

### 第3節 土石流・流木処理計画

土石流・流木処理計画は、計画基準点等において、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を合理的かつ効果的に処理するよう土石流危険溪流ごとに策定するものである。

#### 解説

土石流・流木処理計画は、計画で扱う土砂量を、砂防設備等（以後、土石流・流木対策施設と呼ぶ）による計画捕捉量（計画捕捉土砂量、計画捕捉流木量）、計画堆積量（計画堆積土砂量、計画堆積流木量）、計画発生（流出）抑制量（計画土石流発生（流出）抑制量、計画流木発生抑制量）によって処理する計画である。

なお、河川砂防技術基準計画編施設配置等計画編における用語と本指針における用語の対比を表－4に示す。

表－4 河川砂防技術基準計画編施設配置等計画編と本指針の用語の対比

本指針	河川砂防技術基準 計画編 施設配置等計画編
－※	土砂生産抑制計画
土石流・流木処理計画	土砂流送制御計画
－※	流木対策計画※※

※：土石流・流木処理計画に含まれる。

※※：土砂生産抑制計画、土砂流送制御計画に含まれる。

### 3.1 土石流・流木処理計画の策定の基本

土石流・流木処理計画の策定にあたっては計画で扱う土砂・流木量等、土砂移動の形態、地形、保全対象等を考慮して、土石流および土砂とともに流出する流木等を合理的かつ効果的に処理するよう土石流・流木対策施設を配置する。

なお、本指針 2.5.2.1 において、下流に災害等の問題を生じさせない土砂量で、土石流導流工により流下させることができる土砂量を計画流下許容土砂量とした場合は流出土砂の粒径等を十分考慮し、土石流導流工内の堆積によって氾濫等が生じないようにしなければならない。

#### 解説

土石流・流木処理計画は、本指針 4.3.1.1 を参考に「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等の計画流出量 ( $V$ )、計画流下許容量 ( $W$ )、土石流・流木対策施設の計画捕捉量 ( $X$ )、計画堆積量 ( $Y$ )、計画発生(流出)抑制量 ( $Z$ ) との間に、式(24)を満足するように策定する。なお、式(24)は、河川砂防技術基準計画編に示されている考え方に準じて、土石流・流木対策として新しく作成したものである。

$$V - W - (X + Y + Z) = 0 \quad \dots (24)$$

なお、 $V, W, X, Y, Z$  は次式によりそれぞれ算出する。

$$V = V_d + V_w \quad \dots (25)$$

$$W = W_d + W_w \quad \dots (26)$$

$$X = X_d + X_w \quad \dots (27)$$

$$Y = Y_d + Y_w \quad \dots (28)$$

$$Z = Z_d + Z_w \quad \dots (29)$$

ここで、 $V_d$  : 計画流出土砂量 ( $\text{m}^3$ )、 $V_w$  : 計画流出流木量 ( $\text{m}^3$ )、 $W_d$  : 計画流下許容土砂量 ( $\text{m}^3$ )、 $W_w$  : 計画流下許容流木量 ( $\text{m}^3$ )、 $X_d$  : 計画捕捉土砂量 ( $\text{m}^3$ )、 $X_w$  : 計画捕捉流木量 ( $\text{m}^3$ )、 $Y_d$  : 計画堆積土砂量 ( $\text{m}^3$ )、 $Y_w$  : 計画堆積流木量 ( $\text{m}^3$ )、 $Z_d$  : 計画土石流発生(流出)抑制量 ( $\text{m}^3$ )、 $Z_w$  : 計画流木発生抑制量 ( $\text{m}^3$ ) である。

## 3.2 計画捕捉量

計画捕捉量は、土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を捕捉させる量である。計画捕捉量は計画捕捉土砂量と計画捕捉流木量の和とする。

### 解説

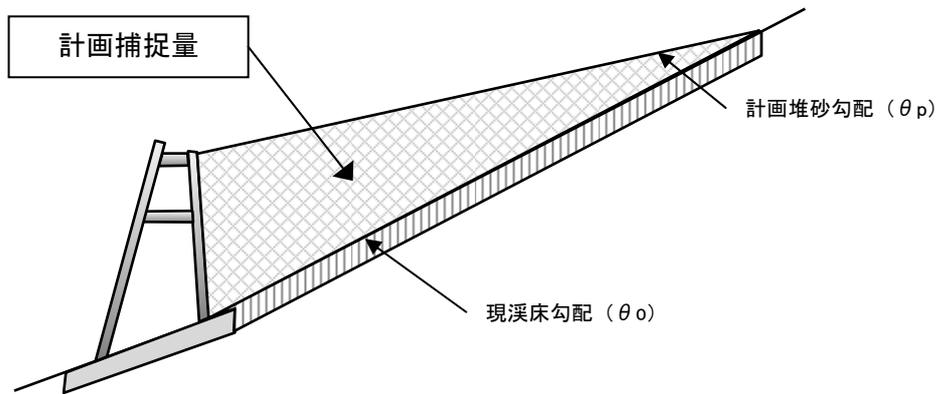
透過型砂防堰堤においては、現溪床勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間（図－13に示す網掛けの空間）とする。不透過型、部分透過型砂防堰堤においては、平常時堆砂勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間（図－13に示す網掛けの空間）とする。

計画堆砂勾配は、一般に既往実績等により、土石流・流木対策施設を配置する地点の現溪床勾配の1/2から2/3倍とする。ただし、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木が、流下区間の勾配の下限值である1/6の勾配より急な勾配では堆積しないと考えられるため、計画堆砂勾配は1/6の勾配（ $\tan \theta$ ）を上限とする。平常時堆砂勾配は、既往実績を基に現溪床勾配の1/2を上限とする。

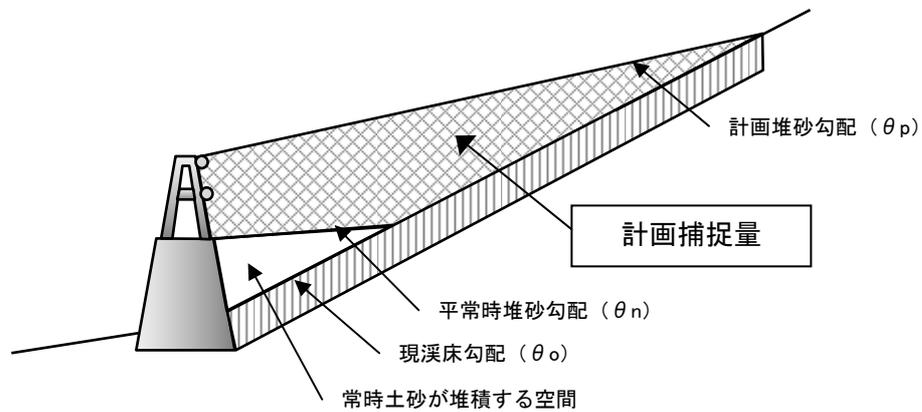
また、地質条件（例えば、マサ土やシラス等）により計画堆砂勾配及び平常時堆砂勾配が緩勾配になることが知られている場合は既往実績によって地域別に決定する。土石流により一時的に急勾配で堆積した土砂は、その後の流水の状況によっては、長期間でも必ずしも再侵食されないことを踏まえ、計画捕捉量は、図－13に示す容量を除石（流木の除去を含む）により確保しなければならない。なお、除石の考え方については本指針第5節を参照されたい。

計画捕捉量の考え方は、図－13に示す通りである。

・透過型の場合



・部分透過型の場合



・不透過型の場合

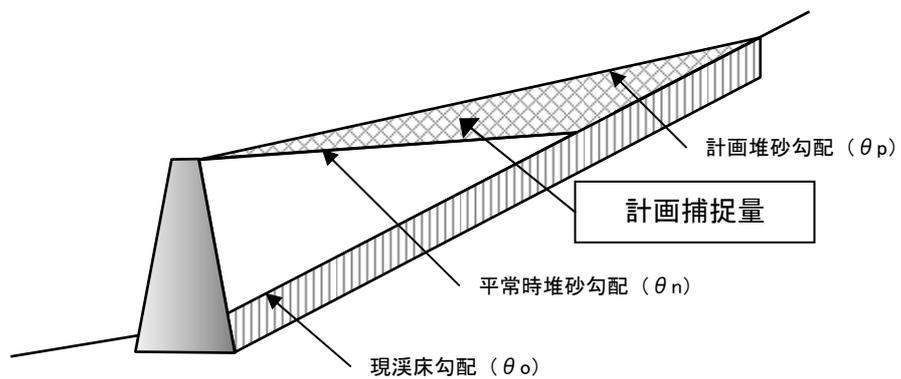


図-13 計画捕捉量の考え方

### 3.2.1 計画捕捉土砂量

計画捕捉土砂量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により捕捉させる土砂量である。

#### 解説

計画捕捉土砂量は、透過型砂防堰堤では現溪床勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間、不透過型及び部分透過型砂防堰堤では平常時堆砂勾配の平面と計画堆砂勾配の平面とで囲まれた空間のうち、除石によって確保される空間（図－13に示す網掛けの空間）で捕捉させる土砂量である。

### 3.2.2 計画捕捉流木量

計画捕捉流木量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により捕捉させる流木量である。

解説

#### (1) 透過型及び部分透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

透過型及び部分透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量は、式(30)により算出する。

透過型及び部分透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

$$X_{w1} = K_{w1} \times X \quad \dots (30)$$

ここで、 $X$ ：土石流・流木対策施設の計画捕捉量 ( $m^3$ )、 $X_{w1}$ ：本堰堤の計画捕捉流木量 ( $m^3$ )、 $K_{w1}$ ：計画捕捉量に対する流木容積率（計画捕捉量に占める計画流木捕捉量の割合）である。

透過型及び部分透過型砂防堰堤の  $K_{w1}$  は、本堰堤に流入が想定される計画流出量に対する流木容積率 ( $K_{w0}$ ) とする ( $K_{w0}$  については本項(2)を参照)。これは、透過型及び部分透過型砂防堰堤の場合、土石流中の土石または流木を選択的に捕捉することなく、同時に捕捉すると考えられるためである。

部分透過型砂防堰堤の透過部の高さが低い場合、不透過部では生じた湛水により流木を捕捉できない可能性がある。このため、透過部の計画捕捉流木量と不透過部の計画堆積流木量の合計が計画捕捉量を上回る場合、部分透過型砂防堰堤が流木を捕捉・堆積させる量は透過部の捕捉量に相当する値を上限とする。

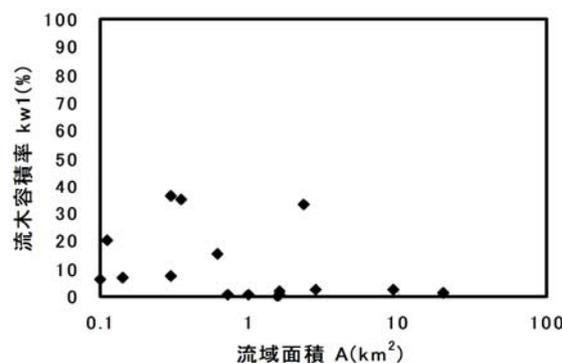


図-1-4 透過型砂防堰堤の流木容積率

## (2) 不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量は、式(31-1)と式(31-2)から求められる値のうち、小さい方の値とする。式(31-1)は本堰堤の計画地点に流入が想定される計画流出量に占める計画流出流木量の割合から、式(31-2)は本堰堤の計画捕捉量に占める計画捕捉流木量の割合から計画捕捉流木量を求める方法である。

### 不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量

$$X_{w1} = K_{w0} \times X \times (1 - \alpha) \quad \dots (31-1)$$

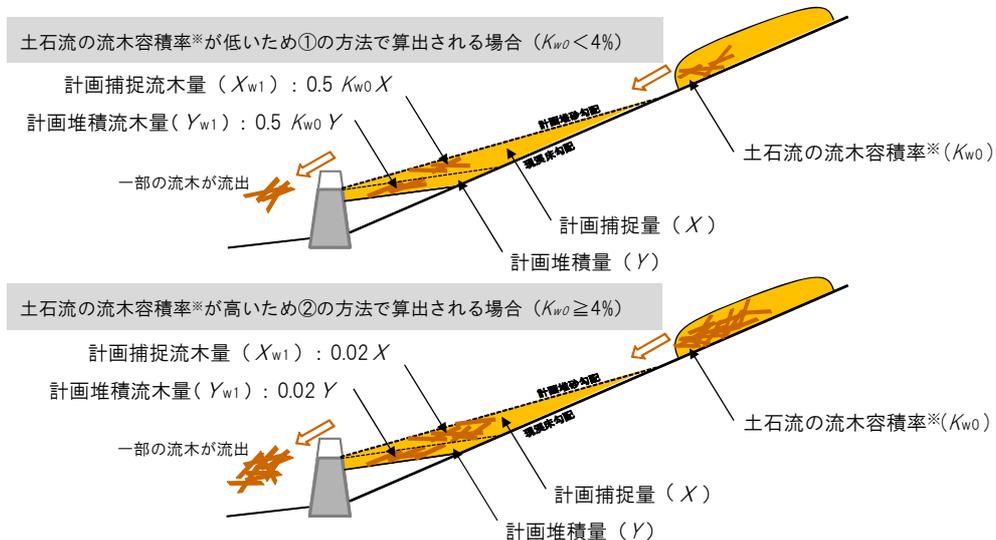
$$X_{w1} = K_{w1} \times X \quad \dots (31-2)$$

ここで、 $X$ ：土石流・流木対策施設の計画捕捉量 ( $m^3$ )、 $X_{w1}$ ：本堰堤の計画捕捉流木量 ( $m^3$ )、 $K_{w0}$ ：本堰堤に流入が想定される計画流出量に対する流木容積率、 $\alpha$ ：本堰堤からの流木の流出率(0.5程度)、 $K_{w1}$ ：計画捕捉量に対する流木容積率である(対象溪流において捕捉事例がない場合は、 $K_{w1}=2\%$ としてよい)。なお、 $K_{w0}$ は、本堰堤の計画地点より上流の砂防堰堤等によって土砂・流木の発生抑制や捕捉等が見込まれる場合は、その量を差し引いて求めるものとする。

不透過型砂防堰堤からの流木の流出について、一定の条件のもとでの実験<sup>18)</sup>では、土石流の先頭部に集中して流下してきた流木が全体の半分程度、不透過型砂防堰堤から流出する傾向があると報告されており参考となる。なお、流木の流出は、土石流の流下形態、砂防堰堤周辺の溪床勾配、堆砂地の形状など多くの要因に関係する複雑な現象であることから、メカニズムの解明には、さらなる流木の流出実態に関するデータの蓄積が必要である。

- 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 $^{\ast}$ ( $K_{w0}$ )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



○流木を全て捕捉し、下流への流出を防ぐには透過構造を有する施設が必要となる

$^{\ast}$  土石流の流木容積率 ( $K_{w0}$ ) : 本堰堤に流入が想定される計画流出量に対する流木容積率  
 $K_{w0} = V_w / V$

図一 15 不透過型砂防堰堤の計画捕捉流木量のイメージ (砂防堰堤 1 基の計画の例)

なお、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が 0 以下となった場合、当該土石流・流木対策施設の計画捕捉流木量は「0」とする。

また、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が 0 以上の場合、当該土石流・流木対策施設は計画流木発生抑制量、計画堆積流木量、計画捕捉流木量の順で計上する。

流木処理計画は、本堰堤で捕捉することを原則とするが、地形条件等の制限から、副堰堤等に流木止めを設置する場合は、式(32)により計画捕捉流木量を算出する。

副堰堤の計画捕捉流木量（副堰堤等に流木止めを設置する場合に限る）

$$X_{w2} = A_w \times R_{wa} \quad \dots (32) \text{ (参考を参照)}$$

ここで、

$$X_w = X_{w1} + X_{w2} \quad \dots (33)$$

$X_{w2}$  : 副堰堤の計画捕捉流木量 (m<sup>3</sup>)

とする。

～～（参考）掃流区間の計画捕捉流木量～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～

掃流区間に設ける流木捕捉工の場合、流木については堆積状況が多様であるため、流木止めにより捕捉される流木の量は、計画上は流木が（一層で）全てを覆いつくすものとして算出する。一方、捕捉される流木の投影面積は、流木の平均長さ（ $L_{wa}$ ）×流木の平均直径（ $R_{wa}$ ）の合計により算出される。

これらより、計画捕捉流木量を捕捉するために必要な流木止め上流の堆砂地または湛水池の面積（ $A_w$ ）は、次式により推定する。

$$A_w \geq \sum(L_{wa} \times R_{wa}) \quad \dots (34)$$

このとき、堆砂地または湛水池に堆積する流木実立積（ $V_{wc}$ ）は下記の式である。ただし、 $V_{wc}$  は流木実立積のことで、「実」は空隙を含まない流木のみの体積を意味する。

$$V_{wc} \doteq A_w \times R_{wa} \quad \dots (35)$$

掃流区域においては流木は土砂と分離して流水の表面を流下すると考えられるので、不透過型砂防堰堤の流木捕捉効果は無いものとする。

～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～～

### 3.3 計画堆積量

計画堆積量は、土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等を堆積させる量である。計画堆積量は計画堆積土砂量と計画堆積流木量の和とする。計画堆積量は、除石計画に基づいた除石により確保される空間である。

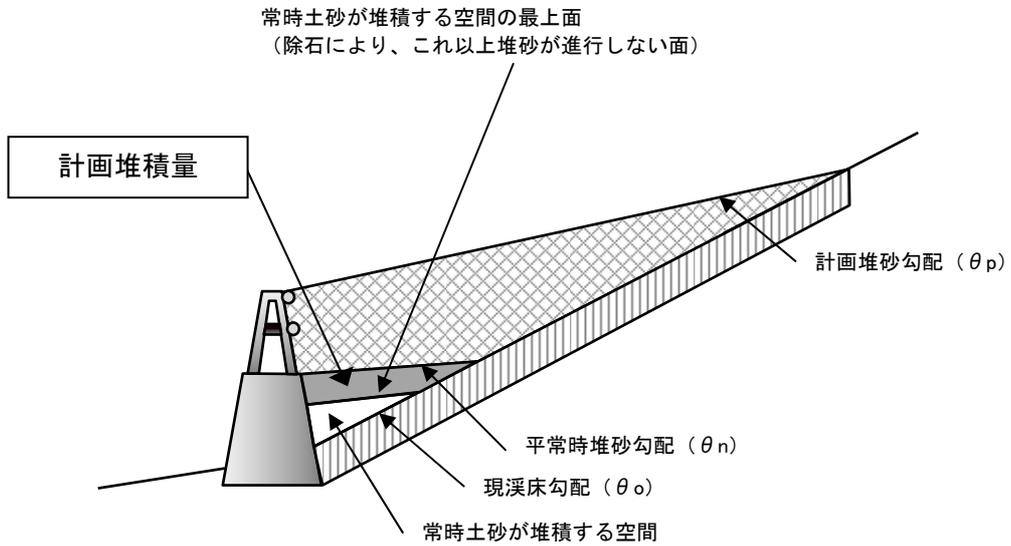
#### 解説

計画堆積量は、土石流・流木対策施設によって異なる。不透過型、部分透過型砂防堰堤においては、現溪床勾配の平面と平常時堆砂勾配の平面との間で囲まれる空間のうち、除石により確保される空間（図－16に示す灰色部の空間）とする。土石流堆積工においては、本指針4.3.4を参照のこと。

計画堆積量は、平常時の流水により堆積が進むことがあるため、土石流・流木処理計画において必要とする容量を除石（流木の除去を含む）等により確保しなければならない。なお、除石の考え方については本指針第5節を参照されたい。

不透過型、部分透過型砂防堰堤における計画堆積量の考え方は、図－16に示す通りである。

・部分透過型の場合



・不透過型の場合

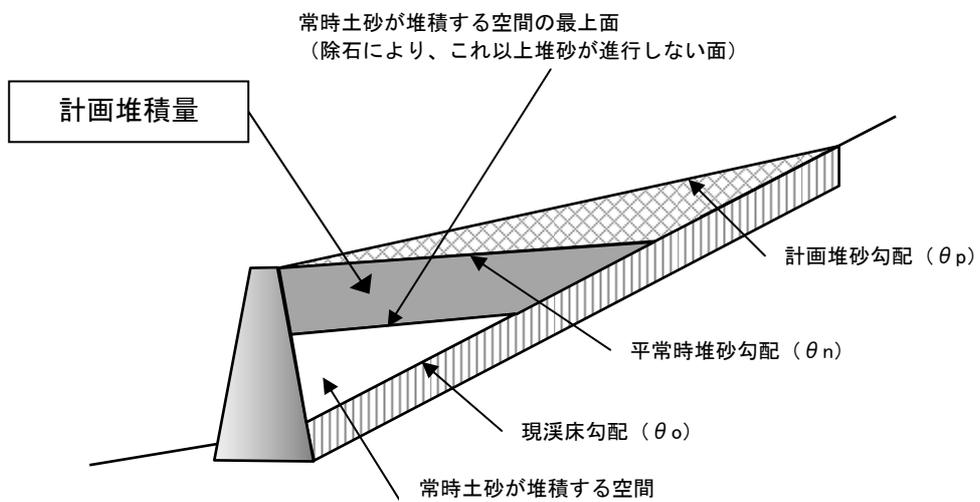


図-16 計画堆積量の考え方

### 3.3.1 計画堆積土砂量

計画堆積土砂量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により堆積させる土砂量である。

#### 解説

計画堆積土砂量は、現溪床勾配の平面と平常時堆砂勾配の平面との間で囲まれる空間のうち、除石によって確保される空間（図－16に示す灰色部の空間）で堆積させる土砂量である。

### 3.3.2 計画堆積流木量

計画堆積流木量は、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木等のうち、土石流・流木対策施設により堆積させる流木量である。

#### 解説

計画堆積流木量を求める方法は、基本的には 3.2.2 の計画捕捉流木量を求める方法と同一である。具体的には以下のとおりとする。

#### (1) 部分透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

部分透過型砂防堰堤の計画堆積流木量は式 (36) により算出する。

部分透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

$$Y_{w1} = K_{w1} \times Y \quad \dots (36)$$

ここで、 $Y$  : 土石流・流木対策施設の計画堆積量 ( $m^3$ )、 $Y_{w1}$  : 本堰堤の計画堆積流木量 ( $m^3$ )、 $K_{w1}$  : 計画堆積量に対する流木容積率である。 $K_{w1}$  の値については、3.2.2 の計画捕捉流木量に準じるものとする。

#### (2) 不透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

不透過型砂防堰堤の計画堆積流木量は、3.2.2 の計画捕捉流木量と同様に式 (37-1) と式 (37-2) から求められる計画堆積流木量のうち、小さい方の値とする。

不透過型砂防堰堤の計画堆積流木量

$$Y_{w1} = K_{w0} \times Y \times (1 - \alpha) \quad \dots (37-1)$$

$$Y_{w1} = K_{w1} \times Y \quad \dots (37-2)$$

ここで、 $Y$  : 土石流・流木対策施設の計画堆積量 ( $m^3$ )、 $Y_{w1}$  : 本堰堤の計画堆積流木量 ( $m^3$ )、 $\alpha$  : 本堰堤からの流木の流出率、 $K_{w0}$  : 本堰堤で流入が想定される計画流出量に対する流木容積率、 $K_{w1}$  : 計画堆積量に対する流木容積率である。 $\alpha$  と  $K_{w1}$  の値については、3.2.2 の計画捕捉流木量に準じるものとする。

なお、土石流・流木対策施設の計画に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以下となった場合、当該土石流・流木対策施設の計画堆積流木量は「0」とする。

また、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以上の場合、当該土石流・流木対策施設は計画流木発生抑制量、計画堆積流木量、計画捕捉流木量の順で計上する。

### 3.4 計画発生（流出）抑制量

計画発生（流出）抑制量は、土石流・流木対策施設により、計画規模の土石流および土砂とともに流出する流木等の流出量を減少させる量である。計画発生（流出）抑制量は計画土石流発生（流出）抑制量と計画流木発生抑制量の和とする。

#### 解説

計画発生（流出）抑制量は計画流出量（計画流出土砂量・計画流出流木量）を評価している区間に存在する移動可能溪床堆積土砂量、崩壊可能土砂量、流出流木量を対象とする。

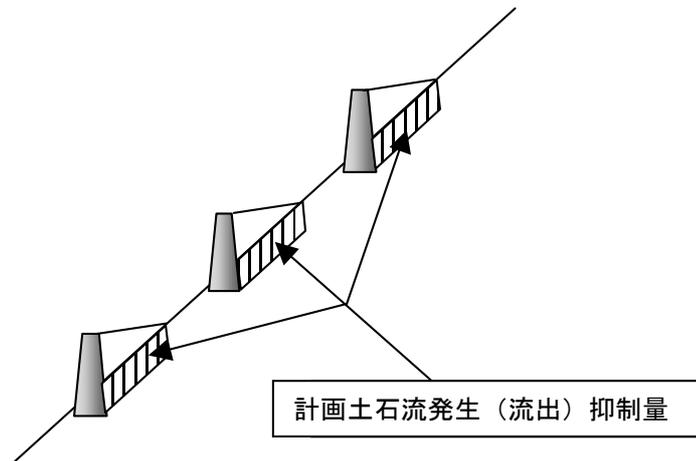
### 3.4.1 計画土石流発生（流出）抑制量

計画土石流発生（流出）抑制量は土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」の流出量を減少させる土砂量である。

#### 解説

計画土石流発生（流出）抑制量は計画堆砂勾配の平面と現溪床が交わる地点から堰堤までの区間（図－ 1 7 に示す斜線部）移動可能溪床堆積土砂が存在する場合に計上する。

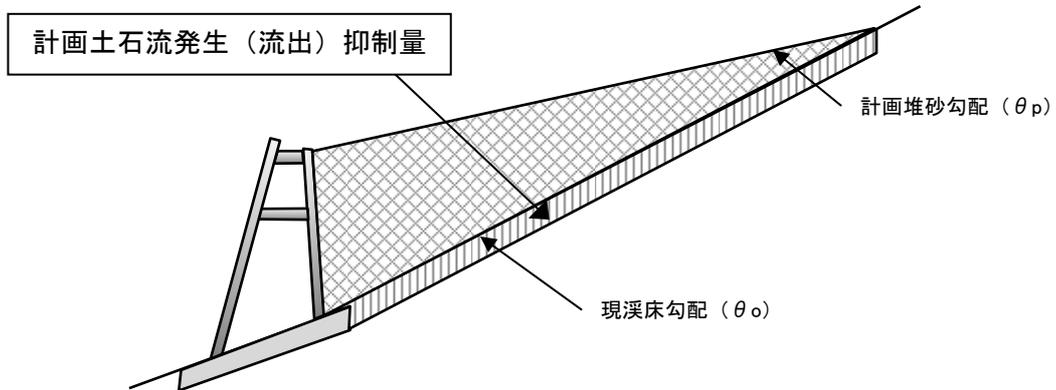
- ・ 土石流抑制工の場合



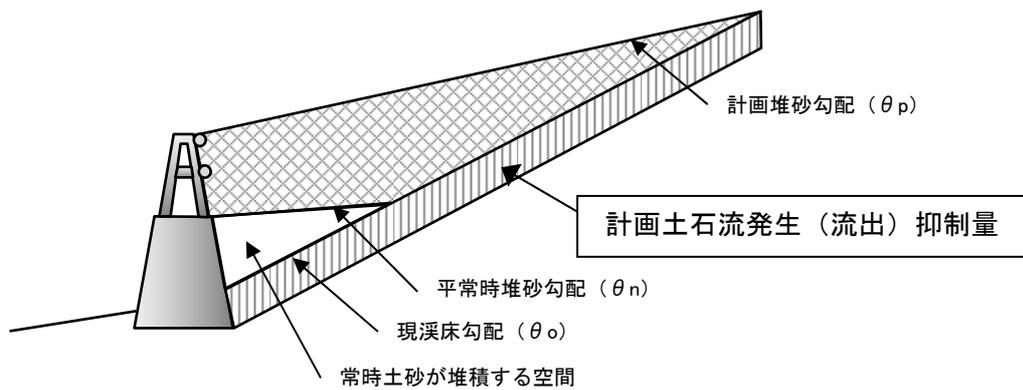
図－ 1 7 (1) 計画土石流発生（流出）抑制量の考え方

・土石流・流木捕捉工の場合

透過型の場合



部分透過型の場合



不透過型の場合

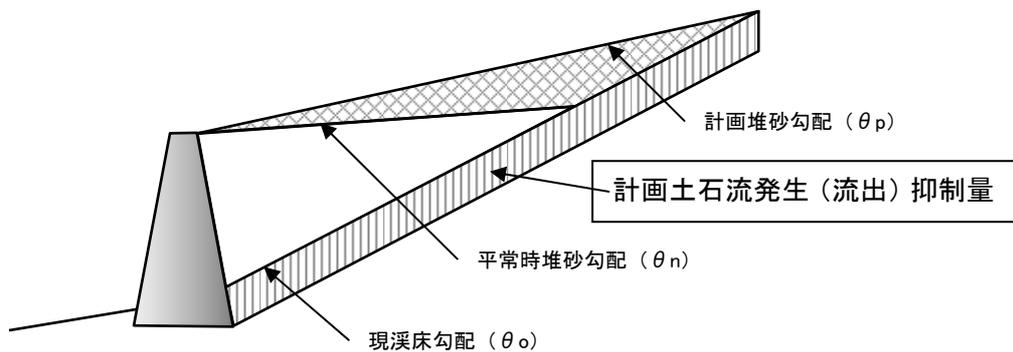


図-17(2) 計画土石流発生（流出）抑制量の考え方

### 3.4.2 計画流木発生抑制量

計画流木発生抑制量は土石流・流木対策施設により、「計画規模の土石流」および土砂とともに流出する流木の減少量である。

#### 解説

計画流木発生抑制量は、計画流出流木量を評価している区間に存在する流出流木量を対象とする。計画流木発生抑制量は、平常時堆砂勾配の平面と現溪床が交わる地点から堰堤までの区間に存在する倒木、流木等の量について、計上することができる。

土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以下となった場合、当該土石流・流木対策施設の計画流木発生抑制量は「0」とする。

また、土石流・流木対策施設の計画地点に流入する計画流出流木量から計画捕捉流木量、計画堆積流木量、計画流木発生抑制量の和を差し引いた値が0以上の場合、当該土石流・流木対策施設は計画流木発生抑制量を計上した上で、計画堆積流木量、計画捕捉流木量の順で計上する。