

日本「砂防基本計畫制定基準（土石流及漂流木對策篇）解說」導讀

報告者：水保局技研小組 陳均維
2018年05月15日



大綱

● 歷史災害案例

● 基準演進歷程

● 詳細內容介紹



歷史災害案例



2013年伊豆大島土砂災害



2017年九州豪雨事件土砂災害



2001年桃芝颱風



2004年敏督利颱風



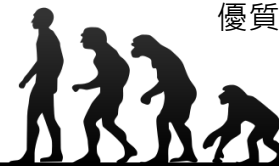
2009年莫拉克颱風

資料來源：
土石流防災—陳振宇的公職記事
<http://thma.com.tw/gallery/displayimage.php?album=37&pos=42>
<https://www.jiji.com/jcpcid=20170706124127-0024418481>
自由時報(法新社)、歷史影像平台(黃國鋒、王志豪、吳建良、鄧敏政等)



基準演進歷程

優質、效率、團隊



国土交通省
国土技術政策総合研究所
National Institute for Land and Infrastructure Research

国総研について

About NILIM

研究・活動の紹介

Research & Activity

研究成果・データ

Research results

[ホーム](#) / [研究成果・データ](#) / [基準マニュアル類](#)

基準マニュアル類

国総研が検討・策定に携わっている技術基準、マニュアル、ガイド

下水道分野

▶ [B-DASHプロジェクト No.1 超高効率固液分離技術を用いたエ](#)
[\(2013.7\)](#)

▶ [B-DASHプロジェクト No.2 バイオガスを活用した効果的な再](#)
[\(2013.7\)](#)

(下水処理研究室のページから『B-DASHプロジェクト』の紹介を

河川分野

▶ [国土交通省河川砂防技術基準調査編 \(2012.6\)](#) (国土交通省ホー

▶ [浜岸後退抑止工の性能調査・施工・管理マニュアル \(2014.1\)](#)

▶ [人工リーフ被覆ブロックの波浪安定性能評価のための水理実験マ](#)

砂防分野

▶ [砂防基本計画策定指針 \(土石流・流木対策編\) 解説 \(2007.3\)](#)

▶ [土石流・流木対策設計技術指針解説 \(2007.3\)](#)

▶ [山地河道における流砂水文観測の手引き \(案\) \(2012.4\)](#)

資料來源：<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kijyun.html>



国土交通省 国土技術政策総合研究所
土砂災害研究部

砂

[HOME](#) [紹介](#) [課題](#) [技術情報](#) [災害情報](#)

技術情報

■ 流砂水文観測に関する各種マニュアル
ードは以下のファイル名をクリックして

- ・ [【様式2】流砂量観測箇所情報 \(エクセル、約215KB\)](#)

土石流・流木対策設計技術指針解説 国総研資料第905号 Q&A

(平成28年11月18日時点)

番号	項目等	質問(案)	回答(案)
1	2.1.3不透過型砂防えん堤の構造 2.1.3.1越流部の安定性 (2)設計外力	不透過型砂防えん堤の越流部および透過型砂防えん堤の非越流部の土石流時の安定計算で、後続流の計算は必要ないのでしょうか？	土石流時は土石流ピーク流量が生じた際の設計外力に対して安定計算を行うことになっております。よって、後続流の計算を行う必要はありません。
2	2.1.3不透過型砂防えん堤の構造 2.1.3.1越流部の安定性 (2)設計外力	γ _{sw} :水の単位体積重量(えん堤高が15m未満の場合は11.77KN/m ³ 程度、えん堤高が15m以上の場合は9.8KN/m ³ 程度)とあるが、えん堤高によって単位体積重量をなぜ使いわけるのでしょうか？	えん堤高が低い(15m未満)場合は揚圧力を考慮しないため、安全側を考慮、静水圧を求める場合の単位体積重量を割り増して計算することとしております。
3	2.1.3.1越流部の安定性	整備率100%の最下流の堰堤における抽部を越流する	

■ [国総研資料905号：土石流・流木対策設計技術指針解説のQ&Aを掲載しました。](#)

■ [国総研資料904号：砂防基本計画策定指針 \(土石流・流木対策編\) 解説のQ&Aを掲載しました。](#)

■ [土石流・流木災害の実験映像](#)

■ [砂防基本計画策定指針 \(土石流・流木対策編\) および土石流・流木対策設計技術指針の一部変更と留意事項について \(平成25年3月29日\)](#)



2016年之基準與設計事例

国土交通省 国土技術政策総合研究所
土砂災害研究部

砂防研究室

SABO Planning Division

HOME 紹介 課題 技術情報 災害情報 成果 スタッフ 出前講座 アクセス リンク ENGLISH

■ 受賞

[砂防研究室 内田太郎主任研究官 平成25年度砂防学会賞論文賞](#)

対象論文

場の条件の設定手法が表層崩壊発生箇所の予測に及ぼす影響
内田太郎・盛 伸行・田村圭司・寺田秀樹・瀧口茂隆・亀江幸二
砂防学会誌 Vol.62 No.1 2009.5

■ 砂防研究室的発表論文等をご紹介します。

[国土技術政策総合研究所資料](#) [土木技術資料](#) [学会誌](#) [発表会](#) [その他](#)

■ 国土技術政策総合研究所資料

論文名	執筆者	誌名	巻号	発行年月日
深層崩壊に起因する大規模土砂災害被害想定手法	砂防研究室	国土技術政策総合研究所資料	第983号	2017.8
土石流・流木対策設計技術指針解説	砂防研究室	国土技術政策総合研究所資料	第905号	2016.4
砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説	砂防研究室	国土技術政策総合研究所資料	第904号	2016.4

砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）および 土石流・流木対策設計技術指針に基づく計画・設計事例の解説

<第2版>

平成29年9月1日

2. 5 計画流出量

(1) 計画流出土砂量 (V_{ϕ})

計画流出土砂量は、「流域内の移動可能土砂量」と、「計画規模の土石流」によって運搬できる土砂量」を比較して小さい方の値とする。

① 流域内の移動可能土砂量 ($V_{\phi 1}$)

流域内の移動可能土砂量 ($V_{\phi 1}$) は、以下の式により算出する。

$$V_{\phi 1} = V_{\phi 11} + V_{\phi 12} \cdots (2-1)$$

$$V_{\phi 11} = A_{\phi 11} \times L_{\phi 11} \cdots (2-2)$$

$$A_{\phi 11} = B_d \times D_e \cdots (2-3)$$

$V_{\phi 11}$: 流出土砂量を算出しようとしている地点、計画基準点あるいは補助基準点から1次谷等の最上流端までの区間の移動可能渓床堆積土砂量 (m^3)

$V_{\phi 12}$: 崩壊可能土砂量 (m^3)

$A_{\phi 11}$: 移動可能渓床堆積土砂の平均断面積 (m^2)

$L_{\phi 11}$: 流出土砂量を算出しようとしている地点、計画基準点あるいは補助基準点から1次谷等の最上流端まで渓流に沿って測った距離 (m)

B_d : 土石流発生時に侵食が予想される平均渓床幅 (m)

D_e : 土石流発生時に侵食が予想される渓床堆積土砂の平均深さ (m)

上記のうち崩壊可能土砂量 ($V_{\phi 12}$) は、既往崩壊地からの拡大崩壊量が調査結果より把握できている箇所は崩壊可能土砂量として算出するが、それ以外の流域内の崩壊箇所は的確に推定することが困難であるため、0次谷の崩壊を含めた次式より算出する。

$$V_{\phi 12} \approx \sum (A_{\phi 12} \times L_{\phi 12}) \cdots (2-4)$$

$$A_{\phi 12} = B_d \times D_e \cdots (2-5)$$

$A_{\phi 12}$: 0次谷における移動可能渓床堆積土砂の平均断面積 (m^2)

$L_{\phi 12}$: 流出土砂量を算出しようとする地点より上流域の1次谷の最上流端から流域の最遠点である分水嶺までの流路谷筋に沿って測った距離 (m)

● 流出土砂量の算出方法

…砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 2.6.1(1)

※ ここでは、 B_d ・ D_e は、現地調査結果等により谷次数及び流路毎に設定することとした。このため、 $A_{\phi 11}$ ・ $V_{\phi 11}$ も谷次数及び流路毎に算出することとなり、流域内の移動可能土砂量 ($V_{\phi 1}$) の算出に使用する $V_{\phi 11}$ は、谷次数及び流路毎に算出した $V_{\phi 11}$ の合計とした。

● 侵食幅、侵食深

…砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説 2.6.1(1)

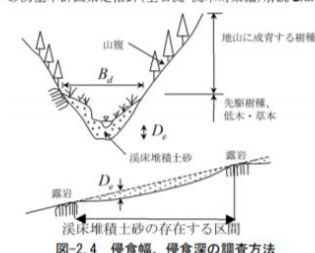


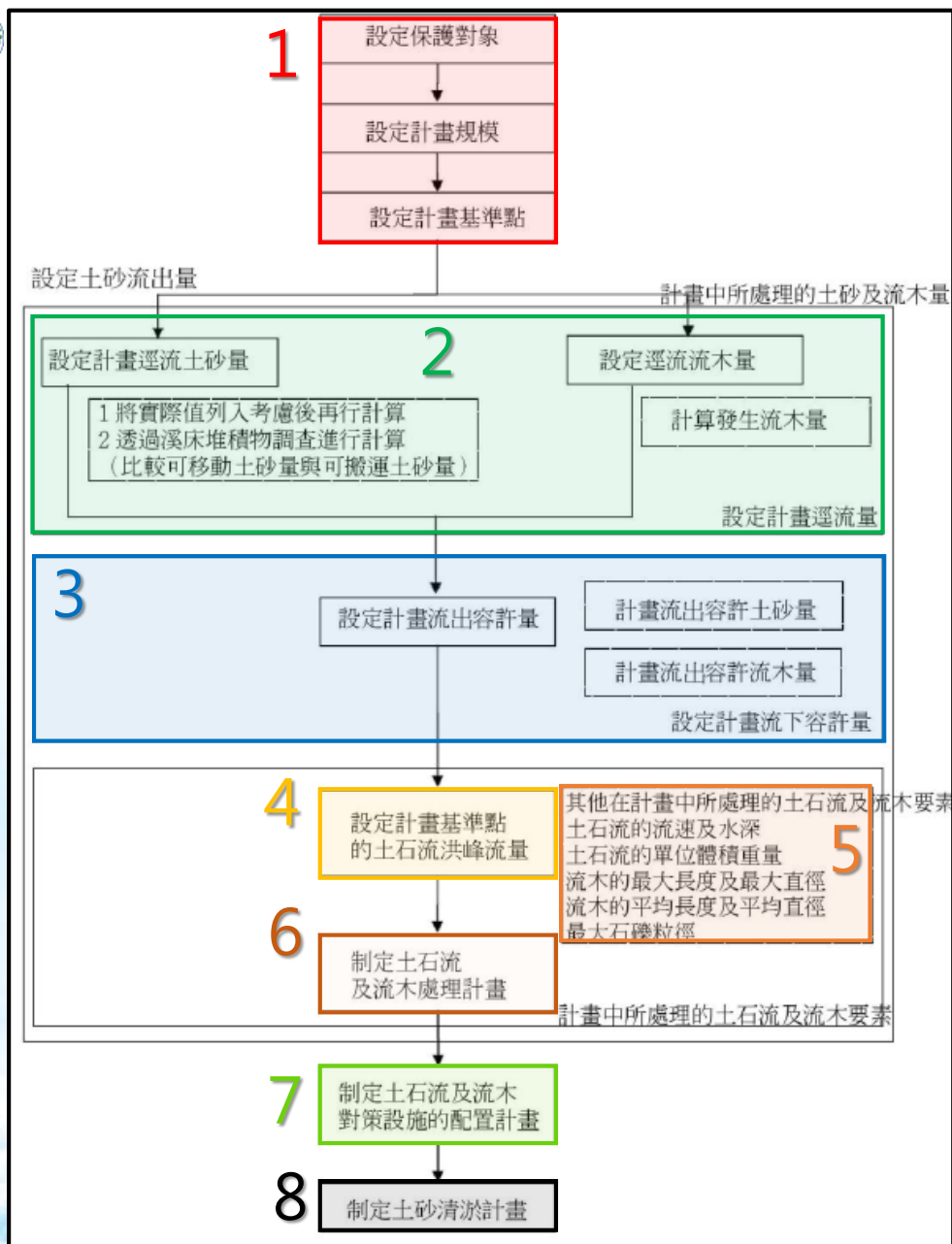
図-2.4 侵食幅、侵食深の調査方法

※ 侵食幅 (B_d)・侵食深 (D_e) の推定は、以下の点に留意して行う。

- ・ 地山の斜面勾配と渓床付近の斜面勾配との緩急
- ・ 露岩の状況 (位置、斜面勾配等)
- ・ 植生の生育状況 (草本、低・高木) 変化

※ 1次谷以上の谷地形を有する渓流は、1次谷の上流端から流域の最遠点までの流路谷筋を0次谷とする。

資料來源：<http://www.nilim.go.jp/lab/rbg/ronbun.htm>



第1節 概 論	4
第2節 土石流及漂流木對策計畫的基本事項	6
2.1 制定計畫的基本方針	6
2.2 保全對象	7
2.3 計畫規模	8
2.4 計畫基準點等	9
2.5 計畫中所處理的土砂及漂流木量等	10
2.5.1 計畫流出量	
2.5.1.1 計畫土砂流出量	
2.5.1.2 計畫漂流木流出量	
2.5.2 計畫容許流出量	
2.5.2.1 計畫容許土砂流出量	
2.5.2.2 計畫容許漂流木流出量	
2.5.3 計畫基準點的土石流洪峰流量	
2.6 土砂與漂流木量等的調查及計算方法	
2.6.1 計畫土砂流出量的計算方法	
2.6.2 計畫漂流木流出量的計算方法	
2.6.3 土石流洪峰流量的計算方法	
2.6.4 清水流量的計算方法	
2.6.5 土石流流速與水深之計算方法	
2.6.6 土石流單位體積重量的計算方法	
2.6.7 土石流流體力的計算方法	
2.6.8 最大礫徑的計算方法	
2.6.9 漂流木最大長度與最大直徑的計算方法	
2.6.10 漂流木平均長與平均直徑的計算方法	
第3節 土石流及漂流木處理計畫	
3.1 制定土石流及漂流木處理計畫的基本事項	
3.2 計畫捕捉量	
3.2.1 計畫土砂捕捉量	
3.2.2 計畫漂流木捕捉量	
3.3 計畫堆積量	
3.3.1 計畫堆積土砂量	
3.3.2 計畫堆積漂流木量	
3.4 計畫發生(流出)抑制量	
3.4.1 計畫土石流流出抑制量	
3.4.2 計畫漂流木發生抑制量	
第4節 土石流及漂流木對策設施配置計畫	
4.1 概論	
4.2 配置土石流及漂流木對策設施的基本方針	
4.3 土石流及漂流木對策設施的功能及配置	
4.3.1 土石流及漂流木捕捉工	
4.3.1.1 防砂壩的型式與計畫中所處理的土砂及漂流木量等	
4.3.1.2 選定防砂壩的型式(透過性、部分透過性、非透過性)	
4.3.1.3 透過性及部分透過性防砂壩的種類與配置	
4.3.2 土石流及漂流木發生抑制工	
4.3.2.1 抑制土石流及漂流木發生之坡面保護工	
4.3.2.2 溪床堆積土砂抑止工	
4.3.3 土石流導流工	
4.3.4 土石流堆積工	
4.3.5 土石流緩衝樹林帶	
4.3.6 土石流流向抑制工	
第5節 土砂清淤(包含清除漂流木)計畫	



1 2 3 4 5 6 7 8 土石流及漂流木對策計畫之基本事項

計畫基本方針：土石流及漂流木對策計畫是以防止土石流及與土砂同時流出的漂流木之土砂災害為目的，並有效且合理處理之所制定。

解說：

1. 對於土石流及漂流木對策而言，一旦以計畫為參據之工程完成，便可視為達到對策之目的。
2. 對警戒避難體制設備等軟體對策進行授課亦為必要措施之一。
3. 對於不安定化之自然要因，或者開發作業等人為要因而造成邊坡或森林有劇烈變化時，便應依這些狀況重新評估計畫處理之土砂與漂流木量，並重新改訂土石流及漂流木對策計畫。





① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ 土石流及漂流木對策計畫之基本事項

計畫保全對象：

- 1.以土石流危險溪流與土石流危險區域調查要領為基礎來設定。
- 2.在已發生土石流或有氾濫可能性的溪流進行防砂工程計畫時，亦可適用此基準。

計畫規模：係根據流域特性所產生的一般土砂流出量或是降雨量的年迴歸週期進行評估。

解說：

- 1.原則以過往經驗為依據，預測並計算計畫規模之年迴歸週期降雨量(以24小時雨量或日雨量之100年回歸期為主)。
- 2.當發生大規模邊坡崩塌直接產生之土石流、因崩塌造成之天然水壩潰堤所產生之土石流、因火山爆發導致溶雪之火山泥流即因火口湖潰堤所產生之火山泥流，均不屬於此基準適用範圍。

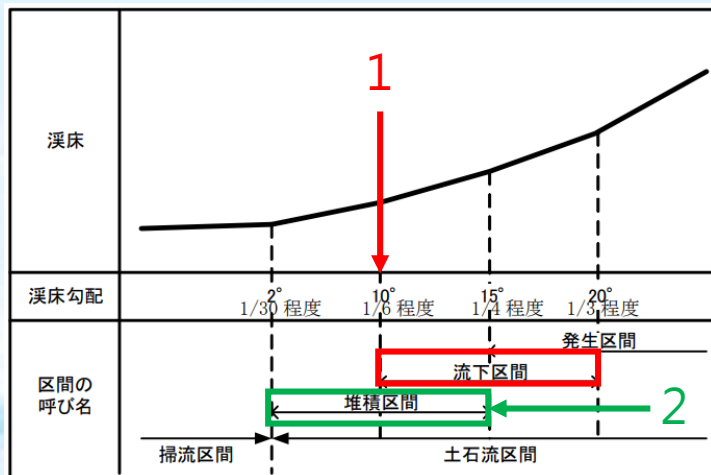


土石流及漂流木對策計畫之基本事項

計畫基準點：為決定計畫中處理之土砂及漂流木量的地點。一般而言，均會設置在保全對象之上游處。

解說：

- 1.原則上會將計畫基準點設在保全對象之上游溪谷出口及土石流流出區(即日文之流下區間)之下游端。
- 2.當在土石流堆積區有對策設施時，會將計畫基準點設在該對策設施之下游，並把其設施設置地點設為輔助基準點。



Back to top ↑



計畫流出量(土砂及漂流木流出量)

計畫土砂流出量：發生相當於計畫規模之土石流時，至計畫基準點所流出的土砂量。

計畫土砂流出量之計算方法：

Min(流域內可移動土砂量，透過計畫規模土石流所搬運之土砂量)

流域內可移動土砂量(V_{dy1})

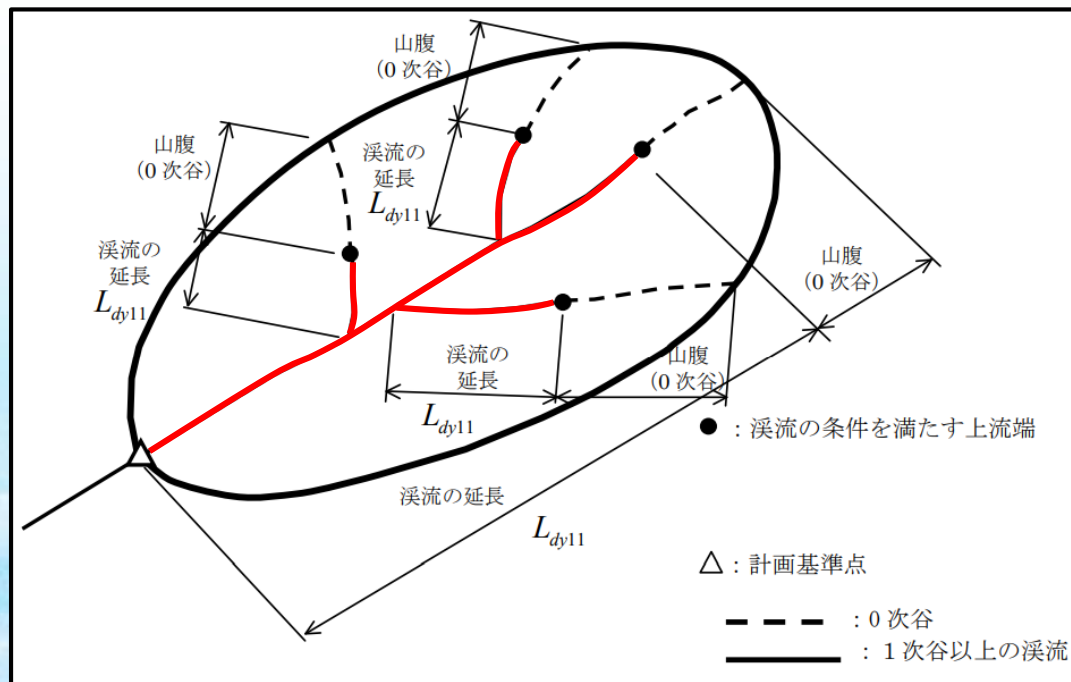
$$V_{dy1} = V_{dy11} + V_{dy12}$$

$$V_{dy11} = A_{dy11} \times L_{dy11}$$

V_{dy11} ：計畫基準點至1級溪流之集水區最上游端區間內可移動土砂量(m^3)

A_{dy11} ：溪床可移動堆積土砂平均斷面積(m^2)

L_{dy11} ：計畫基準點至1級溪流之集水區最上游端為止，沿溪流所量測之距離(m)



1級溪流係根據「河川砂防技術基準 調查篇 Ch17」之水系圖(以Horton-Strahler法)



計畫流出量(土砂及漂流木流出量)

$$V_{dy1} = V_{dy11} + V_{dy12}$$

$$V_{dy11} = A_{dy11} \times L_{dy11}$$

$$A_{dy11} = B_d + D_e$$

B_d : 溪床平均寬幅
預測值(m)

D_e : 堆積土砂平均
深度預測值(m)

※ B_d 、 D_e 是參考現場調查與鄰近溪流發生土石流的狀況所推定；另將過去災例整理之圖表，可做為 D_e 之參考

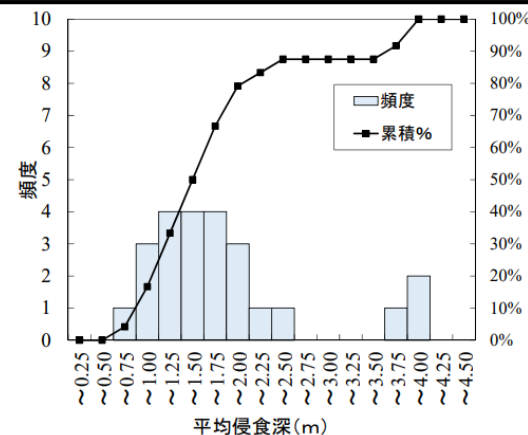
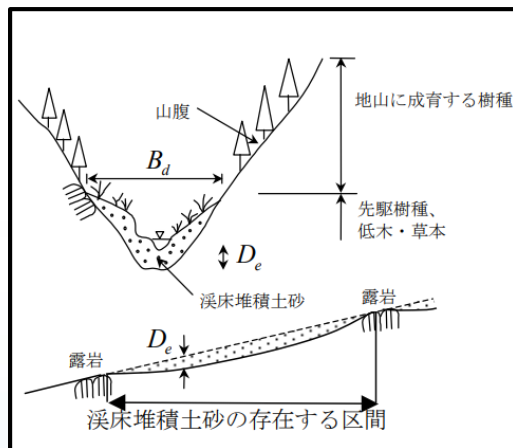
$$V_{dy1} = V_{dy11} + V_{dy12}$$

$$V_{dy11} = A_{dy11} \times L_{dy11}$$

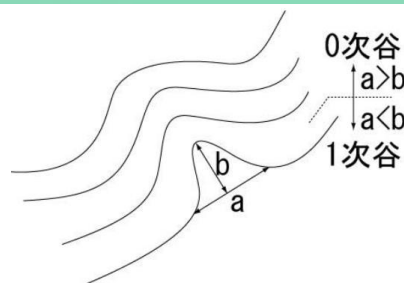
$$A_{dy11} = B_d + D_e$$



V_{dy12} : 可能崩塌土砂量(m^3)，係指0級溪流之集水區(一般情況下沒有表面逕流的山谷)與溪流山坡地的預測崩塌土砂量。



可準確推測時

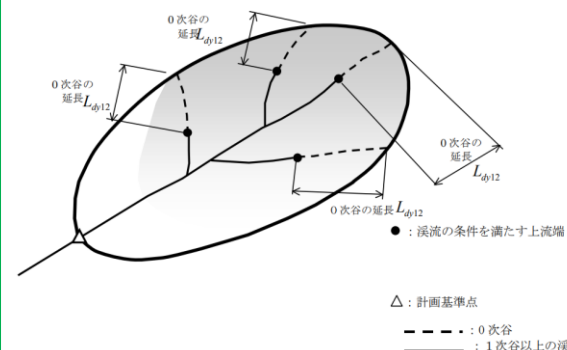


參考地形及地質特性，並以既有崩塌分布與現場調查等推測具體發生位置、面積與崩塌深度。

難以準確推測時

$$V_{dy12} = \sum A_{dy12} \times L_{dy12}$$

$$A_{dy12} = B_d \times D_e$$



△: 計画基準点

---: 0次谷

—: 1次谷以上の溪流



計畫流出量(土砂及漂流木流出量)

計畫土砂流出量之計算方法：

Min(流域內可移動土砂量，透過計畫規模土石流所搬運之土砂量)

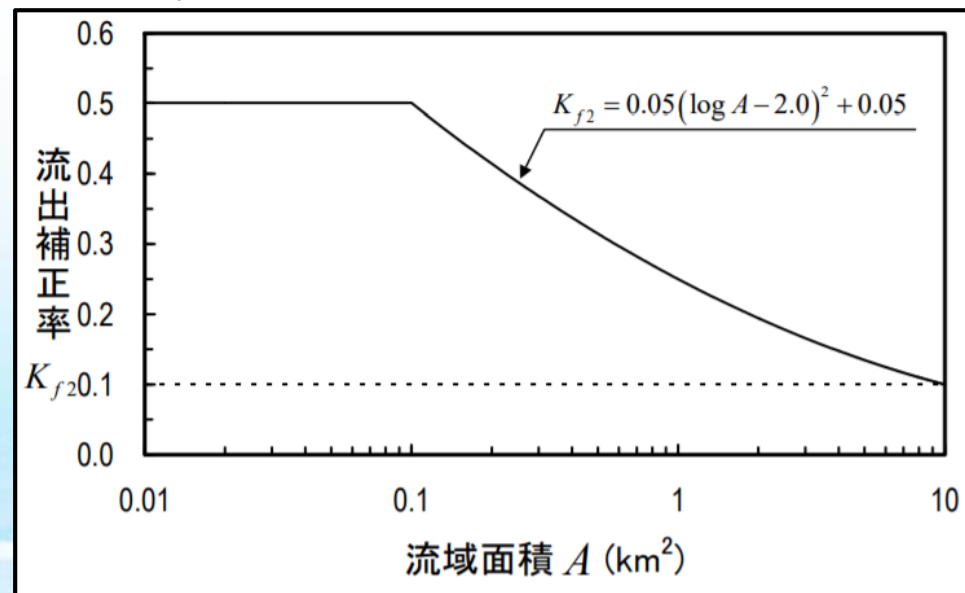
透過計畫規模土石流所搬運之土砂量(V_{dy2})

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

P_p :年迴歸週期降雨量(mm)

C_d :土石流濃度

K_{f2} :逕流補正率，上限為0.5；下限為0.1



上述所計算之計畫流出量皆不將漂流木對土石流洪峰流量、流速、水深、單位體積重量的影響考慮進去



計畫流出量(土砂及漂流木流出量)

計畫漂流木流出量：推測所得之漂流木發生量 x 漂流木流出率。

漂流木流出率 文獻指出，產生漂流木後往河谷出口的流出率約0.8~0.9左右。

推測所得之漂流木發生量

流域現況調查

發生原因調查

發生量計算

漂流木的來源	漂流木的發生原因
立木流出	①坡面崩塌導致立木滑落 ②立木在土石流發生源處滑落、流下 ③因土石流流動所造成之溪岸、溪床侵蝕，導致立木流出
之前產生的倒木流出	④ 因病蟲害或颱風所產生之倒木，在土石流中流出 ⑤ 之前流出後堆積在河床上或是埋入河床堆積物中之漂流木，因為土石流的影響而再度移動 ⑥發生雪崩後所產生之倒木，因其後所發生的土石流而往下游流域流出

➤ 透過現況調查法計算：
利用「全數調查法」或「取樣調查法」進行。

➤ 以實際值為根據計算：
當附近發生漂流木案例且存有相關資料時可使用此法。

調查立木、植生及倒木(不包含伐木及用材)

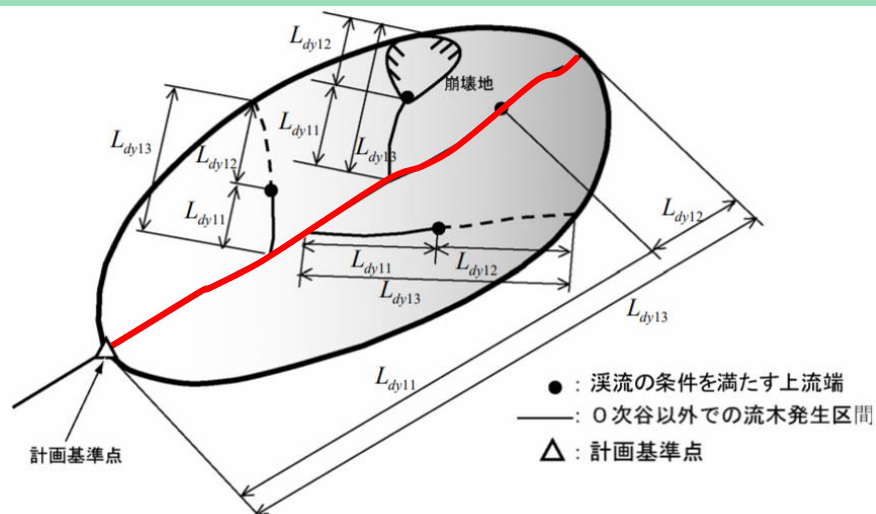


計畫流出量(土砂及漂流木流出量)

漂流木發生量計算

[Back to top](#)

現況調查法



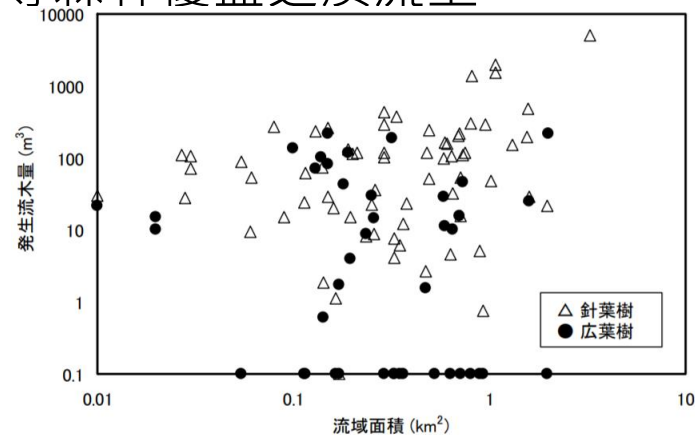
$$V_{wy} = \frac{B_d \times L_{dy13}}{100} \times \sum V_{wy2}$$

$$V_{wy2} = \pi \cdot H_w \cdot R_w^2 \frac{K_d}{4}$$

H_w : 樹高 ; R_w : 胸高直徑 ; K_d : 胸高係數

以實際值為根據計算

此方法適用於大部分流域被針葉樹及闊葉樹等森林覆蓋之溪流上。



$$V_{wy} = V_{wy1} \times A$$

A : 流域面積(溪床坡度5°以上の流域面積)

V_{wy} : 可由過去調查結果得知，若為針葉樹約 1000 m^3/km^2 ，闊葉樹則約為 100 m^3/km^2



計畫容許流出量(土砂及漂流木流出量)

計畫容許土砂流出量：在不會發生災害的前提下，可從計畫基準點往下游流出之土砂量。原則上土砂流出量會假設為0；但若透過土石流導流工使其流出在下游處不會發生災害的土砂量時，便可將其設為計畫容許土砂流出量。



資料來源：國土交通省 九州地方整備局 大隅河川国道事務所

計畫容許漂流木流出量：在不會發生災害的前提下，可從計畫基準點往下游流出之漂流木量。原則上漂流木流出量會假設為0。

Back to top ↑



1

2

3

4

5

6

7

8

土石流洪峰流量

以流出土砂量為基礎計算

$$Q_{sp} = 0.01 \cdot \Sigma Q$$

$$\Sigma Q = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d}$$

Q_{sp} : 土石流洪峰流量

ΣQ : 土石流總流量

V_{dqp} : 土石流之流出土砂量

C_* : 溪床堆積土砂容積濃度(約0.6)

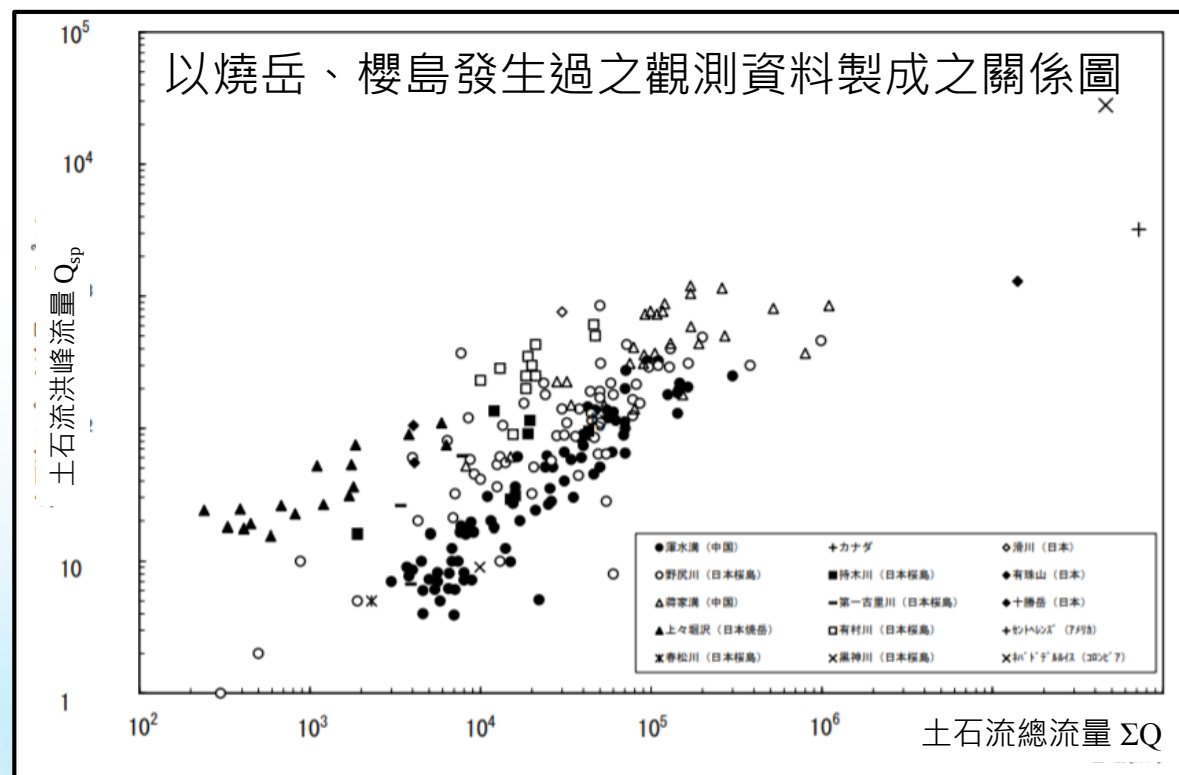
C_d : 土石流濃度

$$C_d = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

σ : 石礫密度; ρ : 水的密度

ϕ : 溪床堆積土砂之摩擦角(通常取35°計算)

θ : 溪床坡度



※ $C_d > 0.9C_*$, 會假設 $C_d = 0.9C_*$; 若 $C_d < 0.3$, 則設 C_d 為0.3

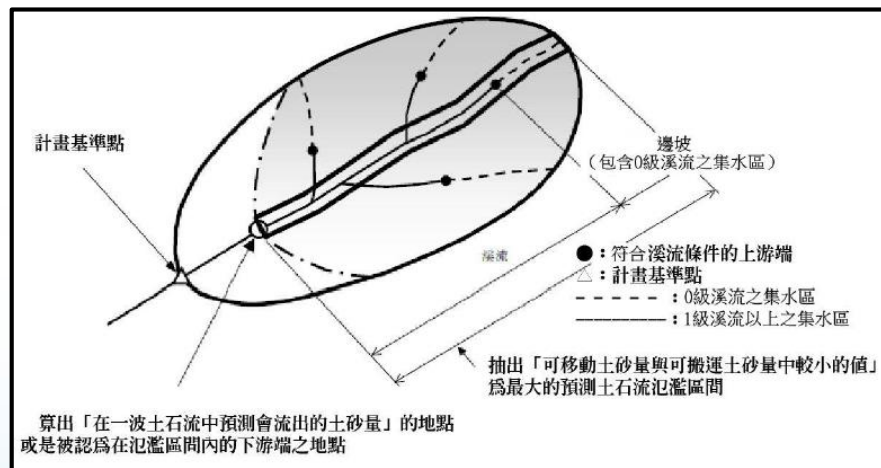


土石流洪峰流量

$$Q_{sp} = 0.01 \cdot \sum Q$$

$$\sum Q = \frac{C_* \cdot V_{dqp}}{C_d}$$

V_{dqp} 為土石流之流出土砂量，下限值為 1000m^3 。其值為將此區間內的 **可移動土砂量與可搬運土砂量** 之較小值。



以收集土石流總量與實際值相關資料之方法

從氾濫痕跡推測：透過土石流水流痕跡與水流斷面，推測土石流流速與水深，進而試算洪峰流量。

透過錄影等影像解析所算出速度推測：當錄下影像後，可對其進行解析，進而計算出流速。接著對影像中之地點進行現場調查，推測流水斷面，最後只需將水流斷面乘上流速便可得洪峰流量。

[Back to top](#)



土砂與漂流木相關之調查與計算方法

清水流流量 可透過合理化公式算出。

$$Q_P = \frac{1}{3.6} \cdot K_{fl} \cdot P_a \cdot A = \frac{1}{3.6} \cdot P_e \cdot A$$

K_{fl} ：洪峰流出係數； P_e ：有效降雨強度； A ：流域面積

土石流之流速與水深

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

U ：流速； K_n ：粗糙係數；
 D_r ：土石流徑深

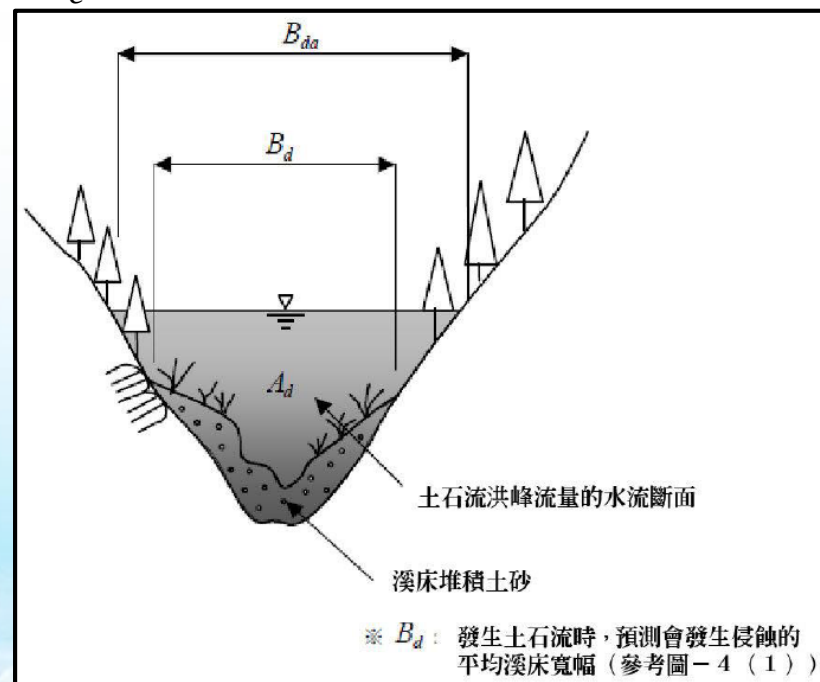
$$Q_{sp} = U \cdot A_d$$

$$D_d = \frac{A_d}{B_{da}}$$

B_{da} ：水流寬幅

透過公式1.2.3

可算出水深(D_d)。



※計算時，將任意選擇區間內之3~5個位置，在各斷面取類似梯形後，再計算其平均斷面。



土砂與漂流木相關之調查與計算方法

土石流單位體積重量

除可透過公式算出外，亦可使用水位計、荷重計進行計算

$$\gamma_d = \{\sigma \cdot C_d + \rho \cdot (1 - C_d)\}g$$

土石流流體力

可利用土石流之流速、水深及單位體積重量進行推定。

$$F = K_h \cdot \frac{\gamma_d}{g} \cdot D_d \cdot U^2$$

土石流最大粒徑

防砂壩計畫地點上下游各200m取200個以上的巨礫粒徑，並作成粒徑分布後，取相當於累積值95%的粒徑(D_{95})作為最大粒徑。



土砂與漂流木相關之調查與計算方法

漂流木最大長度與最大直徑

$$H_{wm} \geq 1.3B_d \longrightarrow L_{wm} \cong 1.3B_d$$

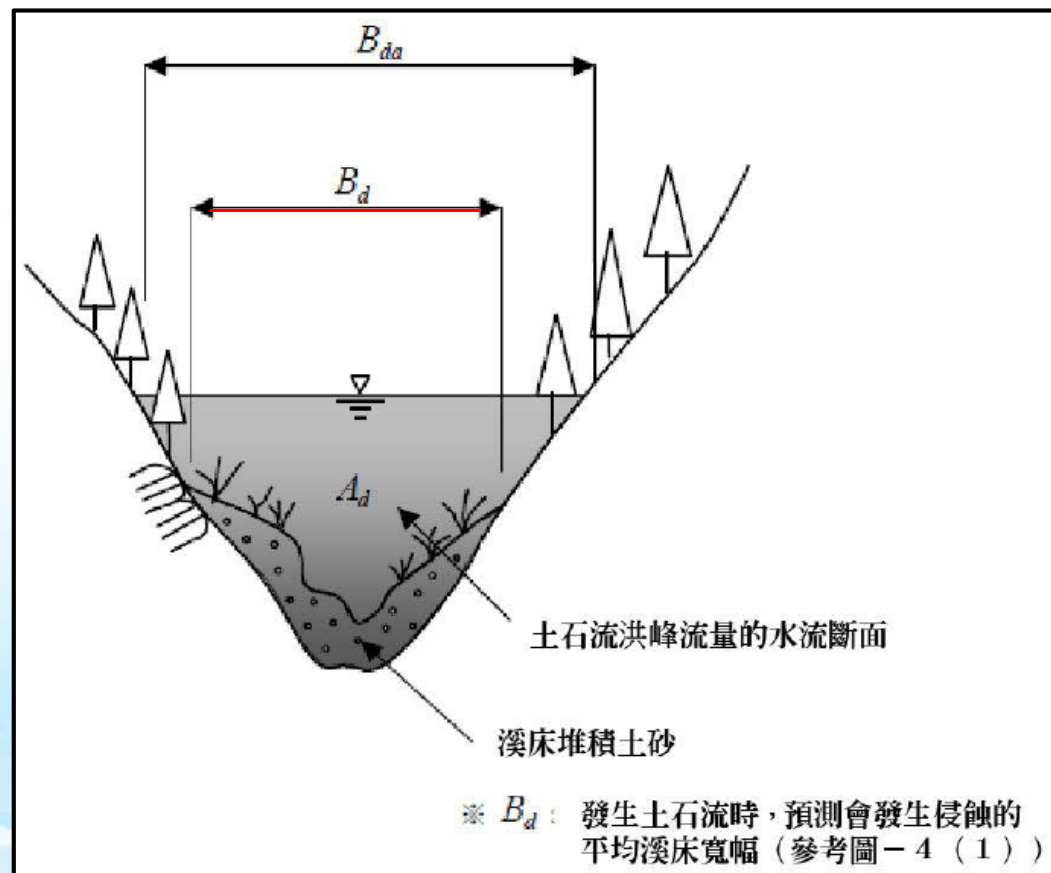
$$H_{wm} < 1.3B_d \longrightarrow L_{wm} \cong H_{wm}$$

漂流木平均長度與平均直徑

$$h_{wa} \geq B_{dm} \longrightarrow L_{wa} \cong B_{dm}$$

$$h_{wa} < B_{dm} \longrightarrow L_{wa} \cong h_{wa}$$

最大(平均)直徑：上游流域中，最大前5%之立木胸高直徑。另外，也須調查被預測為漂流木之倒木，避免錯估最大直徑。



Back to top



土石流及漂流木處理計畫

處理計畫基本事項：以河川砂防技術基準計畫篇中所述概念為依據，重新製作一核心公式為處理計畫之主體。

核心公式

$$\text{計畫流出量} - \text{計畫容許流出量} - (\text{計畫捕捉量} + \text{計畫堆積量} + \text{計畫抑制量}) = 0$$

計畫捕捉量 包含計畫土砂捕捉量及計畫漂流木捕捉量

在透過性防砂壩中，指目前溪床坡度平面與計畫淤砂坡降的平面所圍空間。

計畫堆積量 包含計畫土砂堆積量及計畫漂流木堆積量

為目前溪床坡度平面與一般淤砂坡降面所圍空間中，可透過清淤所確保之空間

計畫抑制量 包含計畫土石流流出抑制量及計畫漂流木發生抑制量

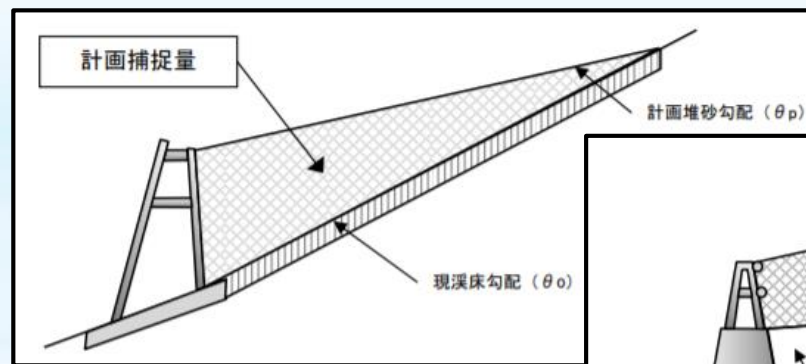
為評估計畫流出量區間內可移動溪床堆積土砂量、可能崩塌土砂量及漂流木量



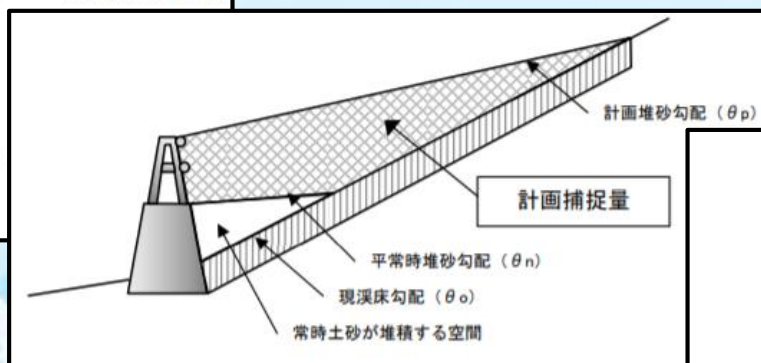
土石流及漂流木處理計畫

計畫捕捉量

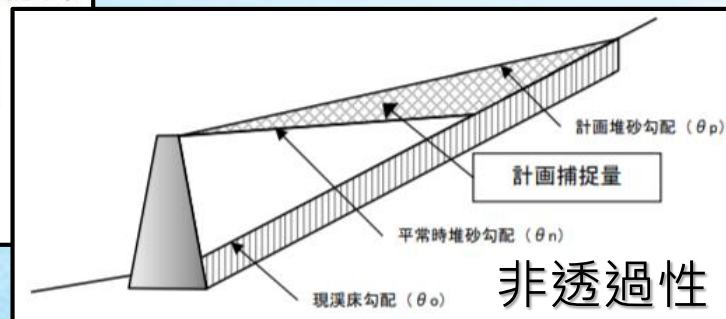
1. 計畫淤砂坡度通常會以過去的實際記錄為依據，設定為土石流及漂流木對策設施配置地點之現況溪床坡度的 $1/2$ 到 $2/3$ 倍左右。
2. 因漂流木被認為在溪床坡度大於 $1/6$ 坡降時不會產生堆積，故計畫淤砂坡度的上限設為 $1/6$ 坡降($\tan\theta$)。
3. 需依照各地域不同來另外決定計畫捕捉量。



透過性



部分透過性



非透過性



土石流及漂流木處理計畫

計畫土砂捕捉量

- 在透過性防砂壩中，指目前溪
- 非透過性與部分透過性防砂壩面所圍空間。

計畫漂流木捕捉量(X_{w1})

透過性與部分透過性防砂壩

$$X_{w1} = K_{w1} \times X \quad K_{w1} : \text{漂流木容積率}$$

非透過性防砂壩

$$\text{Min} \begin{cases} X_{w1} = K_{w0} \times X \times (1 - \alpha) \\ X_{w1} = K_{w1} \times X \end{cases}$$

○兩者のうち小さい方を
計畫捕捉流木量(X_{w1})
とする

- ① 計畫捕捉量(X)に土石流の流木容積率※(K_{w0})をかけた量の半分
 $K_{w0} \times X \times (1 - \alpha)$ (流木流出率 $\alpha = 0.5$)
- ② 計畫捕捉量(X)の2%分
 $K_{w1} \times X$ ($K_{w1} = 2\%$)

○計畫堆積流木量(Y_{w1})についても同様に算出する

土石流の流木容積率※が低いため①の方法で算出される場合 ($K_{w0} < 4\%$)

$$\text{計畫捕捉流木量}(X_{w1}) : 0.5 K_{w0} X$$

$$\text{計畫堆積流木量}(Y_{w1}) : 0.5 K_{w0} Y$$

一部の流木が流出

計畫捕捉量(X)

計畫堆積量(Y)

土石流の流木容積率※(K_{w0})

土石流の流木容積率※が高いため②の方法で算出される場合 ($K_{w0} \geq 4\%$)

$$\text{計畫捕捉流木量}(X_{w1}) : 0.02 X$$

$$\text{計畫堆積流木量}(Y_{w1}) : 0.02 Y$$

一部の流木が流出

計畫捕捉量(X)

計畫堆積量(Y)

土石流の流木容積率※(K_{w0})

K_{w0} : 計畫流出量之漂流木容積率 ;

α : 主壩流出之漂流木逕流率(約為0.5) ;

K_{w1} : 在目標溪流無捕捉案例時，可設為2%)

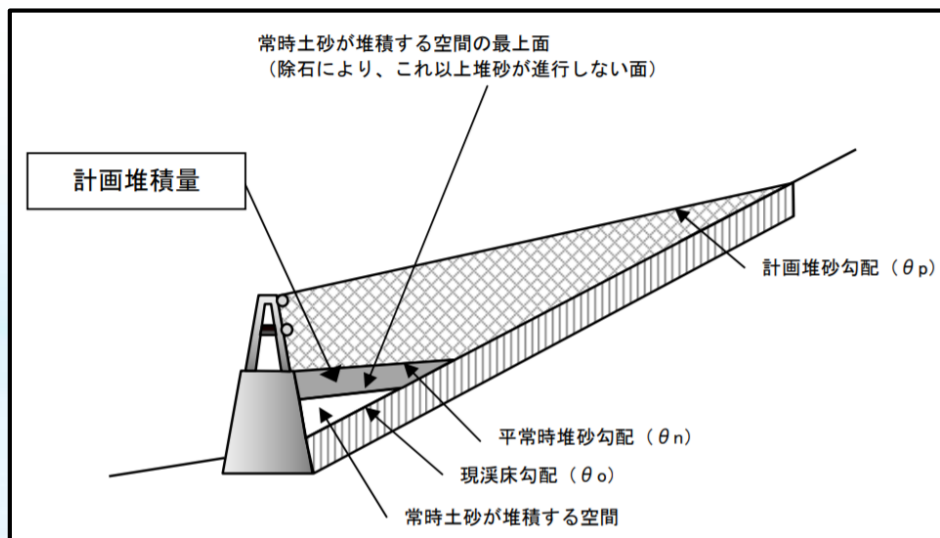


土石流及漂流木處理計畫

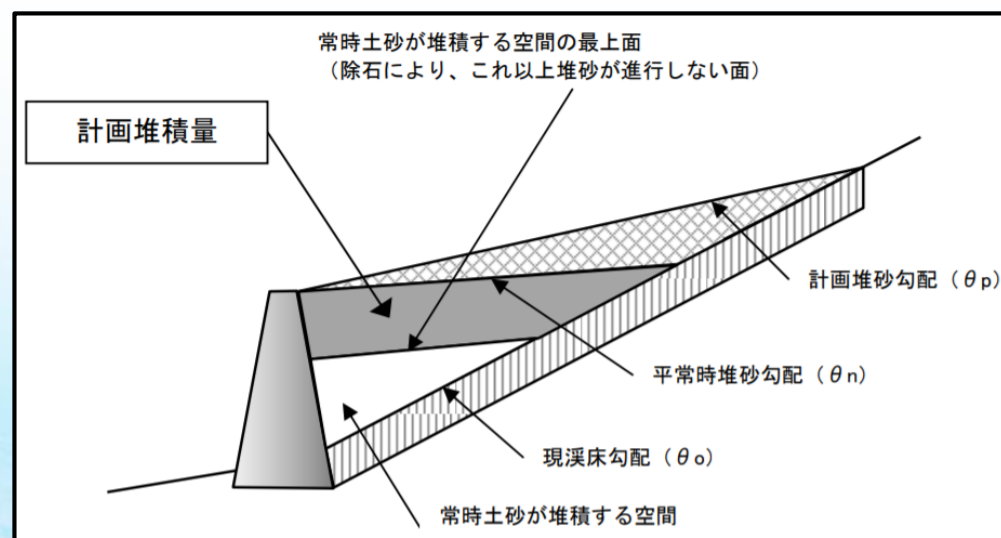
計畫堆積量

以土砂清淤計畫為依據，透過土砂清淤所確保的空間。

部分透過性



非透過性



計畫土砂堆積量

為目前溪床坡度平面與一般淤砂坡降面所圍空間。



土石流及漂流木處理計畫

計畫漂流木堆積量(Y_{w1})

透過性與部分透過性防砂壩

$$Y_{w1} = K_{w1} \times Y$$

K_{w1} ：漂流木容積率；

Y ：計畫堆積量

非透過性防砂壩

Min $\begin{cases} Y_{w1} = K_{w0} \times Y \times (1 - \alpha) \\ Y_{w1} = K_{w1} \times Y \end{cases}$

※ α 、 K_{w1} 之數值均以前述相同。

○両者のうち小さい方を
計画捕捉流木量(X_{w1})
とする

- ① 計画捕捉量(X)に土石流の流木容積率※(K_{w0})をかけた量の半分
 $K_{w0} \times X \times (1 - \alpha)$ (流木流出率 $\alpha = 0.5$)
- ② 計画捕捉量(X)の2%分
 $K_{w1} \times X$ ($K_{w1} = 2\%$)

○計画堆積流木量(Y_{w1})についても同様に算出する

土石流の流木容積率※が低いため①の方法で算出される場合($K_{w0} < 4\%$)

計画捕捉流木量(X_{w1}): $0.5 K_{w0} X$

計画堆積流木量(Y_{w1}): $0.5 K_{w0} Y$

一部の流木が流出

計画捕捉量(X)

計画堆積量(Y)

土石流の流木容積率※(K_{w0})

土石流の流木容積率※が高いため②の方法で算出される場合($K_{w0} \geq 4\%$)

計画捕捉流木量(X_{w1}): $0.02 X$

計画堆積流木量(Y_{w1}): $0.02 Y$

一部の流木が流出

計画捕捉量(X)

計画堆積量(Y)

土石流の流木容積率※(K_{w0})



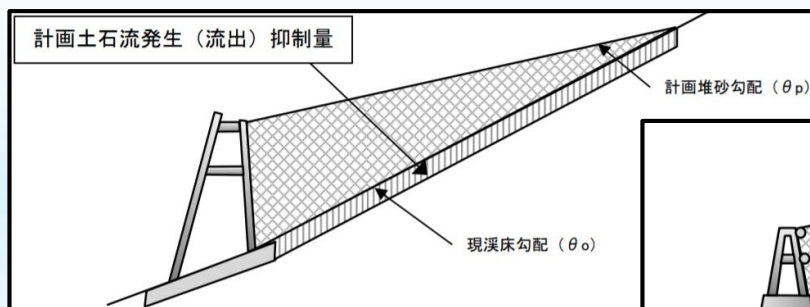
土石流及漂流木處理計畫

計畫抑制量

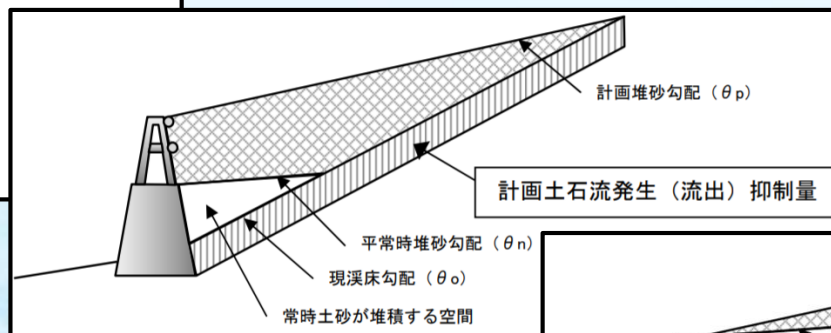
評估計畫區間內可移動溪床堆積土砂量、可能崩塌土砂量及漂流木量

計畫土石流流出抑制量

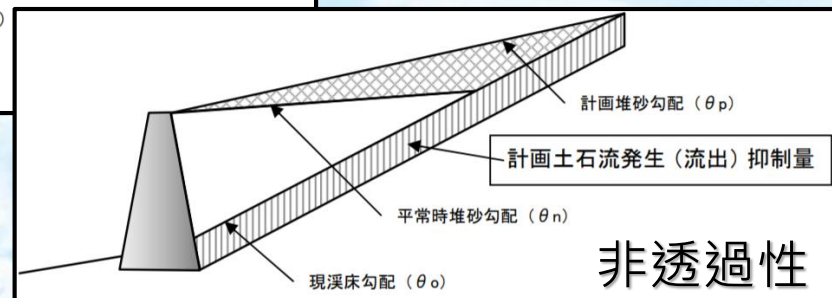
溪床堆積土砂有移動可能時，所累加之數值。



透過性



部分透過性



非透過性



土石流及漂流木處理計畫

[Back to top](#)

計畫漂流木發生抑制量

透過對策設施，可使「計畫規模之土石流」中減少的漂流木流出量。透過累加位於一般淤砂坡降的平面與目前溪床相交之地點到壩為止間的區間內所存在的倒木、漂流木等數量來算出。

When...

$$\text{計畫漂流木流出量} - \text{捕捉量} - \text{堆積量} - \text{抑制量} < 0$$

$$\text{計畫漂流木發生抑制量} = 0$$

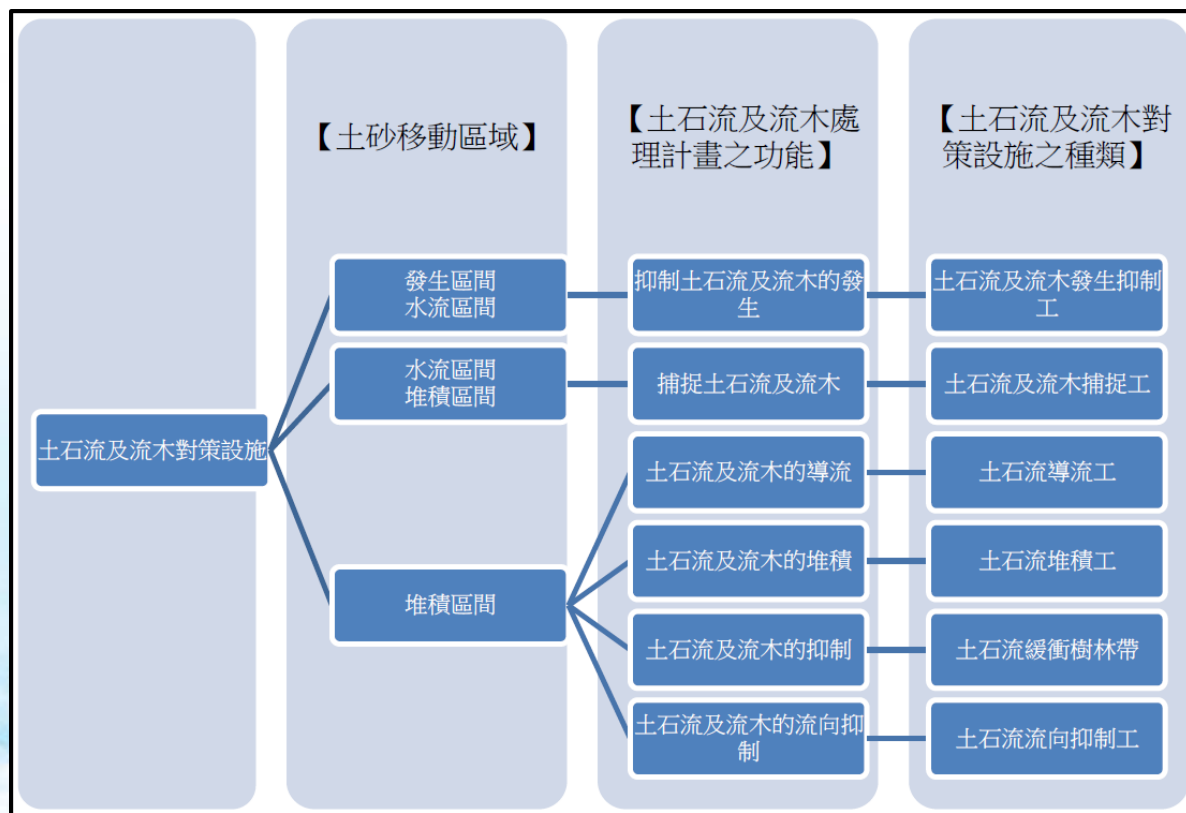
$$\text{計畫漂流木流出量} - \text{捕捉量} - \text{堆積量} - \text{抑制量} > 0$$

計畫漂流木發生抑制量 → 計畫漂流木堆積量 → 計畫漂流木捕捉量



土石流及漂流木對策設施配置計畫

基本方針：一般來說，會透過組合土石流及漂流木捕捉工、土石流堆積工、土石流導流工、土石流及漂流木發生抑制工，來決定設施的位置及防砂壩高度等形狀。



※需充分考慮到會對自然環境與景觀造成的影響下進行配置。

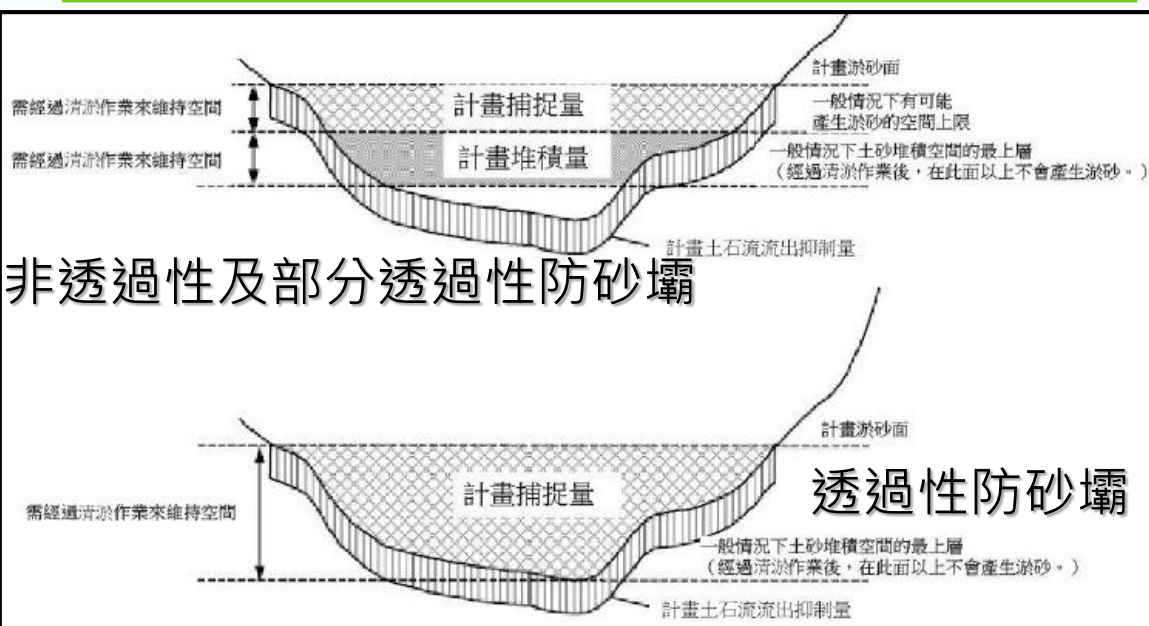


土石流及漂流木對策設施配置計畫

土石流及漂流木捕捉工

在計畫與配置捕捉工時，需先設定好土砂及漂流木逕流現象中的可能情況，再決定其形式及形狀。

1 防砂壩與所處理之土砂及漂流木關係



(確保計畫堆積量時 (平時有空間可讓土砂產生堆積時))

一般情況下土砂堆積區域的最上層
(經過土砂清淤作業後，在此面以上不會產生淤砂)

計畫堆積量

(確保計畫堆積量時 (平時會有空間可讓土砂產生堆積時))

一般情況下土砂堆積空間的最上層
(經過清淤作業後，在此面以上不會產生淤砂。)

計畫堆積量

計畫淤砂量坡度(θ_p)
平時溪床坡度(θ_n)
目前溪床坡度(θ_o)
一般情況下土砂的堆積空間
計畫捕捉量

平常土砂堆積區

計畫淤砂量坡度(θ_p)
平時溪床坡度(θ_n)



土石流及漂流木對策設施配置計畫

2 選定防砂壩型式

需透過現場調查後，再將經濟性與地域環境等因素列入考量後再決定壩體的型式。另外，一般而言會選擇具透過性構造的設施。

3 防砂壩種類與配置

① 配置之基本觀念

可透過巨石等堵塞開口部斷面來捕捉土石流，故一般都會配置在土石流區間內。此外，不會將其配置在土石流發生區內。

② 需注意事項

- A. 除了要使土石流與漂流木確實堵住開口部斷面外，其構造也不可在土石流流出中遭到破壞。
- B. 當發生中小規模降雨時，不可讓其流量所運移的推移質堵塞開口部斷面。



土石流及漂流木對策設施配置計畫

土石流及漂流木發生抑制工

可分為在邊坡區以及在溪床、溪岸區位之土石流及漂流木發生抑制工

坡面保護工：可透過植生或是其他土木構造物來維持邊坡面的穩定性。

溪床堆積土砂抑止工：目的為透過固床工來防止溪岸崩塌以及溪床堆積土砂的移動。原則上不會在溪床堆積土砂抑止工中進行土砂清淤作業。

土石流導流工

為使土石流導流至安全的位置。

※計畫土石流導流工時，需充分檢討逕流土砂的粒徑，不可使其在土石流導流工內產生堆積，進而發生越流及氾濫等災害。



土石流及漂流木對策設施配置計畫

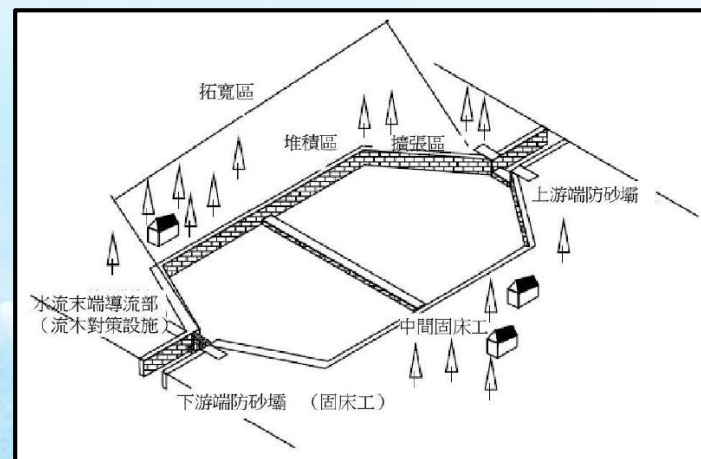
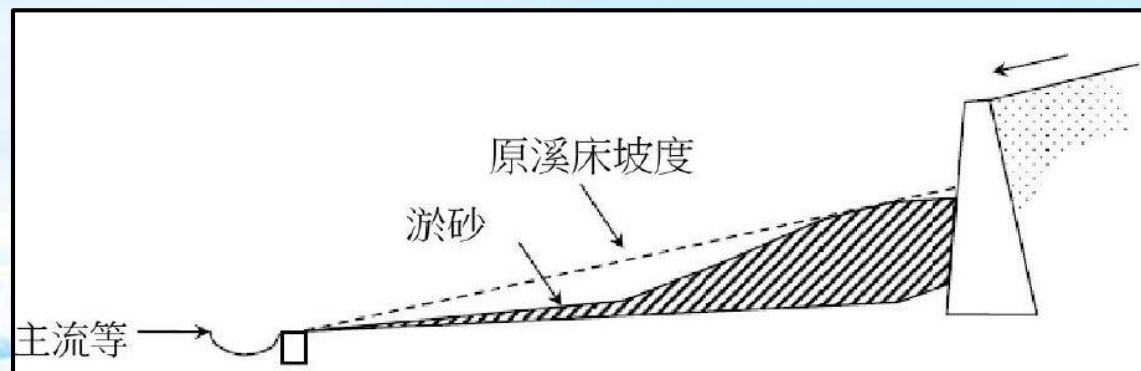
土石流堆積工 為用來減低土石流並使其產生堆積的土石流及漂流木對策設施

土石流分散堆積地

為透過流路拓寬及挖掘來緩和溪床坡度，以確保處理計畫中所需的計畫堆積量及堆積空間充足。

土石流堆積流路

當土石流堆積流路為較高度開發之住宅地或位於谷底平原等地理條件時，可透過挖掘流路來緩和溪床坡度，產生足夠的所需空間。





土石流及漂流木對策設施配置計畫

土石流緩衝樹林帶

用來減低土石流流速，使其產生土石堆積的對策設施。一般會配置在土石流堆積區間的末端部附近。

土石流流向抑制工

係用來控制土石流流向之土石流及漂流木對策設施。假設在計畫基準點下游有一安全場域，即可透過土石流導流堤來控制土石流流向

[Back to top](#)



① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ 土砂清淤計畫(包含清除漂流木)

基本方針：為了要充分發揮對策設施功能，除了**定期檢查**之外，也要在**土石流發生後檢查淤砂**的狀況，如有必要時就需進行土砂清淤（包含除去漂流木）作業。另外，必須要先對土石清運路線及搬運方法進行討論

緊急土砂清淤（包含清除漂流木）作業

土石流發生後會針對對策設施的捕捉狀況進行**臨時檢查**，並因應需求決定是否在下次發生洪水前實施緊急土砂清淤作業。

以定期檢查為主的土砂清淤作業（包含清除漂流木）

定期針對對策設施進行檢查與評估，主要為清除堆積土砂及漂流木，以確保維持計畫土石淤積量。

另外，在實施土砂清淤作業時，若堵塞住開口部斷面的石礫鬆開後會有突然流向下游處的危險，故原則上**均從上游處開始實施**。



RTDT

技術研究發展小組

Research and Technology Development Team

Thank you for your attention