
流木捕捉工 Dースリット

(設計・施工マニュアル)

平成26年7月

JFE 建材 株式会社

目次

1.	全体フロー	1
2.	鋼製流木捕捉工の計画・設計の基本	2
2.1	土砂移動区分	2
2.1.1	掃流区間	2
2.1.2	土石流区間	2
2.2	構造形式の選定	3
2.2.1	掃流区間に設置する場合	3
2.2.2	土石流区間の副堤に設置する場合	3
2.3	効果量の考え方	4
2.3.1	掃流区間に設置する場合	4
2.3.2	土石流区間の副堤に設置する場合	4
3.	流木捕捉工 Dースリットの設計	5
3.1	適用指針	5
3.2	使用鋼材	5
3.2.1	規格	5
3.2.2	表面処理	5
3.2.3	許容応力度	6
3.2.4	許容応力度の割増し	7
3.2.5	部材の連結	7
3.2.6	使用鋼管	7
3.2.7	腐食・磨耗対策	7
3.3	安定・構造計算の流れ	8
3.4	構造的特徴	9
3.5	基本設計	9
3.5.1	スリット純間隔の決定	9
3.5.2	高さの決定	10
3.6	安定計算	11
3.6.1	安定条件	11
3.6.2	安定計算に用いる荷重の組み合わせ	11
3.7	構造計算	12
3.7.1	構造計算法	12
3.7.2	構造計算に用いる荷重の組み合わせ	13
3.7.3	部材の検討	14

3.7.4	礫及び流木の衝突に関する検討	15
3.7.5	基礎埋め込み部の検討	17
3.7.6	土石流の偏心に対する検討（土石流区間の副堤に設置する場合のみ）	19
4.	施工	20
4.1	施工一般	20
4.2	施工手順	20
4.3	施工管理	21
4.3.1	出来形管理	21
4.3.2	参考歩掛り	21
5.	維持管理	22
5.1	点検実施の必要性	22
5.2	点検項目	22
5.3	除石・除木の検討	22

1. 全体フロー

流木対策計画は、「土砂とともに流出する流木」を対象に砂防計画あるいは土石流対策計画に組み込まれるものであり、流木対策施設においては土砂流出対策施設と密接な関係をもつ。従って、流木対策の計画基準点は一般に砂防計画基準点（補助基準点を含む）あるいは、土石流対策計画基準点としている。流木対策の全体のフロー図を図1に示す。

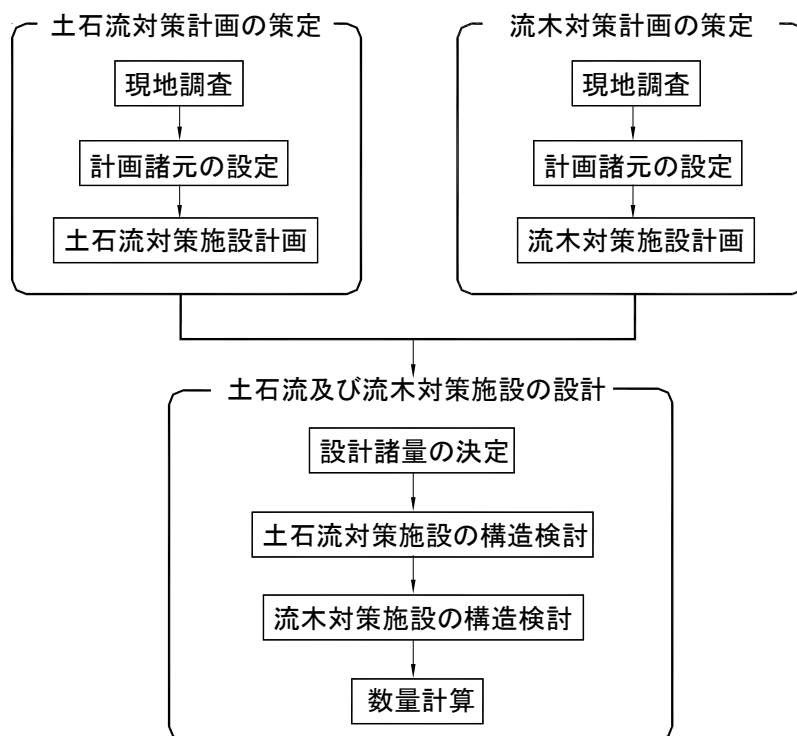


図 1 流木対策計画のフロー図

2. 鋼製流木捕捉工の計画・設計の基本

流木対策施設の計画・設計においては流木捕捉の機能を十分に発揮するように設計するとともに、土石流などの流下に対しても安全となるように計画・設計を行う。また、土石流区間と掃流区間では、設計条件が異なるため設計にあたっては、設置位置がいずれに該当するかを考える。

2.1 土砂移動区分

2.1.1 掃流区間

掃流区間では、土砂と流木は分離して流下し、一般に河床勾配 $I < 2^\circ$ （概ね 1/30）とされている。

2.1.2 土石流区間

土石流区間では、流木は土石流と一体となって流下し、土石流の到達範囲は一般に河床勾配 $I \geq 2^\circ$ （概ね 1/30）とされている。

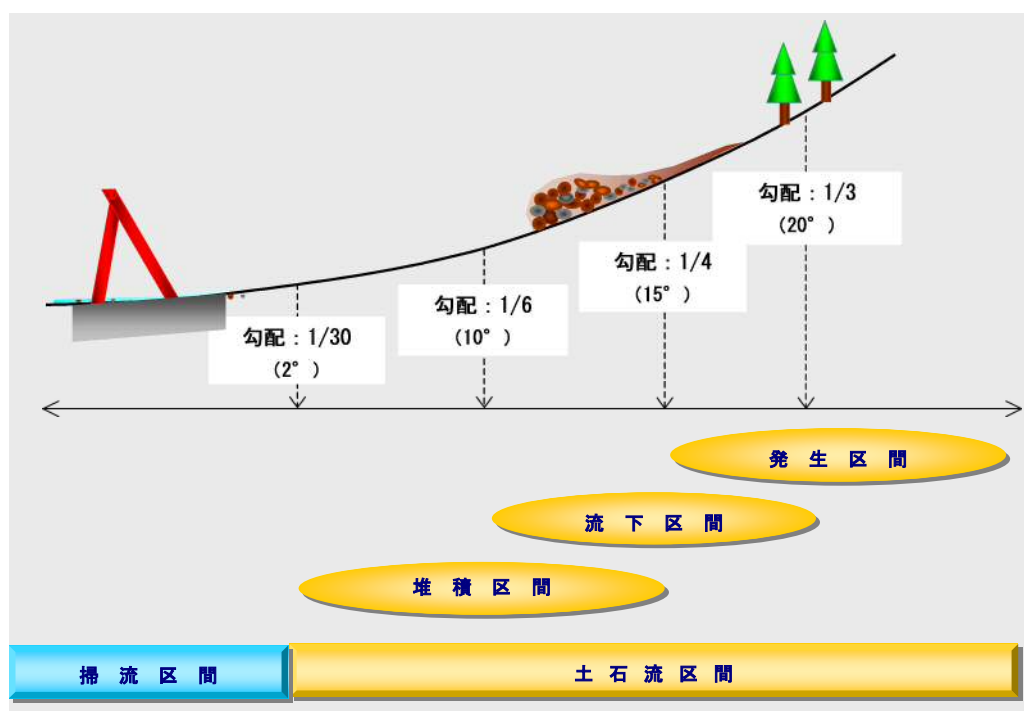


図 2 土砂移動区分

2.2 構造形式の選定

流木捕捉工 Dースリットは掃流区間用の流木捕捉工であり、以下の区間に適用することができる。

2.2.1 掃流区間に設置する場合

流木と土砂とを分離して捕捉する目的で流木捕捉工を掃流区間に設置する場合は、**流木捕捉工** Dースリットが適用できる。

2.2.2 土石流区間の副堤に設置する場合

土石流区間の本堤～副堤において、流木を捕捉する目的で、流木捕捉工を副堤に設置する場合は、**流木捕捉工** Dースリットが適用できる。

この場合、上流側に設置された土石流対策えん堤において、全ての土石流が捕捉される場合は、機能・構造面ともに掃流区間として取り扱い、土石流全てが捕捉されない場合は、機能面では掃流区間と同様に取り扱い、構造的には洪水時の検討と併せ減勢された土石流も考慮して設計する。

2.3 効果量の考え方

2.3.1 掃流区間に設置する場合

掃流区間では、流木は土砂と分離して流下するため、流木捕捉量は堆砂面を流木が（一層で）全て覆いつくすものとして算定する。掃流区間の流木捕捉量は以下の式にて算定できる。

$$V_{r2} \doteq A_d \times d_{av}$$

$$A_d \geq \Sigma (L_{av} \times d_{av})$$

ここに、 V_{r2} ：流木捕捉量（流木実立積）（ m^3 ）

A_d ：計画対象流木捕捉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（ m^2 ）

d_{av} ：流木の平均直径(m)

L_{av} ：流木の平均長(m)

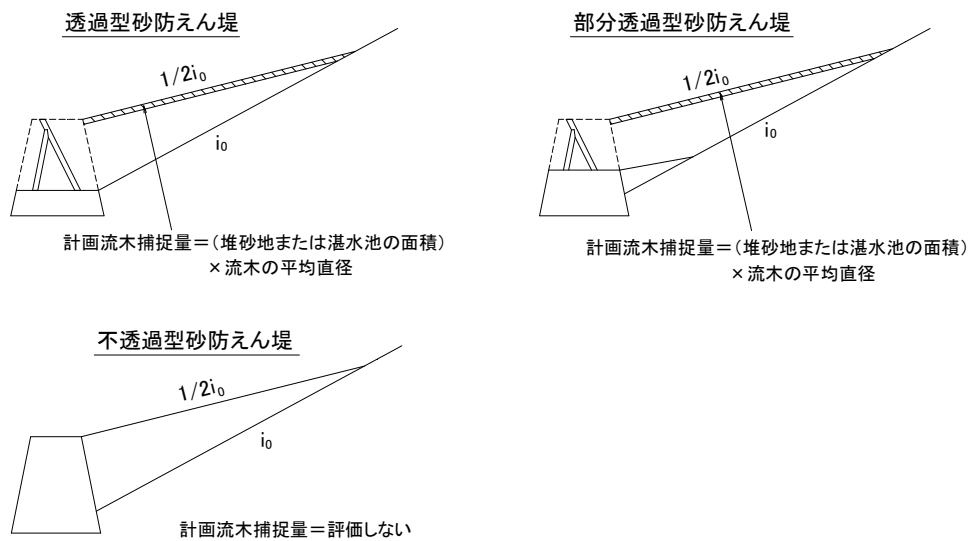


図 3 掃流区間における計画流木捕捉量

2.3.2 土石流区間の副堤に設置する場合

土石流区間の副堤に流木止めを設置する場合の流木捕捉量は、掃流区間と同様に算定する。

副堤に流木止めを設置する場合の流木捕捉量は、以下の式にて算定できる。

$$V_{r3} \doteq A_m \times d_{av}$$

ここに、 V_{r3} ：流木捕捉量（流木実立積）（ m^3 ）

A_m ：水叩きの面積（ m^2 ）

d_{av} ：流木の平均直径(m)

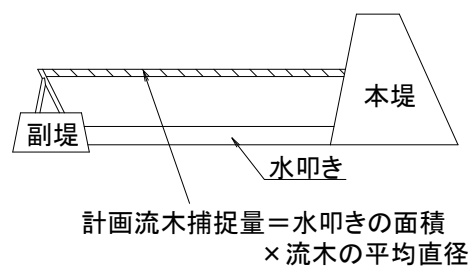


図 4 副堤設置における計画流木捕捉量

3. 流木捕捉工 D-スリットの設計

3.1 適用指針

流木捕捉工 D-スリットは、下記に示す指針に準拠して設計します。

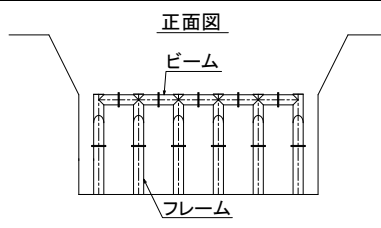
- ①建設省河川砂防技術基準（案）：建設省河川局
- ②砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説：国土交通省国土技術政策総合研究所
- ③土石流・流木対策設計技術指針解説：国土交通省国土技術政策総合研究所
- ④鋼製砂防構造物設計便覧 平成21年版：財団法人砂防・地すべり技術センター
- ⑤道路橋示方書・同解説：社団法人日本道路協会

3.2 使用鋼材

3.2.1 規格

表 1 使用鋼材規格一覧

部位	部材	規格
スリット部	フレーム	JIS G 3444 「一般構造用炭素鋼鋼管」(STK400,490) JIS G 3106 「溶接構造用圧延鋼材」(SM400,490)
	ビーム	JIS G 3444 「一般構造用炭素鋼鋼管」(STK400,490) JIS G 3106 「溶接構造用圧延鋼材」(SM400,490)
接合部 柱脚部	プレート ボルト類	JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」(SS400) JSS II 09 「構造用トルニア形高力ボルト・六角ナット・平座金のセット」(S10T、F10、F35) JIS B 1180 「六角ボルト」, JIS B 1181 「六角ナット」, JIS B 1256 「平座金」



3.2.2 表面処理

表 2 表面処理

塗装工程	規格	塗装仕様	目標膜厚(μm)	
製作工場	素地調整	SIS	ブラスト処理：Sa 2	—
	プライマー	JIS K 5633	長ばく形エッチングプライマー	(15)
	下塗り	JIS K 5674	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35
	下塗り	JIS K 5674	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35
現場	中塗り	JIS K 5516	長油性フタル酸樹脂塗料	30
	上塗り	JIS K 5516	長油性フタル酸樹脂塗料	25

3.2.3 許容応力度

表 3 鋼材の許容応力度

		(N/mm ²)		
鋼種	SS400,SM400	SM490,STK490	SM490Y,SMA490	
応力度の種類	SMA400,STK400			
軸方向引張応力度 (純断面積につき)	140	185	210	
軸方向圧縮応力度 (総断面積につき)	$\frac{l}{r} \leq 18$ 140 $18 < \frac{l}{r} \leq 92$ $140 - 0.82\left(\frac{l}{r} - 18\right)$ $\frac{l}{r} > 92$ $\frac{1,200,000}{6,700 + (l/r)^2}$	$\frac{l}{r} \leq 16$ 185 $16 < \frac{l}{r} \leq 79$ $185 - 1.2\left(\frac{l}{r} - 16\right)$ $\frac{l}{r} > 79$ $\frac{1,200,000}{5,000 + (l/r)^2}$	$\frac{l}{r} \leq 15$ 210 $15 < \frac{l}{r} \leq 75$ $210 - 1.5\left(\frac{l}{r} - 15\right)$ $\frac{l}{r} > 75$ $\frac{1,200,000}{4,400 + (l/r)^2}$	
曲げ引張応力度 (純断面積につき)	140	185	210	
曲げ圧縮応力度 (総断面積につき)	140	185	210	
軸方向力及び曲げモーメントを受ける部材	(1) 軸方向力が引張の場合 $\sigma_t + \sigma_{bt} \leq \sigma_{ta}$ かつ $-\sigma_t + \sigma_{bc} \leq \sigma_{ba}$ (2) 軸方向力が圧縮の場合 $\frac{\sigma_c + \sigma_{bc}}{\sigma_{ca} \quad \sigma_{ba}} \leq 1.0$			
せん断応力度 (総断面積につき)	80	105	120	

記号は次のとおりである。

l : 部材の有効座屈長(cm)

r : 部材総断面の断面二次半径(cm)

σ_t, σ_c : 断面に作用する軸方向引張力による引張応力度及び軸方向圧縮力による圧縮応力度(N/mm²)

σ_{bt}, σ_{bc} : 断面に作用する曲げモーメントによる最大引張応力度及び最大圧縮応力度(N/mm²)

σ_{ta}, σ_{ca} : 許容引張応力度及び弱軸に関する許容軸方向圧縮応力度(N/mm²)

σ_{ba} : 許容曲げ圧縮応力度(N/mm²)

許容曲げ圧縮応力度

(N/mm²)

		SS400,SM400	SMA490	SM490Y,SM520	SM570,SMA570
断面の種類		SMA400		SMA490	
圧縮フランジがコンクリート床版などで直接固定されている場合		140	185	210	255
箱形断面、π形断面の場合					
上記以外の場合	$\frac{A_w}{A_c} \leq 2$	$\frac{l}{b} \leq 4.5$: 140 $4.5 < \frac{l}{b} \leq 30$: $140 - 2.4\left(\frac{l}{b} - 4.5\right)$	$\frac{l}{b} \leq 4.0$: 185 $4.0 < \frac{l}{b} \leq 30$: $185 - 3.8\left(\frac{l}{b} - 4.0\right)$	$\frac{l}{b} \leq 3.5$: 210 $3.5 < \frac{l}{b} \leq 27$: $210 - 4.6\left(\frac{l}{b} - 3.5\right)$	$\frac{l}{b} \leq 5.0$: 255 $5.0 < \frac{l}{b} \leq 25$: $255 - 6.6\left(\frac{l}{b} - 5.0\right)$
	$\frac{A_w}{A_c} > 2$	$\frac{l}{b} \leq \frac{9}{K}$: 140 $\frac{9}{K} < \frac{l}{b} \leq 30$: $140 - 1.2\left(K\frac{l}{b} - 9\right)$	$\frac{l}{b} \leq \frac{8}{K}$: 185 $\frac{8}{K} < \frac{l}{b} \leq 30$: $185 - 1.9\left(K\frac{l}{b} - 8\right)$	$\frac{l}{b} \leq \frac{7}{K}$: 210 $\frac{7}{K} < \frac{l}{b} \leq 27$: $210 - 2.3\left(K\frac{l}{b} - 7\right)$	$\frac{l}{b} \leq \frac{10}{K}$: 255 $\frac{10}{K} < \frac{l}{b} \leq 25$: $255 - 3.3\left(K\frac{l}{b} - 10\right)$

A_w : 腹板の総断面積(cm²)

A_c : 圧縮フランジの総断面積(cm²)

l: 圧縮フランジの固定点間距離(cm)

b: 圧縮フランジ幅(cm)

$$K = \sqrt{3 + \frac{A_w}{2A_c}}$$

3.2.4 許容応力度の割増し

土石流時、洪水時の設計では、許容応力度の割増し係数は 1.5 とする。

3.2.5 部材の連結

部材と連結部の強度に大きなアンバランスが生じないように、主要部材の連結は母材の全強の 75%以上とする。

3.2.6 使用鋼管

基本フレームに用いる鋼材の板厚は、8mm 以上とする。

また、主要部材として用いる鋼管については、部材（鋼管）の局部座屈に対して十分安全となるよう、鋼管径に対する最小板厚を次式により設定する。

※鋼製砂防構造物設計便覧 平成 21 年版より

$$t \geq \frac{D - 2 \cdot \Delta t}{80} + \Delta t$$

ここに、 t : 鋼製透過型砂防えん堤に使用する鋼管の板厚 (mm)

Δt : 腐食しろ (mm)

D : 鋼管の外径 (mm)

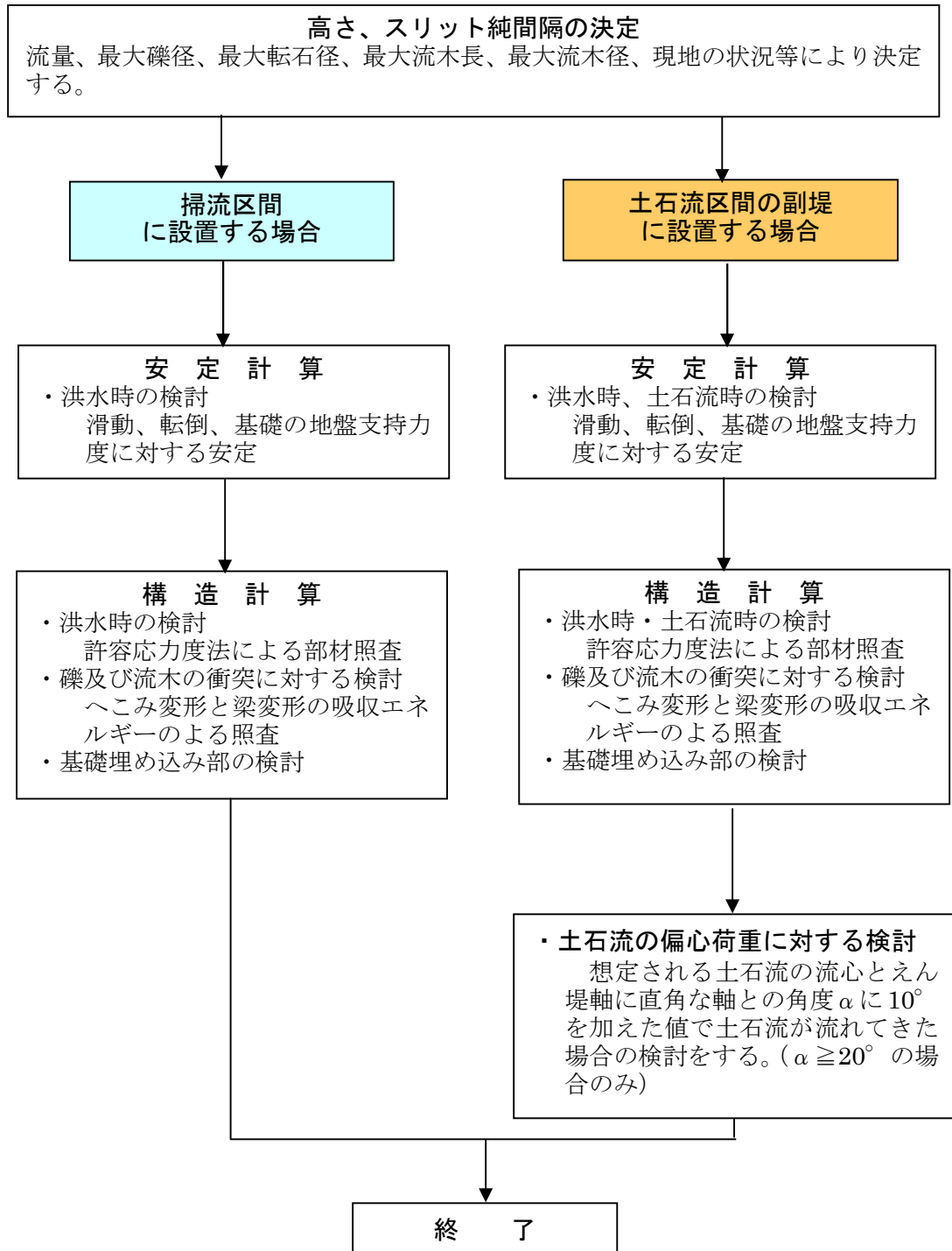
3.2.7 腐食・磨耗対策

設計に用いる腐食しろは最上流部材も含めて 0.5mm とし、余裕しろは 1.5mm とする。

※鋼製砂防構造物設計便覧 平成 21 年版より

3.3 安定・構造計算の流れ

流木捕捉工 D-スリットの安定・構造計算の流れを以下に示す。



3.4 構造的特徴

流木捕捉工 D-スリットは、透過形式の鋼管フレーム構造の流木捕捉工である。
鋼管を組合せて開口率を現地の状況に合わせて設定できるため、流木を確実に捕捉できる。
また横断方向は横梁（ビーム）により連結されているため、土石流の偏心荷重に対しても有利な構造となっている。

3.5 基本設計

3.5.1 スリット純間隔の決定

スリット純間隔は、土砂礫等により閉塞されないように、透過部の幅を考慮しながら下記の条件を満足するように決定する。

①透過部が転石により閉塞しないように、スリット純間隔は最大転石の2倍以上とする。

$$b_s \geq 2d_i$$

ここで b_s ; スリット純間隔

d_i ; 最大転石径

土石流区間の副堤に設置する場合は、現地の礫径調査により求めた最大礫径を用いる。

掃流区間に設置する場合は、限界掃流力による移動限界礫径と現地の礫径調査により求めた最大礫径とを比較して小さい方の値を用いる。

②流木を捕捉するために、スリット純間隔は最大流木長の1/2以下とする。

$$1/2L \geq b_s$$

ここで、 L ; 流出する最大流木長

また、水通し端部（不透過部と透過部鋼材端との間）における流木捕捉機能は不明確なため、確実に流木が捕捉できるように、不透過部と透過部鋼材端との純間隔（ b_s' ）は、スリット純間隔より狭くとるようにする。

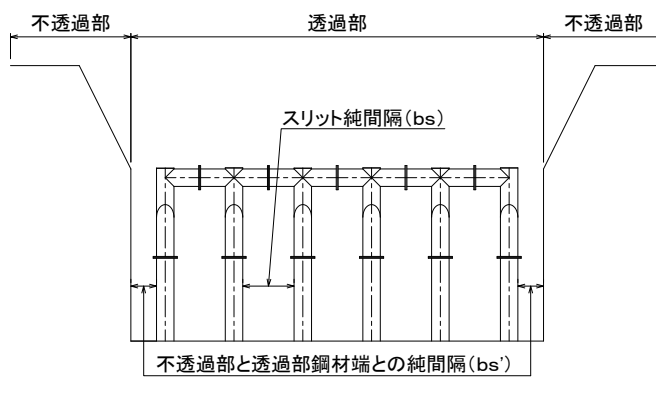


図 5 スリット純間隔

3.5.2 高さの決定

流木捕捉工の高さ（ H_s ）は、透過部材による堰上げ高を加えた水深（ h_s ）に流木捕捉に必要な高さ（ Δh 、少なくとも最大流木径の 2 倍以上）を加えた値とする。また、流木捕捉工の高さの決定に必要な水深 h 及び平均流速 V は、流木捕捉工上流の状況により、マンシング式または、堰の越流公式で求める。

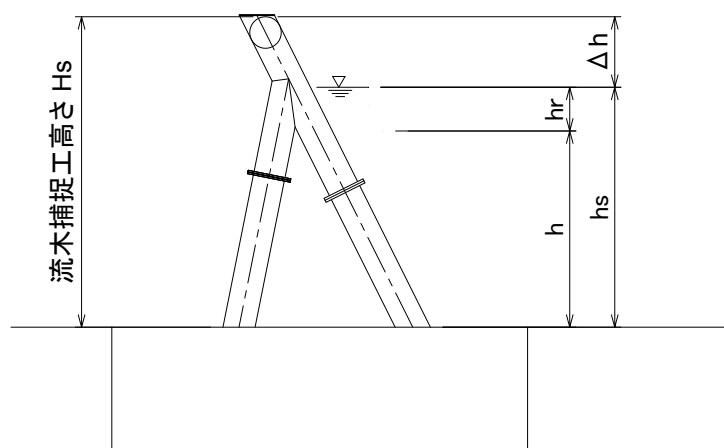


図 6 高さの決定

※堰上げ高を加えた水深 h_s

$$h_s = h + h_r$$

h : マンシング式または堰の越流公式で求めた水深(m)

h_r : 流木捕捉工による堰上げ高(m)

$$h_r = \beta \times \sin \theta \times (t/d)^{4/3} \times V^2 / (2g)$$

β : 縦部材の断面形状による係数

鋼管 = 2.0

θ : 縦部材の下流河床面に対する傾斜角 (度)

t : 縦部材の直径(m)

d : 縦部材の純間隔(m)

V : 上流側の平均流速(m/s)

マンシング式または堰の越流公式により求める。

3.6 安定計算

3.6.1 安定条件

流木捕捉工本体の安定計算は、原則として水通し部分の単位幅あたりの2次元断面について重力式えん堤と同様、下記の安定条件を満足していることを必要条件とする。この場合、次の条件を前提とする。

[前提条件]

- ・重力えん堤として一体として働くこと。
- ・各部材が確実に連結されていて、過度に変形しないこと。

[安定条件]

- ①原則としてえん堤自重および外力の合力着地点が堤底の中央1/3内にあること。
- ②堤底と基礎地盤との間または基礎地盤内で滑動しないこと。
- ③基礎地盤に作用する最大荷重強度が地盤の許容支持力度以内であること。

3.6.2 安定計算に用いる荷重の組み合わせ

①掃流区間に設置する場合

流木捕捉工が流木により閉塞した状態を想定し、安定計算に用いる荷重は洪水時静水圧とする。荷重図を図7に示す。

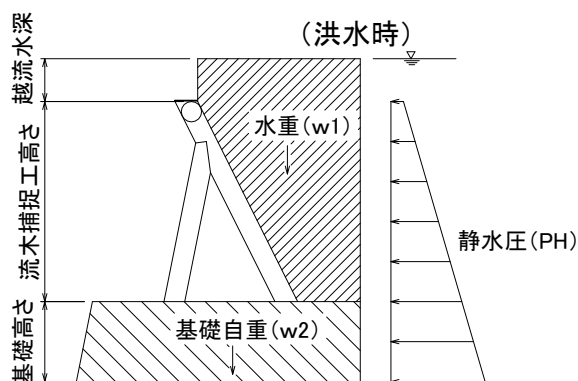


図7 掃流区間に設置する場合の荷重図

②土石流区間の副堤に設置する場合

1)直上流の本堤において土石流全てが捕捉される場合

機能・構造面ともに掃流区間として取り扱うため、安定計算に用いる荷重は、流木捕捉工が流木により閉塞した状態を想定し、洪水時静水圧とする。荷重図を図8に示す。

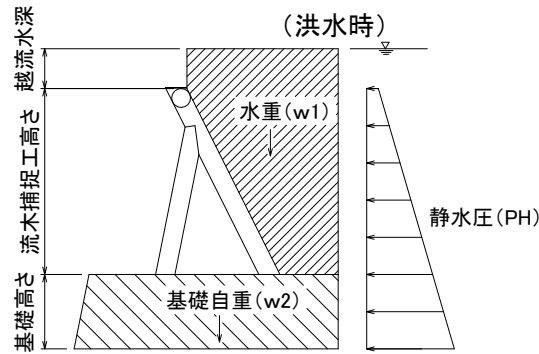


図 8 土石流全てが捕捉される場合の荷重図

2)直上流の本堤において土石流全てが捕捉されない場合

機能面では掃流区間と同様に取り扱うが、安定計算に用いる荷重としては、洪水時には洪水時静水圧、土石流時には土石流流体力と堆砂圧とする。ただし、この際の土石流の諸元は本堤の設計に用いた値とするが、土石流水深、流速等の計算に用いる河床勾配は、現河床勾配ではなく計画堆砂勾配を用いるものとする。

また、底版コンクリートが厚く溪床より突出しているなど、底版コンクリート上流が湛水すると判断される場合には底版コンクリート天端までの静水圧を考慮する。荷重図を図 9 に示す。

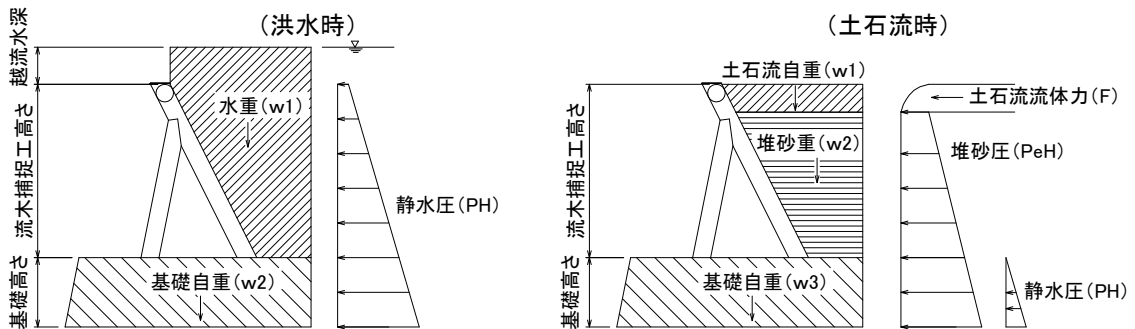


図 9 土石流全てが捕捉されない場合の荷重図

3.7 構造計算

3.7.1 構造計算法

流木捕捉工に使用される鋼製部材は、安定計算に用いた荷重に対しては構造計算によって一体となって荷重に抵抗することを保証されなければならない。この場合、部材応力の計算は許容応力度法によるものとし、土石流時及び洪水時の許容応力度の割り増し係数は 1.5 とする。

3.7.2 構造計算に用いる荷重の組み合わせ

①掃流区間に設置する場合

構造計算に用いる荷重は、洪水時静水圧とする。この場合の荷重図を図 10 に示す。

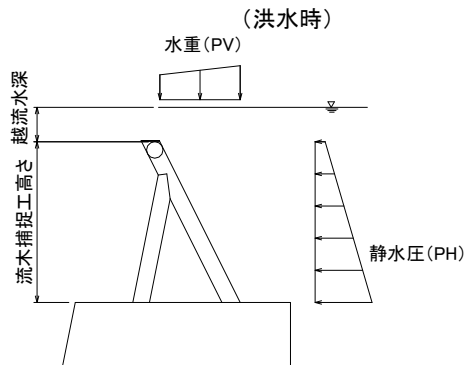


図 10 掃流区間における荷重図

②土石流区間の副堤に設置する場合

1)直上流の本堤において土石流全てが捕捉される場合

構造計算に用いる荷重は洪水時静水圧とする。この場合の荷重図を図 11 に示す。

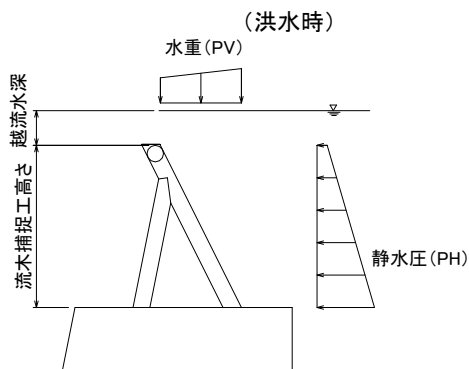


図 11 土石流全てが捕捉される場合の荷重図

2)直上流の本堤において土石流全てが捕捉されない場合

構造計算に用いる荷重は、洪水時では洪水時静水圧、土石流時では土石流流体力と堆砂圧とする。この場合の荷重図を図 12 に示す。

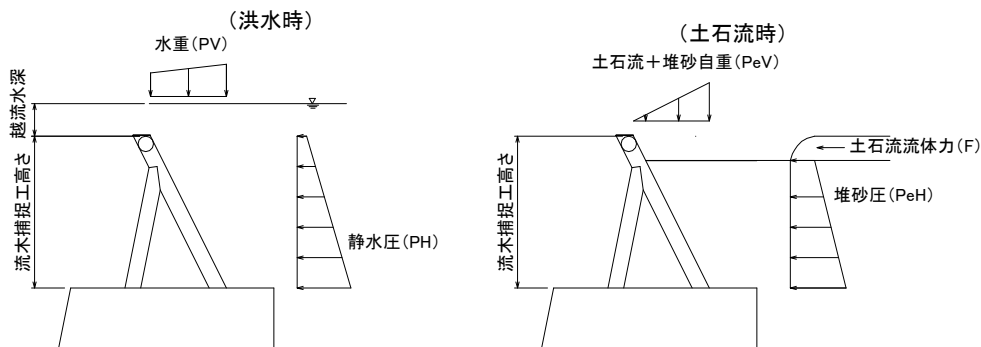


図 12 土石流全てが捕捉されない場合の荷重図

3.7.3 部材の検討

部材応力の照査は次式により行う。

照査 1・・・部材に軸方向力と曲げモーメントが作用する場合の検討

- ・軸方向力が引張りの場合

$$\frac{\sigma t}{\sigma ta} + \frac{\sigma bt}{\sigma ta} \leq 1.0$$

- ・軸方向力が圧縮の場合

$$\frac{\sigma c}{\sigma ca} + \frac{\sigma bc}{\sigma bca} \leq 1.0$$

照査 2・・・部材に軸方向力、曲げモーメントとせん断力が作用する場合の検討

軸方向力が圧縮の場合は必ず照査を行い、軸方向応力が引張の場合は、軸方向応力度及びせん断応力度が共に許容応力度の 45%を超える場合のみ照査する。

- ・軸方向力が引張りの場合

$$\left(\frac{\sigma t}{\sigma ta} + \frac{\sigma bt}{\sigma ta} \right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau a} \right)^2 \leq 1.2$$

- ・軸方向力が圧縮の場合

$$\frac{\sigma c + \sigma bc}{\sigma ca} + \left(\frac{\tau}{\tau a} \right)^2 \leq 1.0$$

$\sigma t, \sigma c$: 軸力方向引張応力度及び軸力方向圧縮応力度 (N/mm^2)

τ : せん断応力度 (N/mm^2)

$\sigma bt, \sigma bc$: 曲げ引張応力度及び曲げ圧縮応力度 (N/mm^2)

$\sigma ta, \sigma ca$: 許容引張応力度及び弱軸に関する許容軸方向圧縮応力度 (N/mm^2)

τa : 許容せん断応力度 (N/mm^2)

σbca : 許容曲げ圧縮応力度 (N/mm^2)

鋼管の場合は上限を用いる。

※許容軸方向圧縮応力度 σca は鋼種、部材の細長比 $1/r$ により低減される。

3.7.4 礫及び流木の衝突に関する検討

①へこみ変形による吸収エネルギー

部材の変形は衝突点でのへこみ変形が終了した後に、固定梁としての塑性変形（メカニズムとしての変形）が崩壊まで進行する。

※鋼製砂防構造物設計便覧平成 21 年版より

$$P_1 = \frac{1}{4} \cdot K \cdot \sigma_{y,d} \cdot t^2 \cdot \left(\frac{\delta_d}{D} \right)^{0.8}$$

P_1 : へこみ変形に対応する荷重

$\sigma_{y,d}$: 鋼管材料の動的降伏応力度で、通常 $\sigma_{y,d} = (1.0 \sim 1.2) \cdot \sigma_y$

ここでは、安全側の値 $\sigma_{y,d} = 1.0 \cdot \sigma_y$ を用いる。

σ_y : 静的降伏応力度

t : 鋼管肉厚

D : 鋼管外径

δ_d : へこみ変形量

K : 係数 $(= 161 \cdot (D0/D)^{0.11})$

$D0$: 礫の直径、流木の場合は最大流木径とする

$$P_c = \frac{4}{L} \cdot (M_{PA} + M_{PC})$$

P_c : 崩壊荷重

L : スパン長

M_{PA} : 固定端 A の塑性モーメント

M_{PC} : 中央点 C の塑性モーメント

へこみ変形が終了するときの最大へこみ変形量 δ_d は P_1 と P_c が等しいとして求める。
鋼管のへこみ変形による吸収エネルギー E_d は次式で算出する。

$$E_d = \frac{1}{4} \cdot K \cdot \sigma_{y,d} \cdot t^2 \cdot \frac{\delta_d^{1.8}}{1.8 \cdot D^{0.8}}$$

②梁変形による吸収エネルギー

礫及び流木の運動エネルギー E_R 、 E_T がへこみ変形による吸収エネルギー E_d を超えた場合に、梁変形により残存エネルギー $(E_R - E_d)$ 、 $(E_T - E_d)$ を吸収する。その時の梁としての変形量 δ_{pi} から回転角 θ_{pi} を算出する。

$$\delta_{pi} = \frac{ER - Ed}{Pc} \qquad \delta_{pi} = \frac{ET - Ed}{Pc}$$

Pc : 崩壊荷重

δ_{pi} : 梁の塑性変形量

$$\theta_{pi} = \frac{\delta_{pi}}{L/2}$$

また、許容塑性回転角 θ_{pa} 及び許容塑性変形 δ_{pa} は次式で与えられる。

$$\theta_{pa} = \frac{1.355}{D/t}$$

$$\delta_{pa} = \theta_{pa} \cdot \left(\frac{L}{2}\right)$$

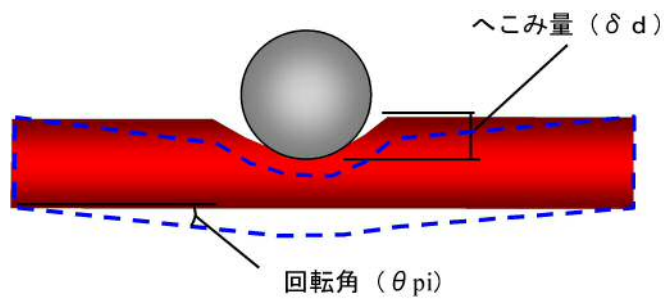


図 13 碟の衝突による梁の変形イメージ

3.7.5 基礎埋め込み部の検討

上流柱材、中間柱材、下流柱材のそれぞれの基礎埋め込み部に発生する支点反力に対して、必要に応じて、押抜きせん断応力度、引抜きせん断応力度、垂直支圧応力度、水平支圧応力度及び水平押抜きせん断応力度の照査を行う。

①鉛直方向の検討

柱埋込部に作用する引抜き力、圧縮力に対しては引抜き、押抜きせん断応力度及び垂直支圧応力度の照査を行う。

i) 引抜き、押抜きせん断応力度

$$\tau = \frac{V}{A_c} \leq \tau_{ca}$$

τ : 引抜き、押抜きせん断応力度 (N/mm^2)

τ_{ca} : 許容せん断応力度 (N/mm^2)

V : 鉛直力 (N)

A_c : コーン状破壊面の有効水平投影面積 (mm^2)

・引抜きの場合

$$\pi \cdot \left\{ (\phi B' + 2 \cdot L_c)^2 - \phi B'^2 \right\} / 4$$

・押抜きの場合

$$\pi \cdot \left\{ \phi B' + 2 \cdot (H_c - L_c) \right\}^2 - \phi B'^2 \Big/ 4$$

$\phi B'$: ベースプレートの直径 (mm)

H_c : 基礎深さ (mm)

L_c : 埋め込み深さ (mm)

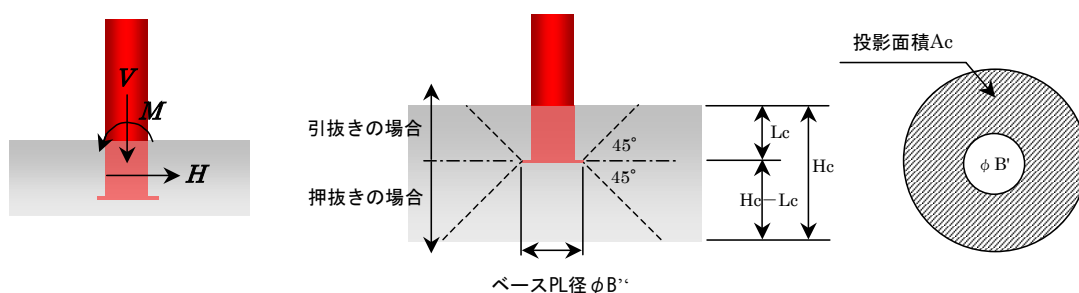


図 14 コーン状破壊の有効水平投影面積

ii) 垂直支圧応力度

$$\sigma_{bv} = \frac{V}{A_d} \leq \sigma_{ba}$$

σ_{bv} : 垂直支圧応力度 (N/mm^2)

σ_{ba} : 許容支圧応力度 (N/mm^2)

V : 鉛直力 (N)

Ad : 垂直支圧有効面積 (mm^2)

・引抜力が作用する場合

$$\pi \cdot (\phi B'^2 - \phi B^2) / 4$$

・圧縮力が作用する場合

$$\pi \cdot \phi B'^2 / 4$$

$\phi B'$: ベースプレートの直径 (mm)

ϕB : 埋め込み柱の径 (mm)

②水平方向の検討

柱埋め込み部に作用する水平方向及び曲げモーメントに対しては水平支圧応力度の照査を行い、さらに下流柱部に対しては水平押し抜きせん断応力度の照査を行う。

i) 水平支圧応力度

$$\sigma_{bh1} = \frac{H}{\phi B \times Lc}$$

$$\sigma_{bh2} = \frac{6 \times M}{\phi B \times Lc^2}$$

$$\sigma_{bh} = \sigma_{bh1} + \sigma_{bh2} \leq \sigma_{ba}$$

σ_{bh1} : せん断力による水平支圧応力度 (N/mm^2)

σ_{bh2} : 曲げモーメントによる水平支圧応力度 (N/mm^2)

σ_{bh} : 合成した水平支圧応力度 (N/mm^2)

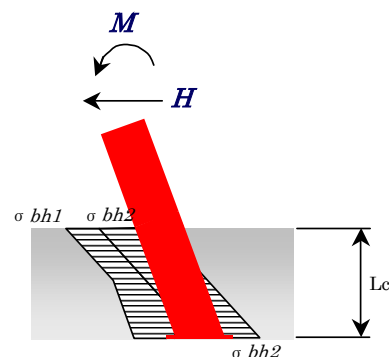


図 15 水平支圧応力度図

ii) 水平押し抜きせん断応力度

$$\tau_h = \frac{H}{Acd} \leq \tau_{ca}$$

τ_h : 水平押し抜きせん断応力度 (N/mm^2)

τ_{ca} : 許容せん断応力度 (N/mm^2)

H : 水平力 (N)

Acd : 水平押し抜きせん断力に対する有効水平投影面積 (mm^2)

3.7.6 土石流の偏心に対する検討（土石流区間の副堤に設置する場合のみ）

①検討に用いる荷重

検討に用いる荷重は、偏心した土石流流体力と堆砂圧とする。

②偏心角度

偏心角度は流心とダム軸との角度に 10° 加えたものとする。

（流心とダム軸との角度 $\leq 20^\circ$ の場合のみ検討する）

4. 施工

4.1 施工一般

施工現場への搬出入法及び現場状況等の施工条件を的確に把握し、現場に沿った施工計画を作成し、施工を実施する。

4.2 施工手順

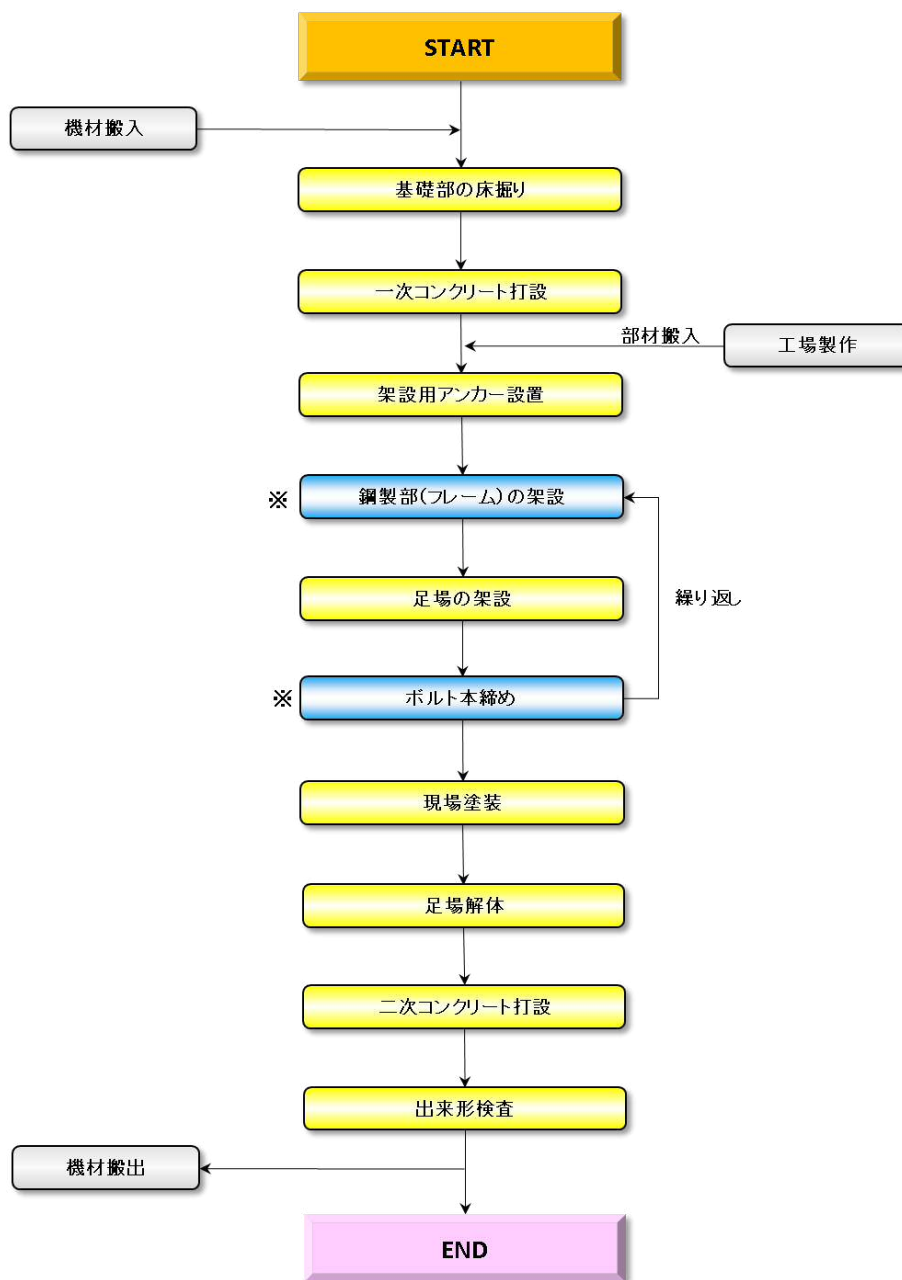


図 16 施工フロー

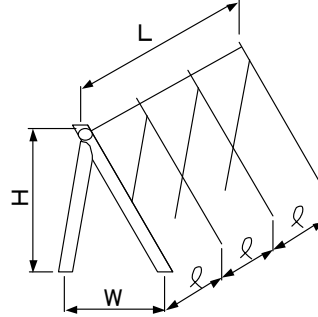
4.3 施工管理

4.3.1 出来形管理

流木捕捉工 D-スリットの据付け時の許容誤差を下記に示します。

表 4 据付時許容誤差

項目	許容誤差 (単位: mm)
堤 長	$L = \pm 50$ $l = \pm 10$
堤 幅	$W = \pm 30$
堤 高	$H = \pm 10$



4.3.2 参考歩掛り

流木捕捉工 D-スリットの参考歩掛りを下記に示します。

(1) 架設工

表 5 歩掛り表～メカ提供参考歩掛り～

(1 ton 当たり)

項目	単位	歩掛り	備考
土木一般世話役	人	0.1	
とび工	人	0.4	
普通作業員	人	0.3	
ラフタルクレーン	時間	0.6	25t

(注1) 本表で対応しているのは、図 16 施工フロー※部の「架設用アンカー設置」、
「鋼製部 (フレーム) の架設」及び「ボルト本締め」の部分です。

(注2) 組立・据付は地組・仮締めを含みます。

(2) 足場工 (参考): 「国土交通省土木工事積算基準 平成 20 年版」より引用

表 6 足場工歩掛り表

(100 掛 m^2 当たり)

項目	規格	単位	単管足場	単管傾斜	備考
土木一般世話役		人	1.7	1.4	
とび工		人	5.8	3.8	
普通作業員		人	1.9	2.9	
ラフタルクレーン運転	排出ガス対策型油圧 伸縮ジブ型	日	0.7	0.7	25t
諸雑費率		%	21	22	

5. 維持管理

5.1 点検実施の必要性

定期的な点検または出水後の点検を実施し、異常の早期発見に努める必要がある。

5.2 点検項目

点検項目としては、鋼管のへこみ状況等の使用部材の損傷状況や、底版コンクリートの洗掘状況を点検する。

5.3 除石・除木の検討

土石流・流木捕捉後は速やかに除石・除木を実施し、機能回復を図る必要がある。