

## 【巻末参考資料】

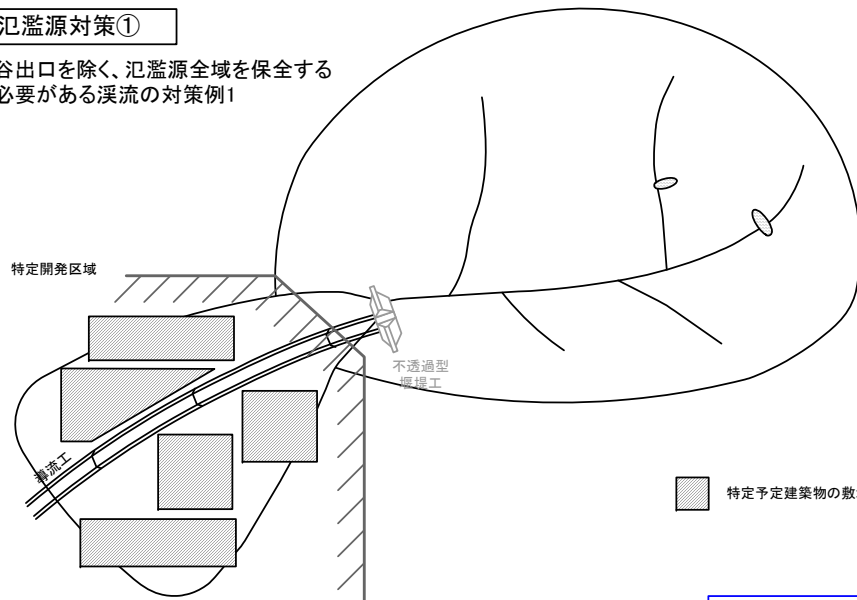
### (1) 対策工事の種類と適用について

開発敷地の位置と流域や氾濫源との関係による対策工事のパターン

施設区分		工種	説明 図面	適応するケース	備考
氾濫 原 対 策	堆積工	土石流堆積流路	②	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積空間において貯砂に適した空間がある。</li> <li>・土地利用上、流路の拡幅が困難。</li> <li>・現況河道幅が広く土石流の堆積スペースとして利用できる。</li> </ul>	流域内の堰堤工に比べ、除石を実施しやすい。
		土石流分散堆積地	⑥	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積空間において貯砂に適した空間がある。</li> </ul>	
		土石流緩衝樹林帯	⑤	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積空間において貯砂に適した空間がある。</li> <li>・景観等の重視が必要な区域。</li> </ul>	
	導流 施 設	土石流導流工 (堰堤工+導流工または、 堆積工+導流工)	①	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流路の拡幅が可能。</li> <li>・直接本川への土砂排出が可能。</li> </ul>	
		土石流流向制御工	⑦	<ul style="list-style-type: none"> <li>・広い扇状地や氾濫原上で、一部の区域のみ保全することが目的。</li> </ul>	必要最小限度の施設で土石流の危険性を回避できる。
	盛土	流向制御工+盛土工	⑧	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計画流出土砂量が多く、流域内では多数の施設が必要。</li> <li>・一部の開発地のみの保全が目的。</li> <li>・流向制御工のみでは安全性が不足。</li> </ul>	洪水氾濫等の被害が予想される区域について、安全性が高まることが予想される。
盛土工+開渠工		④	<ul style="list-style-type: none"> <li>・比較的緩勾配の氾濫原や扇状地部全体の安全性を確保する。</li> </ul>	地盤高をあげるため、広い範囲の安全性が一度に確保される。	

氾濫源対策①

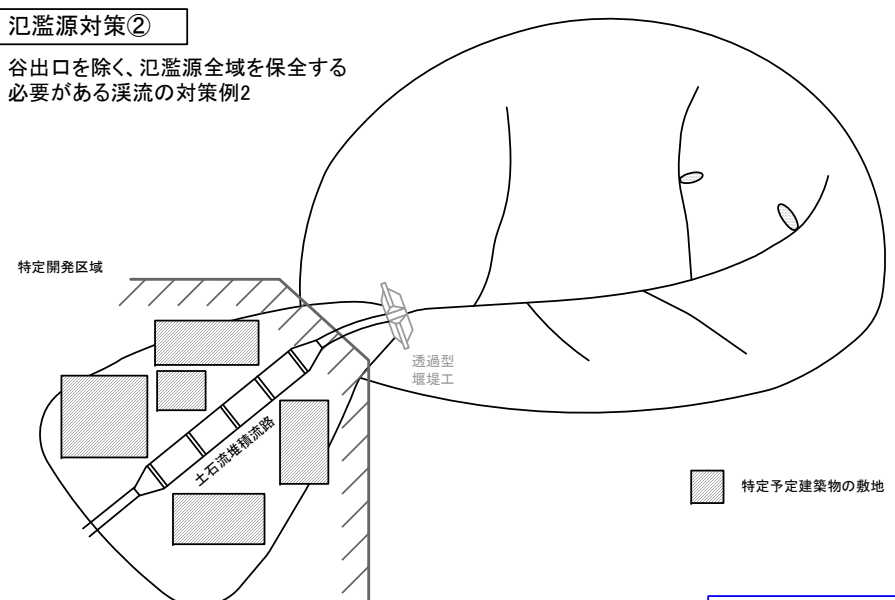
谷出口を除く、氾濫源全域を保全する  
必要がある渓流の対策例1



土石流導流工

氾濫源対策②

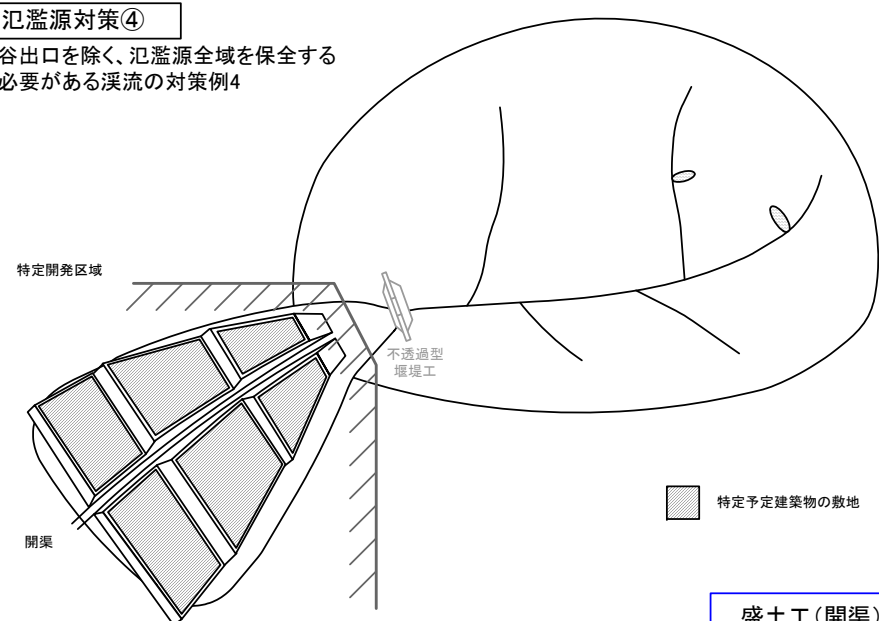
谷出口を除く、氾濫源全域を保全する  
必要がある渓流の対策例2



土石流堆積流路

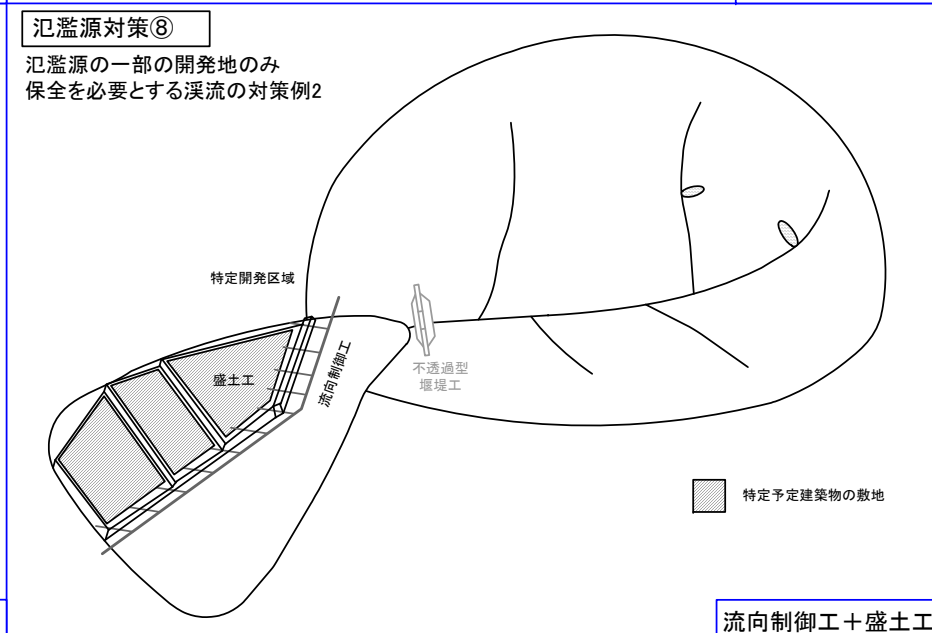
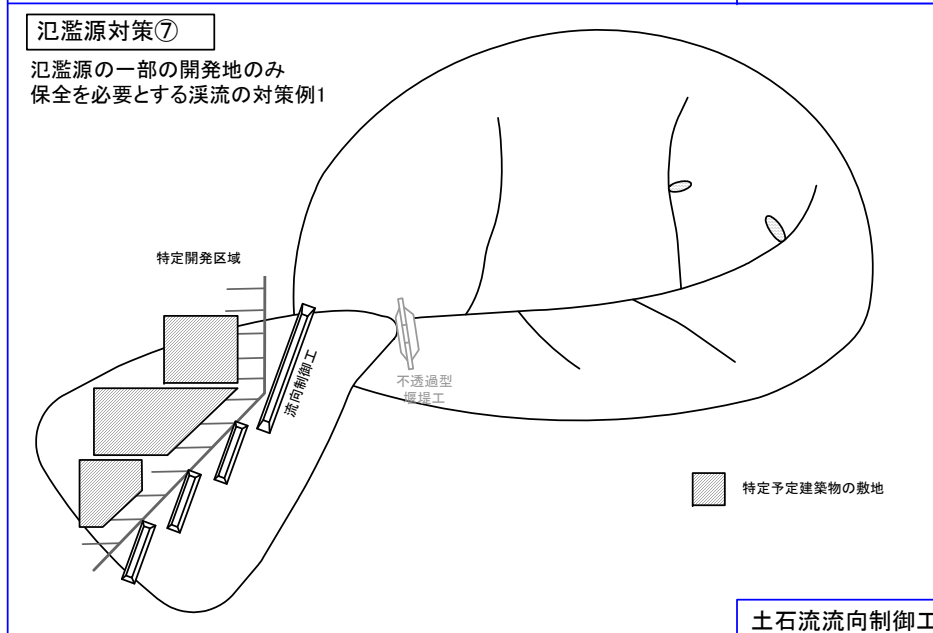
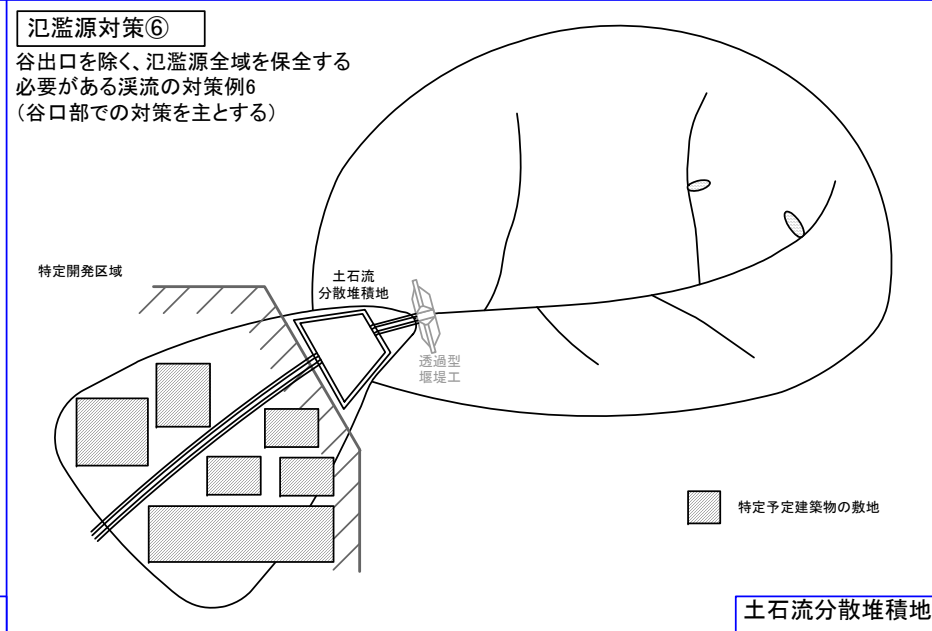
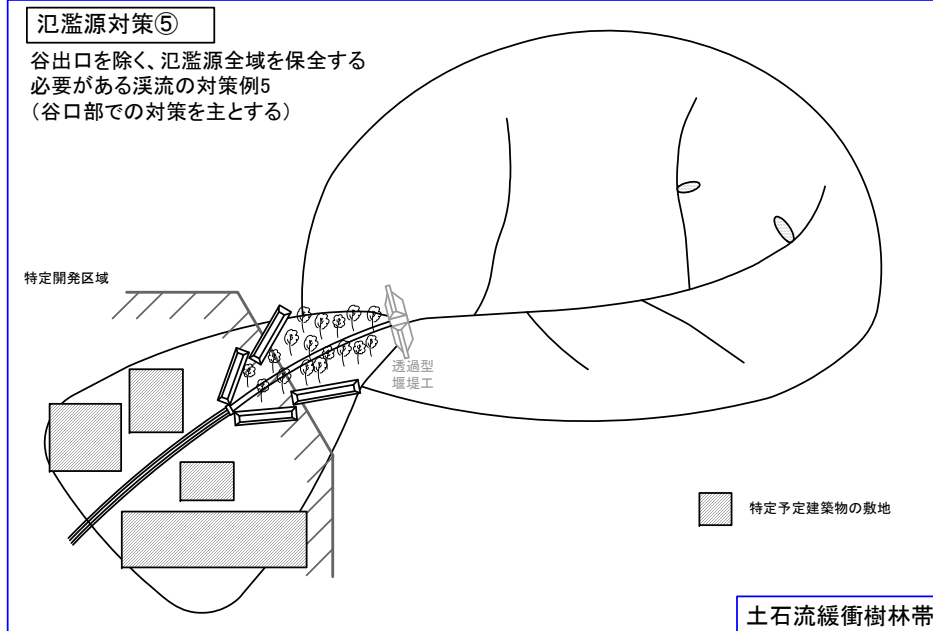
氾濫源対策④

谷出口を除く、氾濫源全域を保全する  
必要がある渓流の対策例4



盛土工(開渠)

開発敷地の位置と流域や氾濫源との関係による対策工事のパターン



開発敷地の位置と流域や氾濫源との関係による対策工事のパターン

## (2) 対策工事の計画例

## 土石流の対策工事の計画例

対策工事の計画は、土石流により流下する土石等の量(Q)、計画流下許容量(E)、対策工事の整備土砂量である計画捕捉量(C)、計画堆積量(D)、計画土石流発生抑制量(B)との間に次式を満足させるように作成する。

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

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

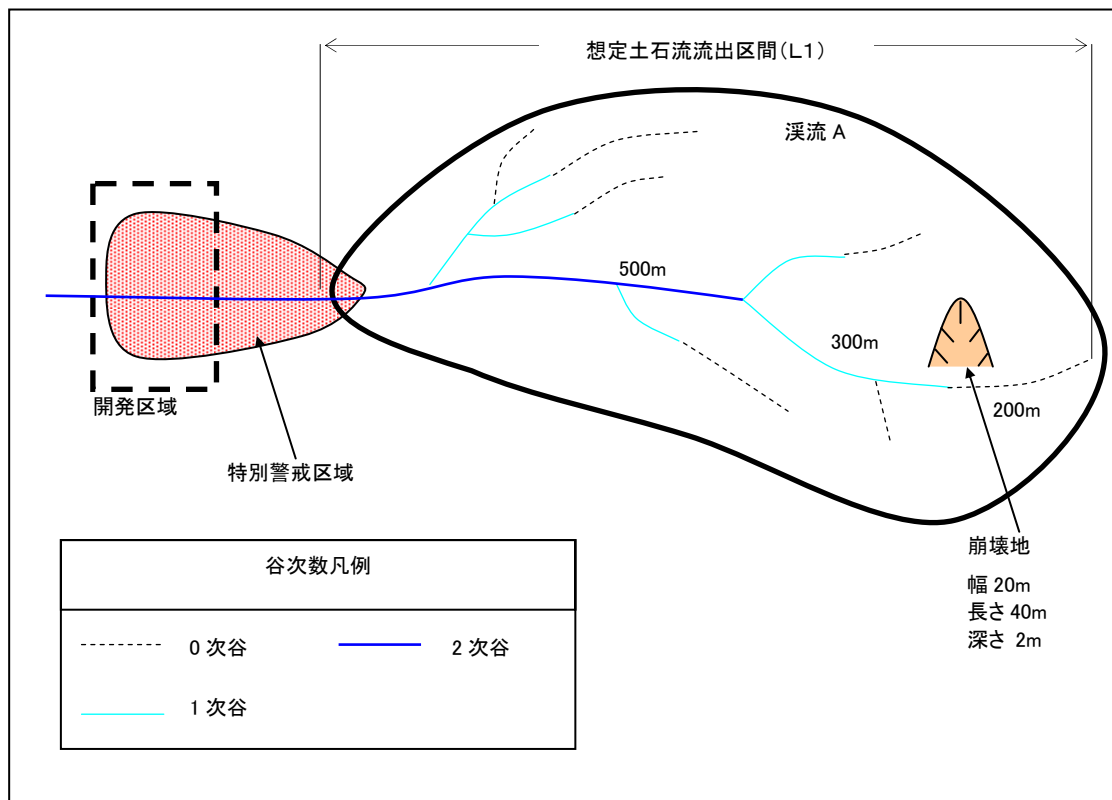


図 1

### 1. 土石流により流下する土石等の量(Q)の算定

土石流により流下する土石等の量(Q)は、流体力算出対象土砂量( $Ve'$ )と運搬可能土砂量( $Vec$ )を比較して、小さい方の値をとる。

#### 1)流体力算出対象土砂量( $Ve'$ )の算定

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

#### 2)運搬可能土砂量( $Vec$ )の算定

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

#### 3)土石流により流下する土石等の量(Q)の算定

$$Ve' (9,000m^3) < Vec (23,673m^3) \therefore Q = Ve' = 9,000m^3$$

表 1

	侵食幅 b(m)	侵食深 de(m)	侵食可能 断面積 Ae( $m^2$ )	想定土石流 流出区間 Lme( $m^3$ )	流体力算出 対象土砂量 Ve'( $m^3$ )
0次谷	3.0	1.0	3.0	200	600
1次谷	4.0	1.5	6.0	300	1,800
2次谷	5.0	2.0	10.0	500	5,000
崩壊地計画 生産土砂量	幅20m×長さ40m×深さ2m				1,600
計					9,000

表 2

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

## 2.対策工事施設の整備土砂量

対策工事施設として、①山腹工、②えん堤（捕捉工、堆積工）、③床固、④土石流を開発区域外に導流するための施設（導流工）、があり、それぞれの整備土砂量は以下の通りである。

### 1)山腹工

計画土石流発生抑制量(B) ※ここでは「崩壊地の計画生産土砂量」を見込む。

### 2)捕捉工(えん堤)

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

$$\text{計画土石流発生抑制量(B}_2\text{)} = b \cdot de \cdot 3 \cdot i \cdot h$$

### 3)堆積工(えん堤)

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

### 4)床固

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

### 5)導流工(土石流を開発区域外に導流するための施設)

整備土砂量は見込まないが、導流工の断面および勾配が「当該施設を設置する地点において流下する土石流を開発区域外に安全に導流することができる」構造であることから、導流工の対象流量は計画流下許容量と概念的に類似するといえる。

ここで  $b$  : 溪床不安定堆積物の侵食幅 (m)

$de$  : 溪床不安定堆積物の侵食深 (m)

$i$  : 元河床勾配 (1/i)

$h$  : 捕捉工、床固の有効高 (m)

$b_1$  : 捕捉工堆砂域における平均堆砂幅 (m)

$L$  : 導流工の長さ (m)



### 3.対策工事の配置計画作成

#### 1)対策工事施設の配置方針

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

- ①崩壊地に、崩壊地の侵食を防止する「山腹工」
- ②溪床の侵食が著しい箇所に、溪流の土石等の移動を防止する「床固」
- ③谷出口に、流下する土石等を堆積する「捕捉工」
- ④谷出口と開発区域の間に、流下する土石等を堆積する「堆積工」
- ⑤堆積工から開発区域外まで、土石流を安全に導流する「導流工」

を計画する（図2）。

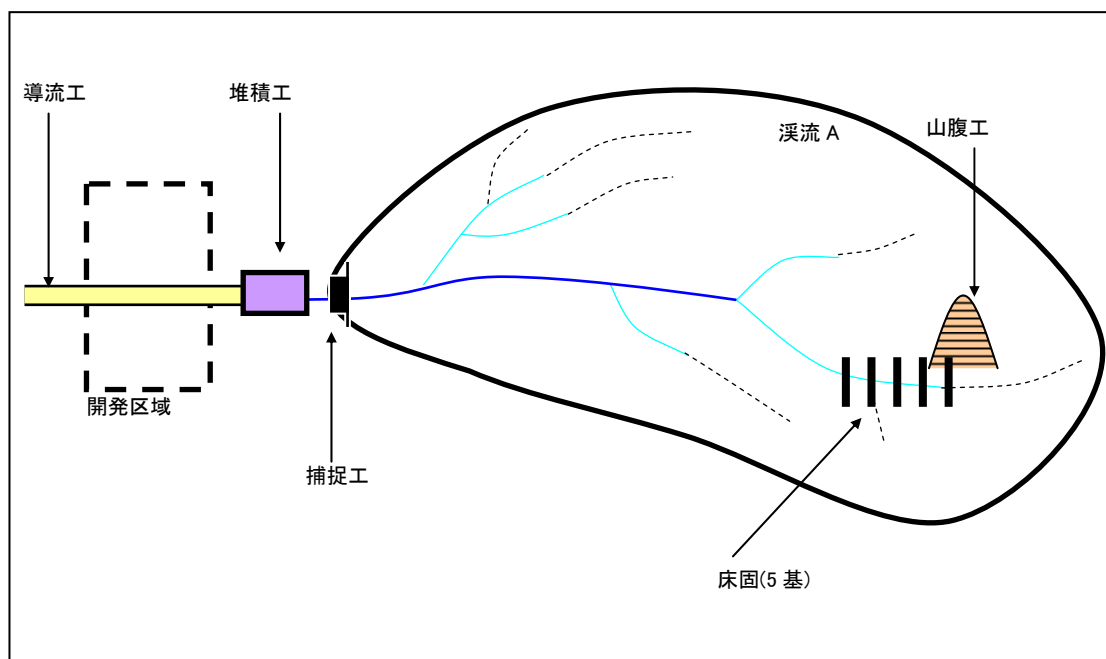


図2

## 2)対策工事施設の配置計画

式①を満たすようにこれら対策工事施設の規模を算定するが、ここでは、計画流下許容量を1,000m<sup>3</sup>として各対策工事施設の規模を決定した(表3)。この際導流工の断面および勾配は、土石流により流下する土石等の量(Q)に対する整備土砂量(C+D+B)の比だけ土石流ピーク流量が減少すると仮定し決定した計画流量を開発区域外に安全に導流することができる構造とする。

表3の数値を式①に当てはめると以下のようになり、式①を満たしている。

$$Q-E \leq C+D+B \quad \rightarrow \quad 9,000(Q) - 1,000(E) \leq 4,500(C) + 1,200(D) + 3,310(B)$$

$$\therefore 8,000 \leq 9,010$$

表3

対策工事	谷次数	侵食幅 b (m)	侵食深 de (m)	有効高 h (m)	堤長 b <sub>2</sub> ' (m)	計画堆砂幅 b <sub>2</sub> (m)	平均堆砂幅 b <sub>1</sub> (m)	元河床勾配 1/n	導流工延長 L (m)	計画捕捉量 C (m <sup>3</sup> )	計画堆積量 D (m <sup>3</sup> )	計画土石流発生抑制量 B (m <sup>3</sup> )	整備土砂量 C+D+B (m <sup>3</sup> )	備考
山腹工	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,600	1,600	崩壊地生産土砂量
床固(5基)	1	4.0	1.5	2.0	15.0	10.0	-	3.0	-	-	-	360	360	1基の整備土砂量は72m <sup>3</sup>
捕捉工	2	5.0	2.0	10.0	45.0	35.0	20.0	4.5	-	4,500	-	1,350	5,850	
堆積工	2	幅15m×長さ40m×土石の堆積厚さ2m				-	-	-	-	-	1,200	-	1,200	施設規模は概略で算定
導流工	2	-	-	-	-	-	-	-	400	-	-	-	0	整備土砂量は見込まない
合計										4,500	1,200	3,310	9,010	

※計画流下許容量を1,000m<sup>3</sup>とした場合で計画。

※平均堆砂幅(b<sub>1</sub>)はb<sub>1</sub>=(b<sub>2</sub>+b)/2で計算。b<sub>2</sub>は捕捉工堆砂域における計画堆砂幅。

※堤長(b<sub>2</sub>')は計画堆砂幅算定の目安となるが整備土砂量に直接関わる諸元ではない。ここでは参考として挙げた。

### (参考)土砂災害特別警戒区域の見直し

本事例の場合、対策施設を設置してL1の土砂量に対して整備率100%となっても、L2の土砂量に対しては整備率100%とならない。そのため、対策施設設置後は、L1に代わってL2が土石流流出区間と想定され、特別警戒区域の見直しがなされる。

- ①当初、想定土石流流出区間はL1
- ②対策施設を設置後、L1に対しては整備率100%であるが、L2に対しては100%に満たない。
- ③想定土石流流出区間をL2とし、特別警戒区域が再設定される。

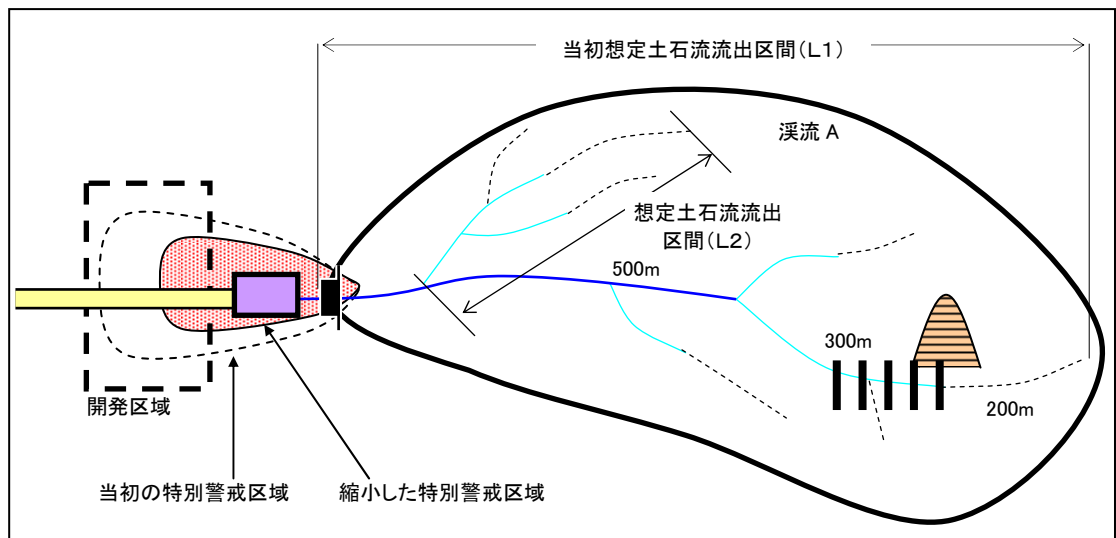


図 3