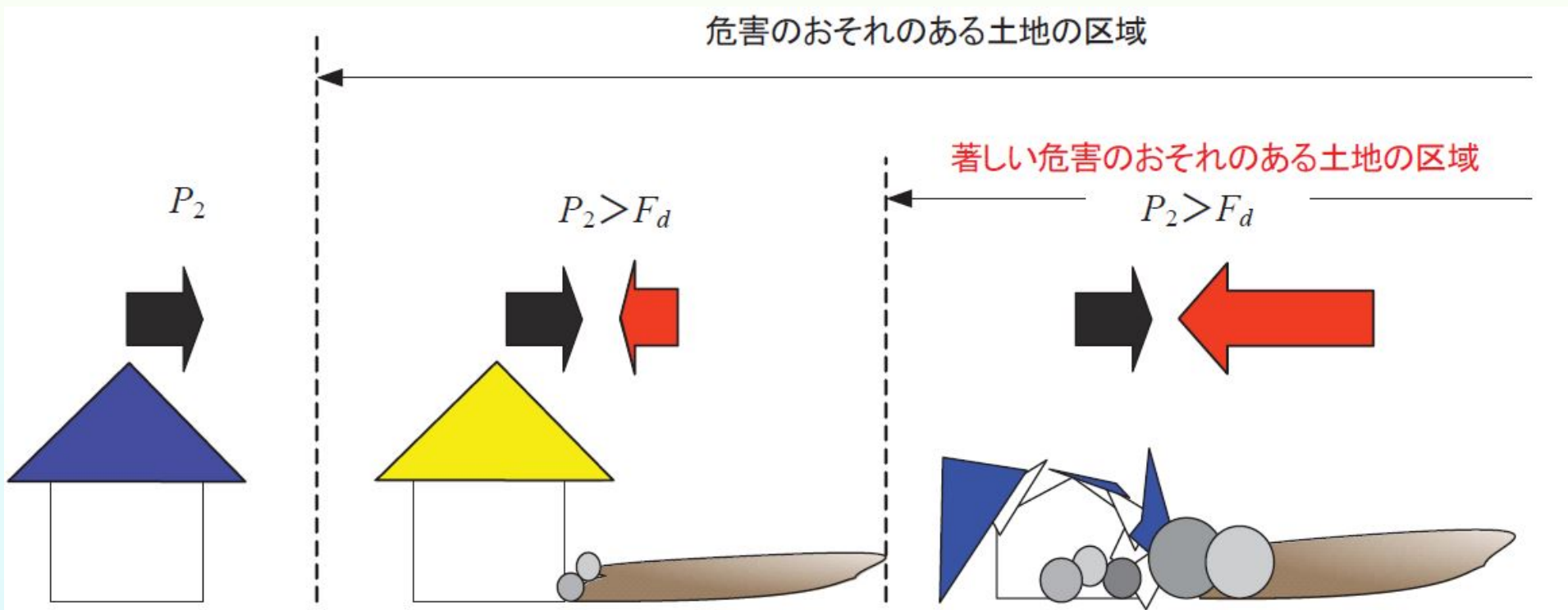


図 5.18 著しい危害のおそれのある土地の区域の定義



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.1 於圖上劃設紅區範圍初稿

■ 作業流程如圖5.19

- 1) 重大災害潛勢區(紅區)
- 2) 設定土石流之土砂流出量(V)
- 3) 設定橫斷線
- 4) 設定土石流流寬(B_e)
- 5) 土石流堆積區之坡度設定
- 6) 土石流作用於建物之衝擊力(F_d)計算
- 7) 建物之抵抗力(P_2)計算
- 8) 劃設紅區初稿
- 9) 劃設紅區(定稿)

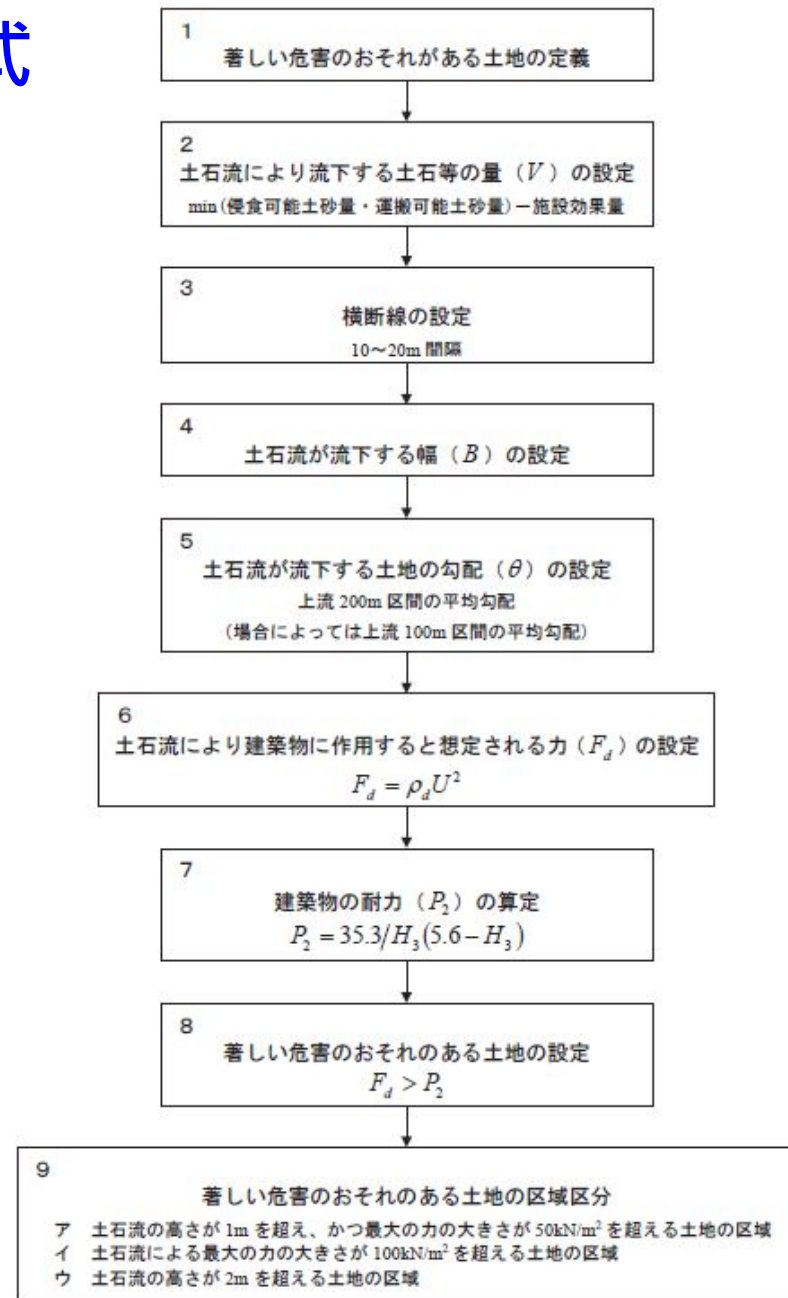


図 5.19 著しい危害のおそれがある土地の把握の手順



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.2 設定土石流之土砂流出量(V)

$V = \min (\text{可能侵蝕之土砂量 } V_e, \text{ 可能運搬之土砂量 } V_{ec}) - \text{設施效果量}$

- 扣除設施效果量前，土砂流出量之最小值為 1000m^3
- 可能侵蝕土砂量 V_e 之計算，可參 1.2.5節及5.2.3節
- 可能運搬之土砂量 V_{ec} 之計算，可參5.2.4節

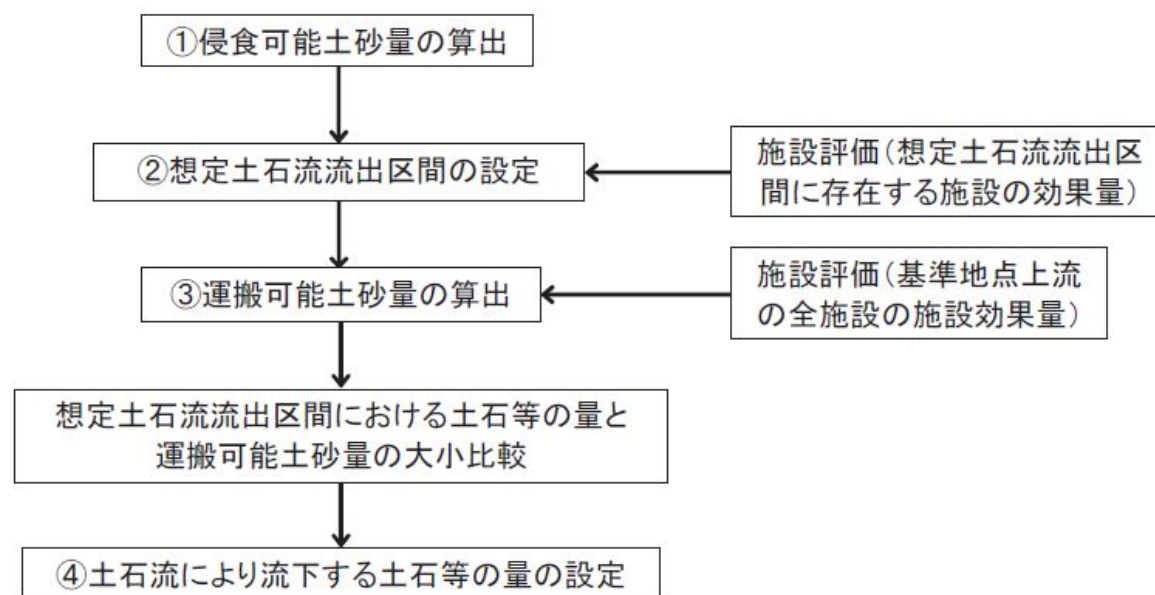


図 5.20 土石流により流下する土石等の設定フロー



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.3 找出想定土石流流出區間(L_{me})

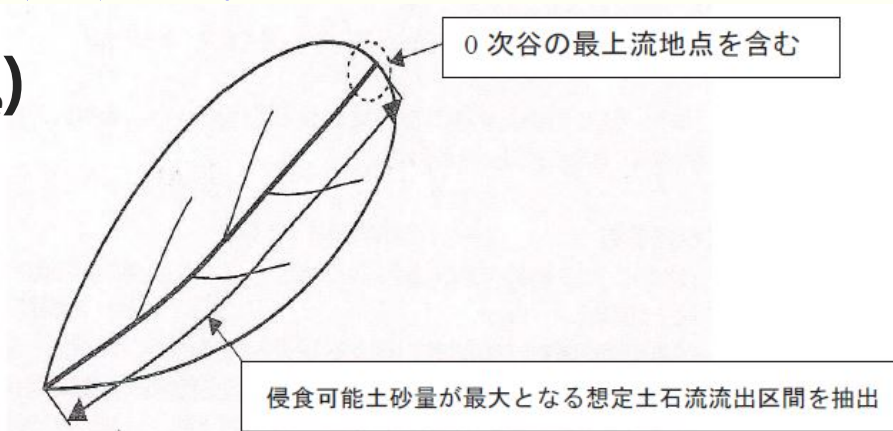
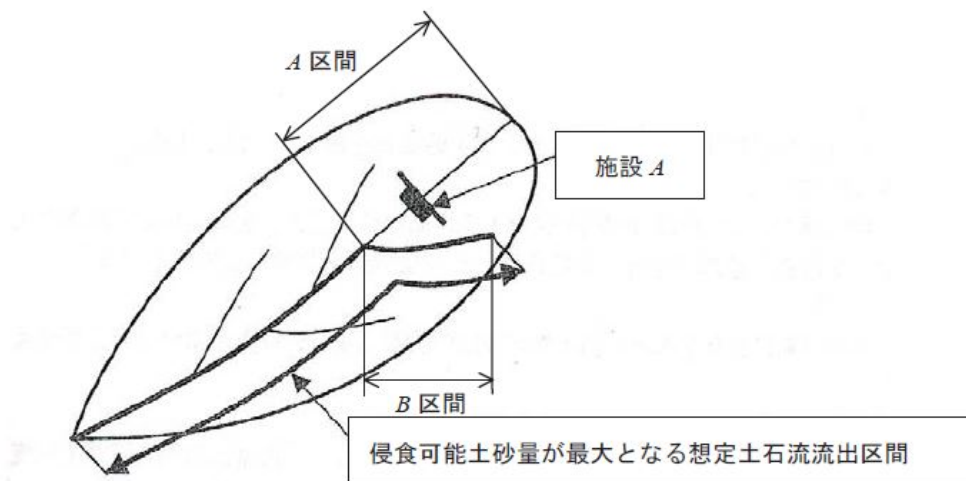


図 5. 21 (1) 想定土石流流出区間の抽出イメージ（無施設時）



「(A区間侵食可能土砂量－施設A施設効果量) < (B区間侵食可能土砂量)」の場合

図 5. 21 (2) 想定土石流流出区間の抽出イメージ（現況対策施設がある場合）



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.4 可能運搬之土砂量 V_{ec} 之計算

計画規模の降雨量は、流域に降る降雨量を代表するに相応しい最寄りの雨量観測所における観測データから 100 年超過確率の日雨量を求め、既往最大日雨量と比較して大きい方の値を用いる。

$$V_{ec} = \frac{10^3 \cdot R_T \cdot A}{1 - \lambda} \left[\frac{C_d}{1 - C_d} \right] f_r \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

A : 基準地点より上流の流域面積 (km²)

C_d : 土石流の容積土砂濃度

R_T : 計画規模の降雨量 (mm)

※ 地域の降雨特性や災害特性を検討して代表観測所と計画規模を決定する。

岩手県では、 $R_T=100$ 年超過確率日雨量と既往最大日雨量を比較して大きい方の値を用いる。

なお、一般には $T=24$ を用いる。

λ : 空隙率で 0.4 とする (※「技術指針 (案)」)

f_r : 流出補正率で流域面積 (A) に対して与える

$f_r = 0.05 (\log A - 2.0)^2 + 0.05$ (ただし、 f_r は 0.5 を上限とし、0.1 を下限とする)

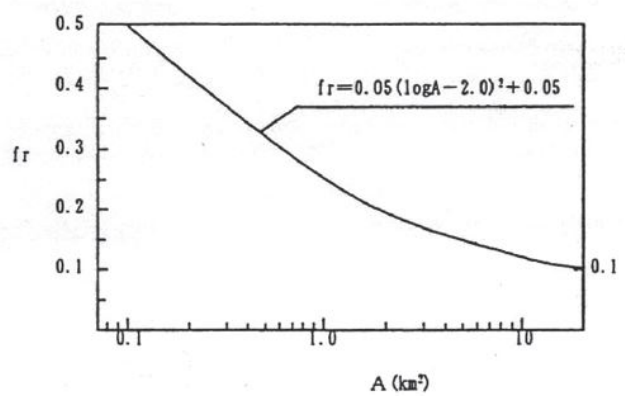


図 5.22 流出補正率 (f_r)

■ 計畫降雨量取下二者之max

✓ 100年重現期之24小時降雨量

✓ 歷史最大日雨量

■ 最小單位為10m³

ここで、 C_d は式(2)より求める。 $\sigma \cdot \rho \cdot \phi \cdot C_s$ の土質定数等は、2.1章で定めた値を用いる。
本式は、溪床勾配 10°~15° に対して適用する式であるが、それより緩勾配の範囲についても準用する。
ただし、計算値 C_d が $0.9 C_s$ より大きくなる場合は $0.9 C_s$ とし、 0.3 より小さくなる場合は 0.3 とする。

$$C_d = \frac{\rho \cdot \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)} \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

σ : 礫の密度 (2.6t/m³)

ρ : 水の密度 (1.2t/m³)

ϕ : 堆積土砂の内部摩擦角 (35°)

θ : 溪床勾配 (°)

※ θ は、基準地点から上流 200m 区間 (水平距離) の平均勾配を用いる。
200m に満たない場合は、最速 0 次谷の最上流までとする



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.5 橫斷線之設定

- ① 縱斷測線番号：溪流別流下方向毎にローマ数字を昇順で付番する（例：Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ）
- ② 横斷測線番号：縦斷測線毎にスモールアルファベットを基準地点から昇順で付番する（例：Ⅰ-a）
- ③ 基準地点番号：縦斷測線毎にラージアルファベットを昇順で付番する（例：Ⅰ-A）
- ④ 計算地点番号：基準地点番号と重複しないように縦斷測線毎にラージアルファベットを昇順で付番する（例：Ⅰ-B）

■ 考慮地形變化點，取
20m為間隔

■ 如縱斷線彎曲較大處，
應增加補助之橫斷線

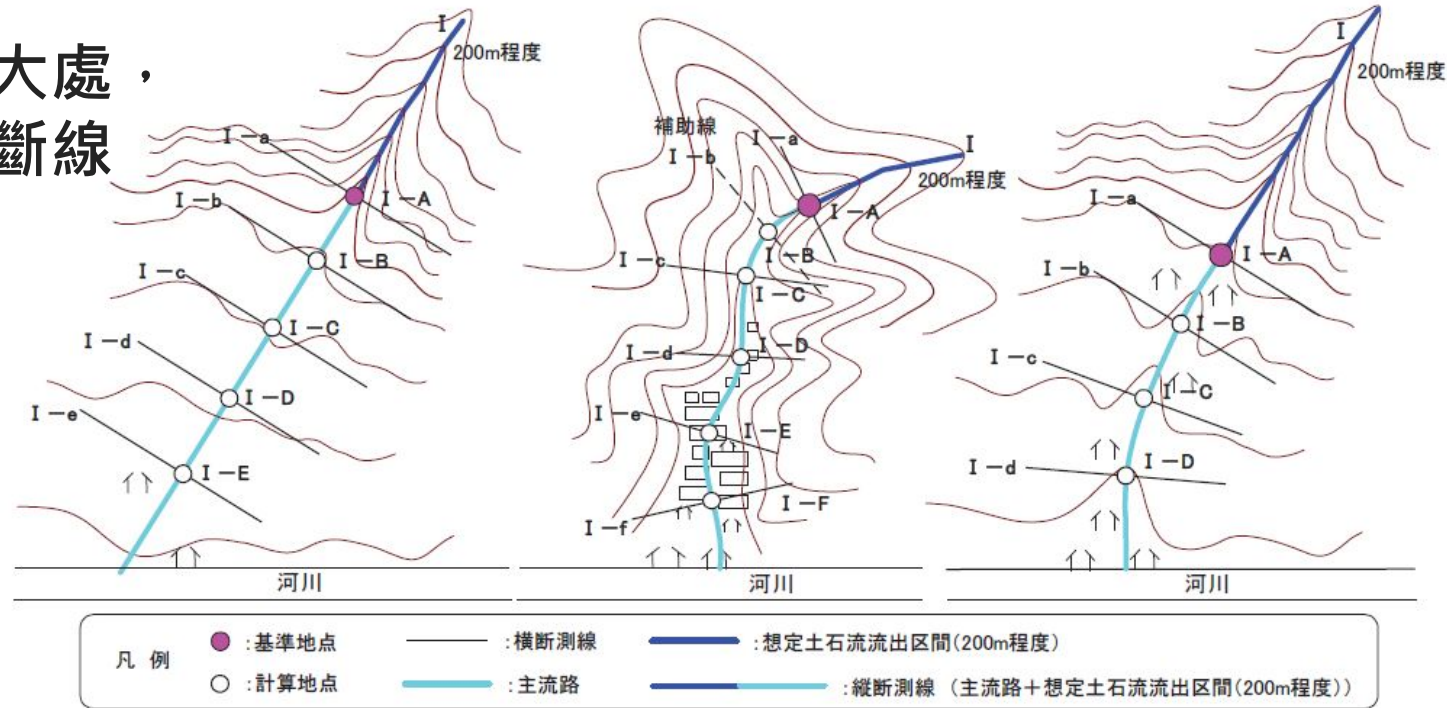


図 5.23 縦斷測線・横斷測線・計算地点の設定例



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.6 設定土石流流寬(B_e)

- $B_e = \min(\text{曼寧式}, \text{雷吉姆式})$
- 一旦採用雷吉姆式，則其相鄰之流路斷面均採用相同之土石流流寬(B_e)

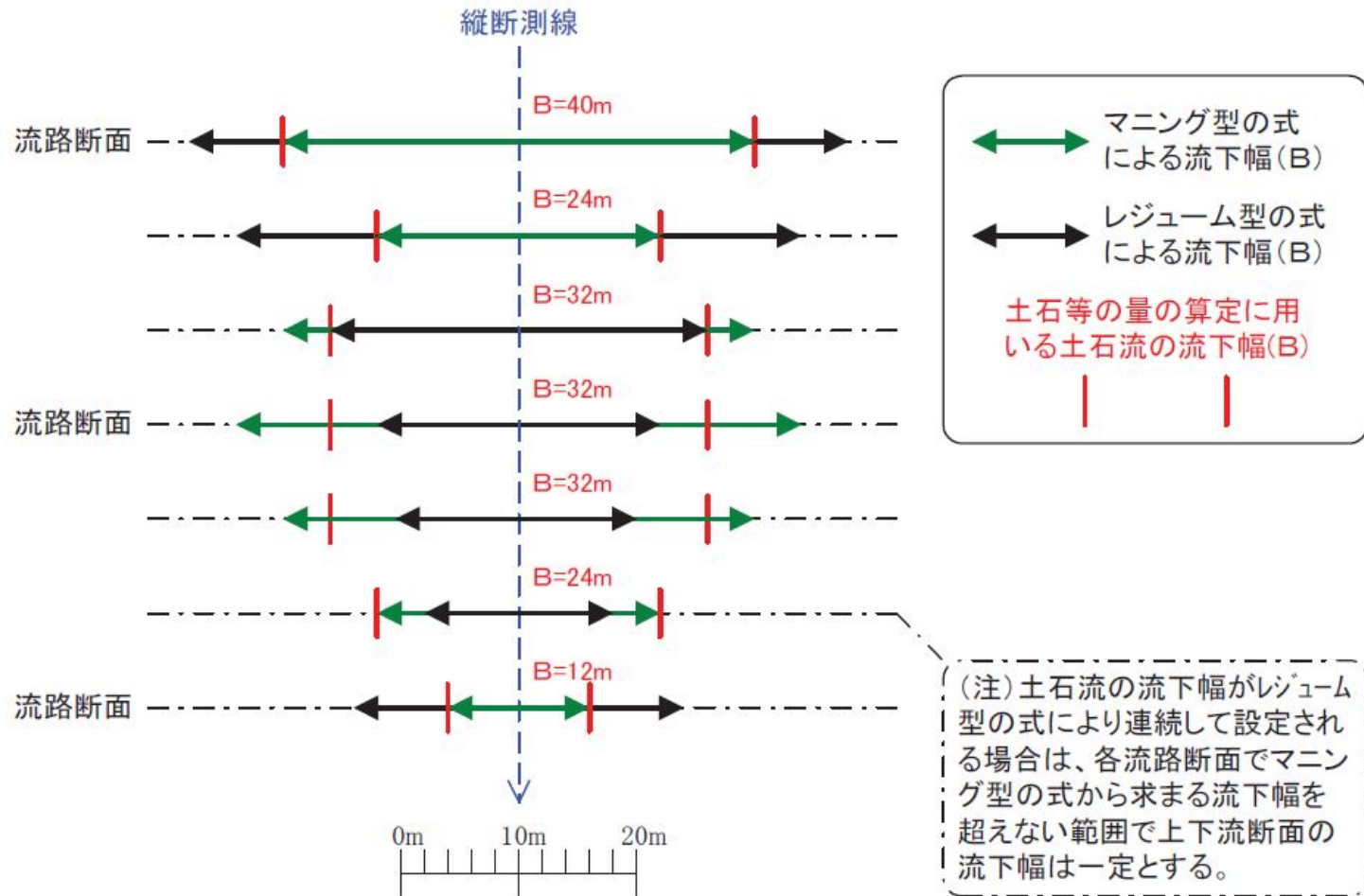


図 5.24 土石等の量の算定に用いる土石流の流下幅 (B)



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.6 設定土石流流寬(B_e)

(2) マニング型の式による土石流が流下する幅 (B) の計算方法

土石流の流下幅 (B) は、横断測線上の流路断面が土石流のピーク流量を十分に通過できるだけの容量があると同時に、流下する土石流がその流路断面を確実に通過する条件にあるときは「建設省河川砂防技術基準 (案) 同解説 調査編」⁷⁾ (建設省河川局監修、平成 9 年 9 月) に示された以下のマニング型の式の関係式から算出することができる。

マニング型の式による流下幅は以下の式を用いて計算する。

$$U = \frac{Q_p}{A} = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \sin \theta^{\frac{1}{2}}$$

ここで、

U : 土石流の流速 (m/s)

Q_p : 土石流のピーク流量 (m³/s)

A : 断面積 (m²)

n : 粗度係数 (s/m^{1/3})

R : 径深 (m) ($R=A/S$, S : 潤辺長 (m))

θ : 土石流が流下する土地の勾配 (°)

上式より

$$Q_p = \frac{1}{n} \left(\frac{A}{S} \right)^{\frac{2}{3}} \sin \theta^{\frac{1}{2}} \cdot A$$

となる断面を求めることにより、このときの幅 (B) を土石流が流下する幅 (B) とする。

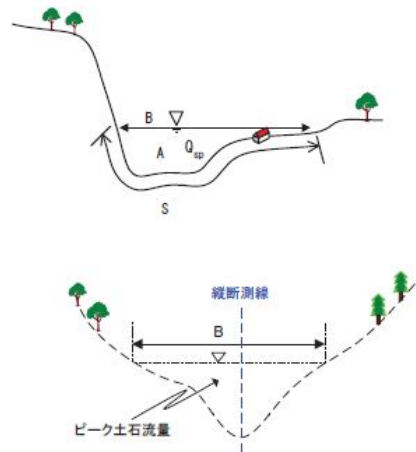


図 5.26 マニング型の式による土石流の流下幅 (B) の計算概念図

(3) レジーム型の式による土石流が流下する幅 (B) の計算方法

平坦な扇状地等で、土石流の流下幅がマニング型の式から算出できない条件にあるときは、国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター (砂防研究室) 調べによるレジーム型の関係式で土石流の流下幅を算出することができる。

レジーム型の式による流下幅は以下の式を用いて計算する。

$$B = \alpha \cdot Q_p^{\frac{1}{3}}$$

ここで、

B : 横断面での土石流が流下する幅

Q_p : 土石流のピーク流量 (m³/s)

α : レジーム型の式の定数

α は原則として 4 とする。

〔広島災害 (平成 11 年 6 月発生) における検証事例 (「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) による。〕

雷吉姆式

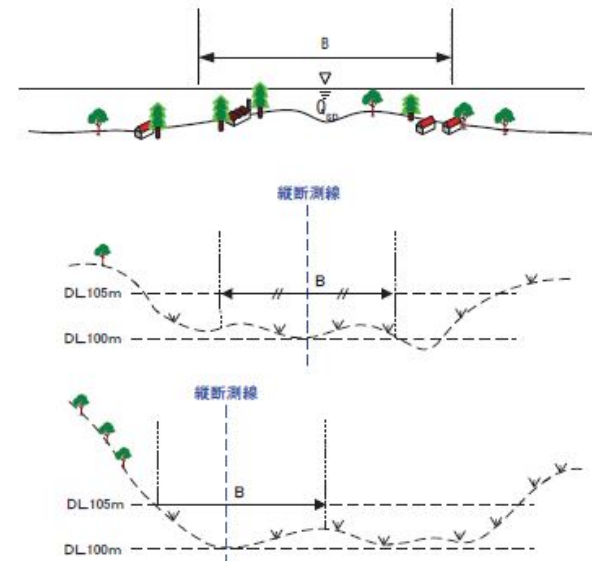


図 5.27 レジーム型の式による土石流の流下幅 (B) の計算概念図



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.6 設定土石流流寬(B_e)

(4) 片側が地形で規制される場合のレジーム式適用ルール

図 5.28 に示すように片側が地形で規制される場合には、地形図上及び現地地で流下方向の再確認を行い、必要に応じて流下方向の再設定を行う。

流下方向に問題がないと判断される場合において、レジーム型の式による流下幅は、流下中心から左右均等幅になると設定する。

左右岸の何れかにおいて地形的に流下が規制される場合、規制される側は図 5.29 にあるようにマニング型の式により幅を設定する。

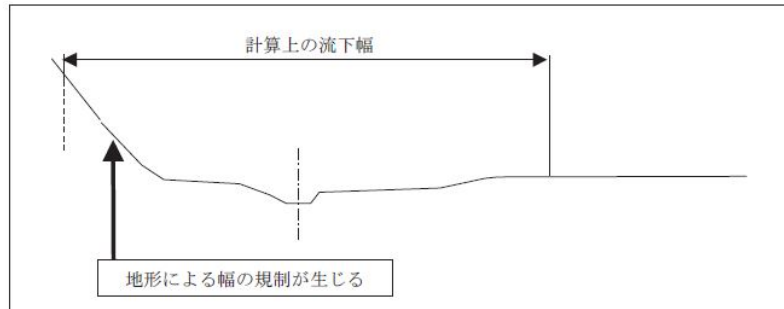


図 5.28 レジーム型の式による幅が地形で規制される場合

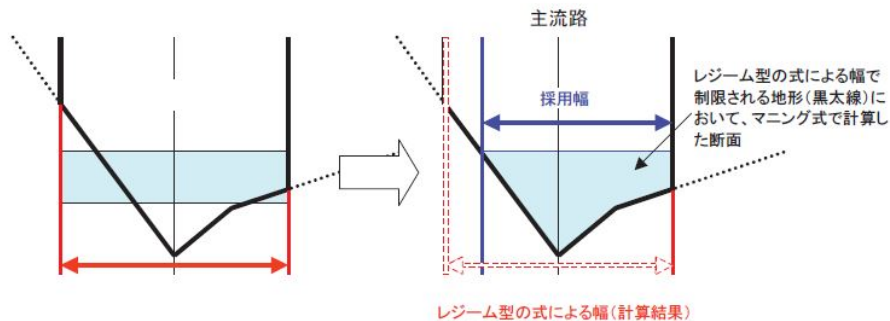


図 5.29 地形により流下幅が規制される場合の設定方法

(5) 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（数値地形図より判断）は、レジーム型の式による値を採用する。
- ・ 現地調査により、上記判断の妥当性を再度確認する。

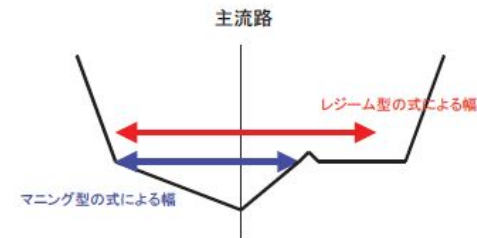


図 5.30 流路断面④の横断面

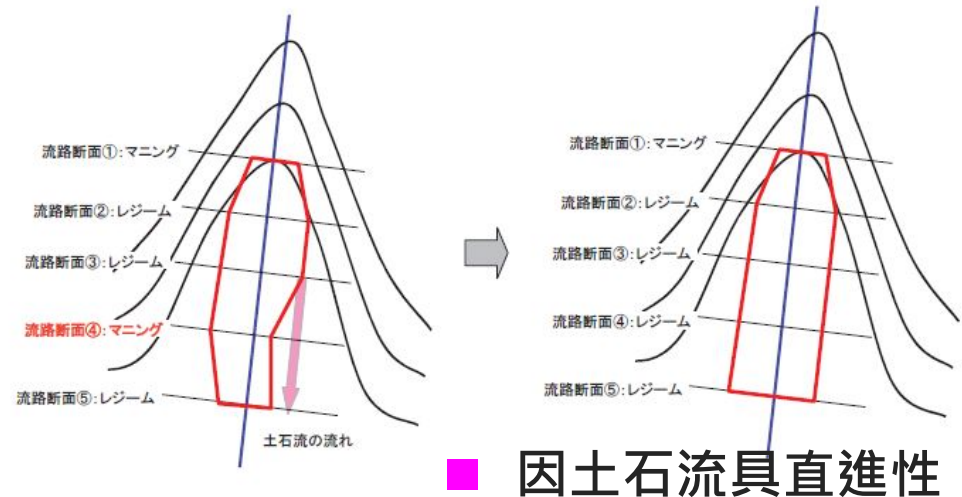


図 5.31 流路断面④の平面図（左：マニング、右：レジーム＝修正後）

5.2.7 土石流堆積區之坡度設定

■ 作法參1.3.2 節



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.8 土石流對建物衝擊力(F_d)計算

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。

$$F_d = \rho_d \cdot U^2$$

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 (kN/m^2)

ρ_d : 次の式により計算した土石流の密度 (t/m^3)

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

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 (t/m^3)

ϕ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 ($^\circ$)

θ' : 流水が山麓における扇状の地形に地域に流入する地点から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算出する土地までの各地点における土地の勾配のうち最も小さいもの ($^\circ$)

U : 次の式により計算した土石流の流速 (m/s)

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

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 (m)

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

この式において、 n 、 C_s 、 V' 、 σ 、 ρ 、 ϕ 、 θ 、 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_s : 堆積土石等の容積濃度

V' : 水が山麓における扇状の地形に地域に流入する地点から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算出する土地までの各地点における土石流により流下する土石等の量のうち最も小さいもの (m^3)

σ : 土石流に含まれる礫の密度 (t/m^3)

ρ : 土石流に含まれる流水の密度 (t/m^3)

ϕ : 土石流に含まれる土石等の内部摩擦角 ($^\circ$)

θ : 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算出する土地の勾配 ($^\circ$)

θ' : 流水が山麓における扇状の地形に地域に流入する地点から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算出する土地までの各地点における土地の勾配のうち最も小さいもの ($^\circ$: 「計算勾配」という。)

B : 土石流が流下する幅 (m)

5.2.9 建物之抵抗力(P_2)計算

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。

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。

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

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 (kN/m^2)

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 (m)

【解説】

基準地点及び各計算地点における通常の建築物の耐力 (P_2) は、式(4)又は(11)で算出した土石流の高さを用いて以下の告示式から算定する。

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

ここで、

P_2 : 通常の建築物の耐力 (kN/m^2)

H_3 : 建築物に作用する土石流の高さ (m)

なお、図 5.32 に示すように H_3 が2.8mまでは P_2 は減少するが、 H_3 が2.8mを超えると P_2 は増加する。このため、土石流の高さ (h) が2.8m以上の場合は、 H_3 は2.8mとする。

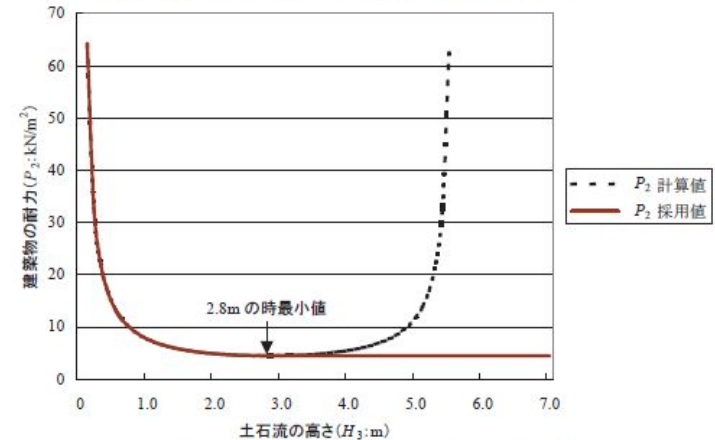


図 5.32 土石流に対する建築物の耐力 (P_2) と土石流の高さ (H_3) の関係



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.10 劃設紅區(定稿)

- 若土石流衝擊力 $F_d < \text{建物耐受力} P_2$ ，不須劃紅區
- 已劃為紅區範圍內，應標明土石流堆積1m以上且 $F_d > 50 \text{KN/m}^2$ 地區
- 如治理工程之捕捉效果可使($F_d < P_2$)，則該工程以下不須劃紅區

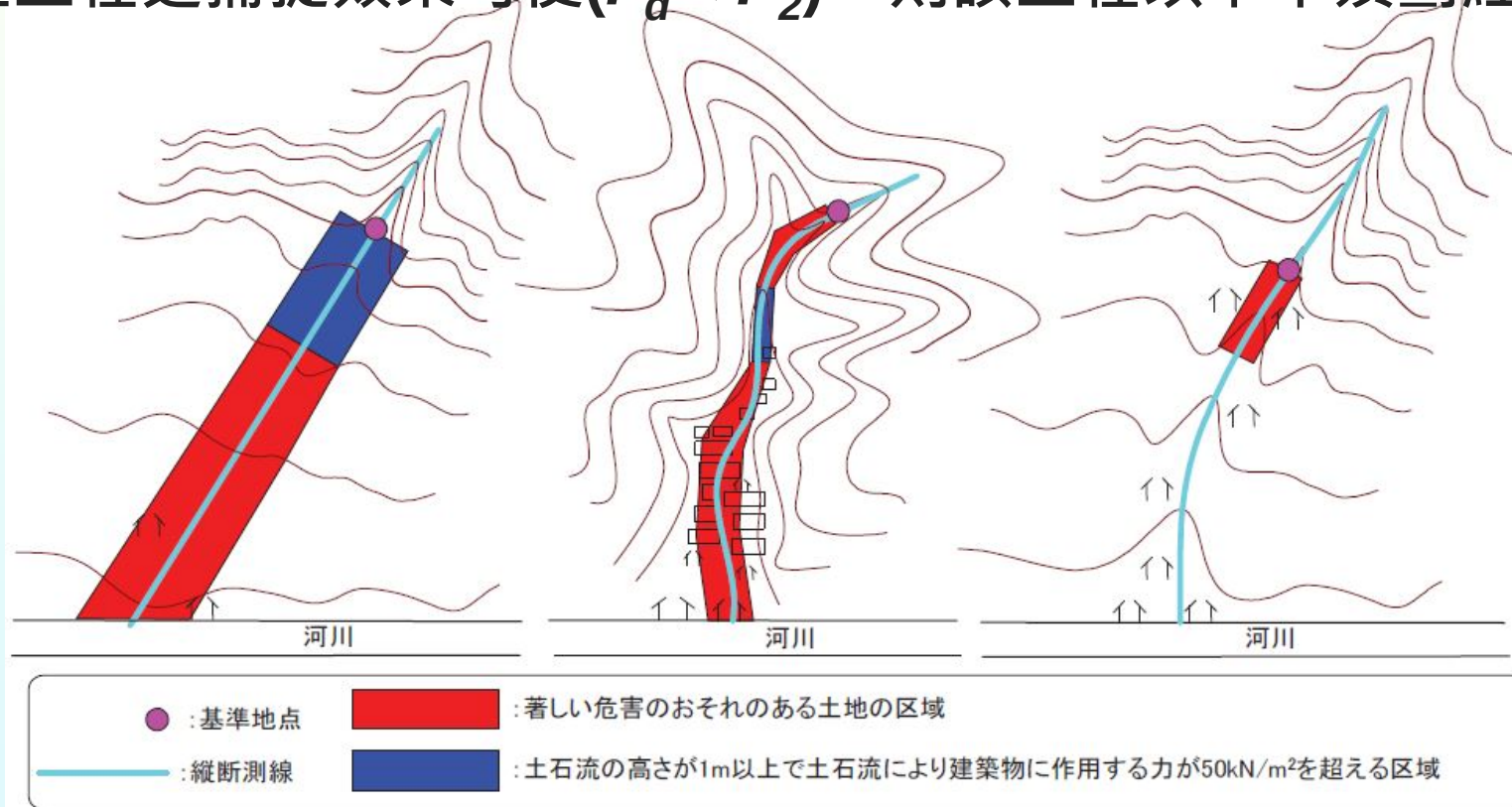


図 5.33 著しい危害のおそれのある土地の区域設定例



5.2 重大災害潛勢區(紅區)劃定方式

5.2.10 劃設紅區(定稿)

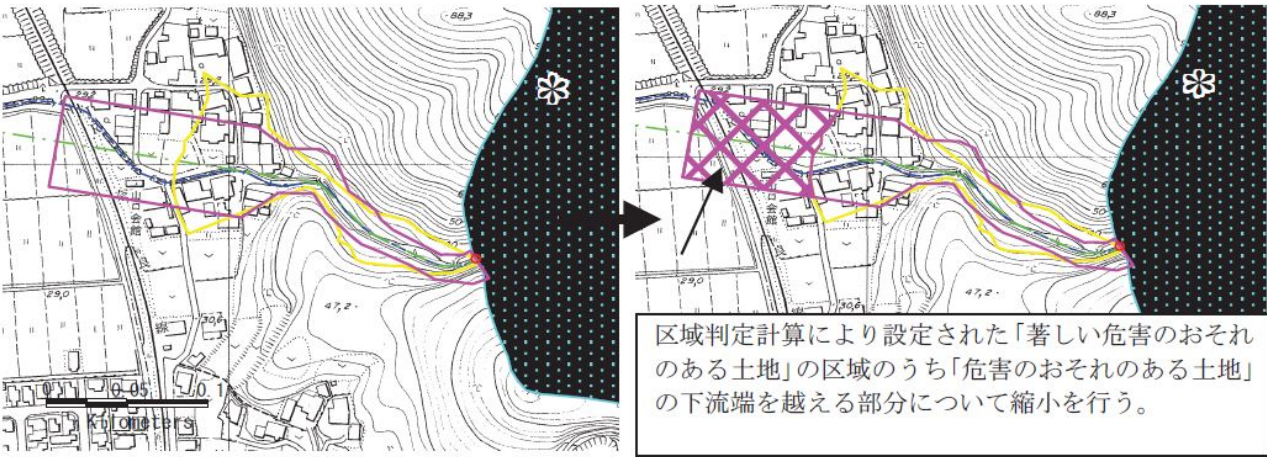


図 5.37 著しい危害のおそれのある土地の縮小例

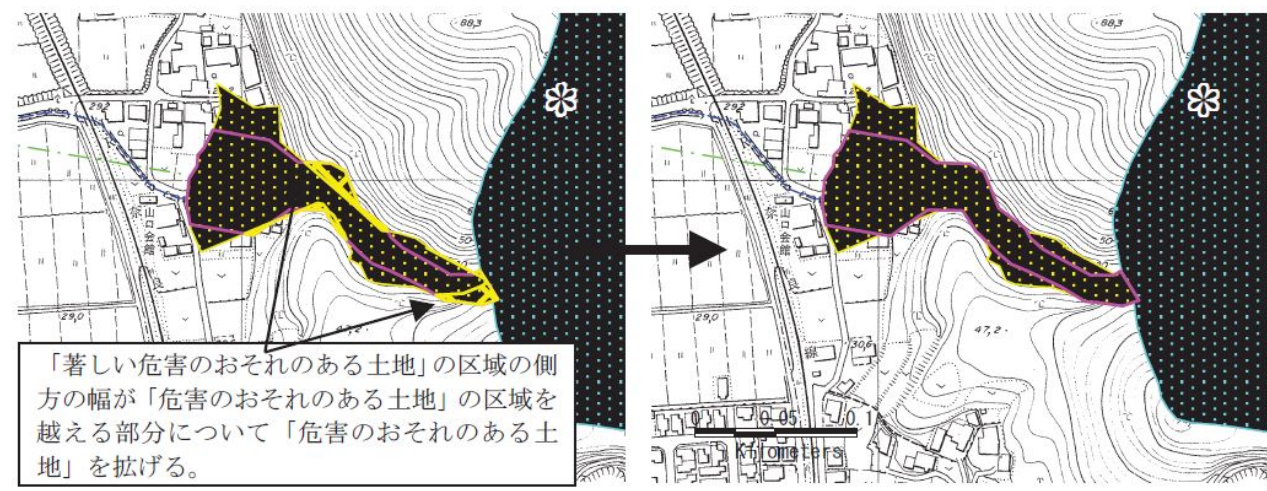


図 5.38 危害のおそれのある土地の拡張例

- 若紅區跨越黃區下游端時，應刪減紅區
- ✓ 因Fd公式只適用於 bed load(推移質)，不適用於2~3°之地形
- 若紅區跨越黃區側邊時，則加大黃區範圍



**謝謝聆聽
敬請指教**

