無流水渓流対策工

JDフェンス（土石流フェンス）

（設計・施工マニュアル）

令和8年10月

JFE 建材 株式会社

目　　次

１．概要 1
1.1.　適用の範囲 1
1.2.　ＪＤフェンスの特長 1
1.3.　構造 1
1.3.1.　基本構造 1
1.3.2.　構造概要 2
２．無流水渓流における砂防基本計画 2
2.1.　計画流出土砂量・流木量の設定 2
2.2.　土石流・流木処理計画の策定 3
2.3.　施設配置計画 3
３．無流水渓流における土石流・流木対策施設の設計 4
3.1.　適用指針 4
3.2.　使用鋼材 4
3.2.1.　規格 4
3.2.2.　許容応力度 5
3.2.3.　許容応力度の割増 6
3.2.4.　使用部材 6
3.2.5.　腐食しろおよび余裕しろ 6
3.3.　設計 7
3.3.1.　水通し断面 7
3.3.2.　開口部の設定 7
3.3.3.　透過部断面の設定 7
3.3.4.　底版コンクリートの形状 7
3.3.5.　袖部の処理 7
3.3.6.　前庭保護工 8
3.3.7.　安定計算 8
3.3.8.　構造計算 10
４．施工 18
4.1.　施工一般 18
4.2.　施工手順 18
4.3.　組立フロー 19
4.4.　ボルトの締め付け 22
4.4.1.　ボルトの締め付け作業 22
4.4.2.　塗装系及び目標膜厚 23
4.4.3.　タッチアップ，接合部下塗り作業 23
4.5.　施工管理 24

4.5.1. 出来形管理 24
4.5.2. 参考歩掛り 25
5. 維持管理 25
5.1. 点検実施の必要性 25
5.2. 点検項目 25
5.3. 除石・除木の検討 25

１．概要

本設計・施工マニュアルは，透過形式の土石流・流木対策施設である**「無流水渓流対策工 JD フェンス（土石流フェンス）」**を適切に設計・施工するための基本的な考え方を示しています。

1.1. 適用の範囲

JD フェンスは，鋼製砂防構造物の透過形式に属します。本構造は，「河川砂防技術基準計画編」，「建設省河川砂防技術基準（案）設計編」，「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説（平成 28 年）［令和７年３月一部改定版］」，「土石流・流木対策設計技術指針 解説（平成 28 年）［令和７年３月一部改定版］」，「無流水渓流対策に係る技術的留意事項（令和８年３月）」，「新編・鋼製砂防構造物設計便覧（令和 3 年版）」に準拠し，本設計・施工マニュアルはゼロ次谷等の無流水渓流における土石流・流木の捕捉を目的とした設計に適用します。

そこで，無流水渓流に透過形式である JD フェンスを適用する条件は以下のとおりです。

① 流路が不明瞭で常時流水がなく、平常時の土砂移動が想定されない渓流
② 基準点上流の渓床勾配が 10° 程度以上で流域全体が土石流発生・流下区間である渓流
③ 最大礫径 D95 が 15cm 以上で，土石流および土砂とともに流出する流木を捕捉させる場合

1.2. ＪＤフェンスの特長

(1) JD フェンスは，下流に流路が準備できないゼロ次谷等の無流水渓流に設置可能な土石流・流木対策工です。
(2) 設置箇所のイメージは，宅地造成が山間部にまでせまった谷出口と保全対象が接近した都市部や，生活用道路および鉄道を保全するような箇所に適しています。
(3) JD フェンスは透過構造であるため流木を確実に捕捉できます。

1.3. 構造

1.3.1. 基本構造

土石流の捕捉面を上流側横材とし，横材純間隔を 15～20cm 程度に設定することにより流下する礫および流木を確実に捕捉します。

基礎の形式はコンクリート基礎を基本とします。

なお，土石流が直撃する最上流部材の横材は鋼管を適用します。この鋼管は礫の衝突エネルギーを吸収する目的で配置した機能部材であり，鋼管の凹み変形にて土石流の礫・流木の衝突エネルギーを吸収します。



写真- 1　下流より望む



写真- 2　上流側より望む

1.3.2.　構造概要

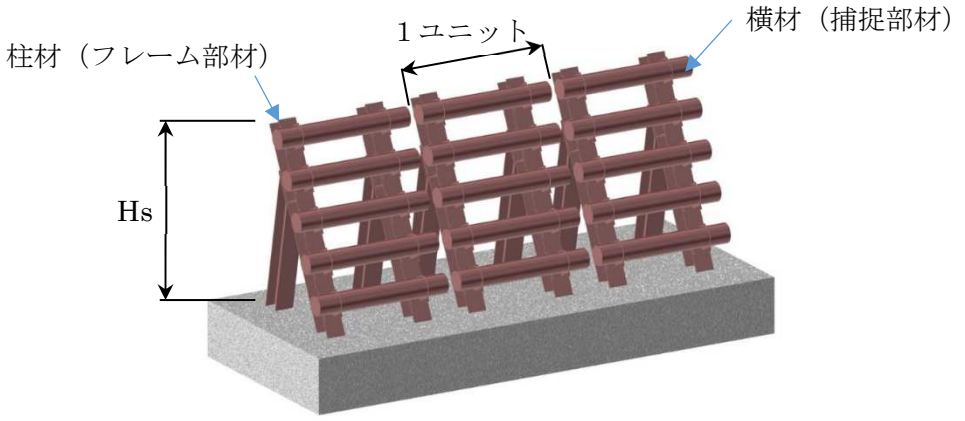


図- 1　構造概要図

２．無流水渓流における砂防基本計画

2.1.　計画流出土砂量・流木量の設定

「計画規模の土石流」により計画基準点まで流出する土砂量（計画流出土砂量）及び流木量（計画流出流木量）の算出にあたっては，「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成 28 年 4 月」の 2.5.1 に基づくものとする。

【解説】

計画基準点において算出した流出土砂量の見込みが 1,000 m³ 以下の場合，計画流出土砂量を 1,000 m³ とする。

ただし，崩壊可能土砂量を含めた移動可能土砂量を精度良く把握できる調査を実施した場合には，流出土砂量の見込みが 1,000 m³ 以下であっても調査に基づく土砂量を計画流出土砂量として採用することができる。

※令和 8 年 3 月「無流水渓流対策に係る技術的留意事項　国土交通省水管理・国土保全局砂防部」の内容を転記

2.2. 土石流・流木処理計画の策定

土石流・流木処理計画の策定は,「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説, 平成 28 年 4 月」の第 3 節に基づくものとする。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ために，1 基の土石流・流木対策施設で処理することを基本とする。

【解説】

無流水渓流においては，流域面積が小さく，かつ，流出土砂量が小さいと考えられることから，対策施設 1 基で計画の土砂・流木量を処理することを基本とする。土石流・流木処理計画上，複数の施設を整備する必要がある場合には，本資料は適用しない。

なお，不透過型（無流水渓流対応型砂防堰堤）を設置する際には，土砂，流木処理計画を満たすために，別途流木捕捉工の設置が必要になる場合があることに留意する。

※令和 8 年 3 月「無流水渓流対策に係る技術的留意事項　国土交通省水管理・国土保全局砂防部」の内容を転記

2.3. 施設配置計画

無流水渓流では，無流水渓流対策に対応する構造物を土石流・流木捕捉工として設置することができる。

【解説】

無流水渓流においては，本試行案に基づく無流水渓流対策に対応する構造物を「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説，平成 28 年 4 月」の 4.3.1 に示す土石流・流木捕捉工として設置することができる。

なお，構造物の下流区間で侵食が起こらないよう，土石流の発生区間（15° 以上）を避け，捕捉容量が確保できる位置に設けなければならない。やむを得ず発生区間に設置する場合は，下流の侵食対策を十分に行うことを基本とする。

※令和 8 年 3 月「無流水渓流対策に係る技術的留意事項　国土交通省水管理・国土保全局砂防部」の内容を転記

３．無流水渓流における土石流・流木対策施設の設計

3.1. 適用指針

JD フェンスは下記に準拠して設計します。

① 「河川砂防技術基準計画編」：令和 4 年 6 月　国土交通省水管理・国土保全局

② 「建設省河川砂防技術基準（案）設計編」：平成 9 年 5 月　建設省河川局

③ 「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」,
「土石流・流木対策設計技術指針　解説」
：平成 28 年 4 月（令和 7 年 3 月一部改定版）
国土交通省 国土技術政策総合研究所

④ 「無流水渓流対策に係る技術的留意事項」
：令和 8 年 3 月　国土交通省水管理・国土保全局砂防部

⑤ 「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」
：一般財団法人　砂防･地すべり技術センター

⑥ 「道路橋示方書・同解説」：平成 24 年 3 月　社団法人日本道路協会

なお，指針等が改定された場合には，改定内容に準じるものとします。

3.2. 使用鋼材

3.2.1. 規格

主要部材および土砂捕捉補助部材の規格を表-1.1 に示します。

表- 1.1　使用鋼材規格一覧

部位	部材	規格
透過部	柱材 横材 プレート	JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」(SS400) 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,SM490) JIS G 3101「一般構造用圧延鋼材」(SS400) JIS G 3106「溶接構造用圧延鋼材」(SM400,SM490)
接合部	ボルト類	JIS B 1186「摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・ 平座金のセット」（F10T）

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

3.2.2. 許容応力度

表- 2　鋼材の許容応力度

（N/mm2）

鋼　種 / 応力度の種類	SS400,SM400 SMA400,STK400	SM490,STK490	SM490Y,SMA490
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）	$\frac{l}{r} \leqq 18$　140 $18 < \frac{l}{r} \leqq 92$ $140 - 0.82\left(\frac{l}{r} - 18\right)$ $\frac{l}{r} > 92$ $\frac{1,200,000}{6,700 + (l/r)^2}$	$\frac{l}{r} \leqq 16$　185 $16 < \frac{l}{r} \leqq 79$ $185 - 1.2\left(\frac{l}{r} - 16\right)$ $\frac{l}{r} > 79$ $\frac{1,200,000}{5,000 + (l/r)^2}$	$\frac{l}{r} \leqq 15$　210 $15 < \frac{l}{r} \leqq 75$ $210 - 1.5\left(\frac{l}{r} - 15\right)$ $\frac{l}{r} > 75$ $\frac{1,200,000}{4,400 + (l/r)^2}$
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 $\sigma_t + \sigma_{bt} \leqq \sigma_{ta}$　かつ　$-\sigma_t + \sigma_{bc} \leqq \sigma_{ba}$ (2) 軸方向力が圧縮の場合 $\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_{bc}}{\sigma_{ba}} \leqq 1.0$		
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)

σt, σc: 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)

σbt, σbc: 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)

σta, σca: 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)

σba: 許容曲げ圧縮応力度(N/mm2)

許容曲げ圧縮応力度　（N/mm2）

鋼　種 / 断面の種類		SS400,SM400 SMA400	SMA490	SM490Y,SM520 SMA490	SM570,SMA570
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 箱形断面、π形断面の場合		140	185	210	255
上記以外の場合	$\frac{A_w}{A_c} \leqq 2$	$\frac{l}{b} \leqq 4.5$: 140 $4.5 < \frac{l}{b} \leqq 30$: $140 - 2.4\left(\frac{l}{b} - 4.5\right)$	$\frac{l}{b} \leqq 4.0$: 185 $4.0 < \frac{l}{b} \leqq 30$: $185 - 3.8\left(\frac{l}{b} - 4.0\right)$	$\frac{l}{b} \leqq 3.5$: 210 $3.5 < \frac{l}{b} \leqq 27$: $210 - 4.6\left(\frac{l}{b} - 3.5\right)$	$\frac{l}{b} \leqq 5.0$: 255 $5.0 < \frac{l}{b} \leqq 25$: $255 - 6.6\left(\frac{l}{b} - 5.0\right)$
	$\frac{A_w}{A_c} > 2$	$\frac{l}{b} \leqq \frac{9}{K}$: 140 $\frac{9}{K} < \frac{l}{b} \leqq 30$: $140 - 1.2\left(K\frac{l}{b} - 9\right)$	$\frac{l}{b} \leqq \frac{8}{K}$: 185 $\frac{8}{K} < \frac{l}{b} \leqq 30$: $185 - 1.9\left(K\frac{l}{b} - 8\right)$	$\frac{l}{b} \leqq \frac{7}{K}$: 210 $\frac{7}{K} < \frac{l}{b} \leqq 27$: $210 - 2.3\left(K\frac{l}{b} - 7\right)$	$\frac{l}{b} \leqq \frac{10}{K}$: 255 $\frac{10}{K} < \frac{l}{b} \leqq 25$: $255 - 3.3\left(K\frac{l}{b} - 10\right)$

Aw: 腹板の総断面積(cm2)

Ac: 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)

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

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和３年版」より

※「道路橋示方書・同解説　平成 24 年版」より

3.2.3. 許容応力度の割増

土石流時の設計では，許容応力度は 1.5 倍としています。

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

3.2.4. 使用部材

（1）フレーム部材

基本フレームに用いる鋼材の板厚は，8mm 以上としています。

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

（2）捕捉部材

礫および流木を捕捉する部材に用いる鋼管は，礫衝突を吸収する目的で配置した機能部材より，鋼管径に対する最小板厚を次式により設定します。

$$t > \frac{D}{60}$$

ここに，t　：腐食しろと余裕しろを見込んだ鋼管の板厚（mm）

D　：腐食しろと余裕しろを見込んだ鋼管の外径（mm）

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

3.2.5. 腐食しろおよび余裕しろ

設計に用いる腐食しろと余裕しろは，以下のとおりとします。

腐食しろ；0.5mm，余裕しろ；1.5mm

なお，無流水渓流対策の透過型構造物は，土石流および水の越流を想定しないので，越流落下礫が衝突する部材はありません。

表- 3 部位に対する腐食しろおよび余裕しろ

流下形態	形式	部位	腐食しろ※1（片面）	余裕しろ（片面）	
				通常	緩和条件
土石流	透過型	最上流部材	0.5mm	3.5mm	へこみを許容した機能部材の場合 1.5mm まで下げてよい 取り替え前提の部材は 0.0mm でもよい
		底版近傍の部材			摩耗や損傷を緩和する対策を施した場合には 1.5mm まで下げてもよい
		越流礫の衝突する部材			機能部材で外れても他の部材で補える場合や取り替え前提の部材は 0.0mm でもよい
		継手部材		1.0mm	－
		その他の部材		1.5mm	－

※1 ただし，取り替えを前提とした部材については，腐食しろを見込まなくてもよい

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

3.3.　設計

3.3.1.　水通し断面

無流水渓流対策における透過型構造物においては、土石流および水の越流等を想定しないため、水通し断面は設定しなくてもよい。

3.3.2.　開口部の設定

透過部の開口幅，高さ，位置は，土石流や流木を効果的に捕捉できるように設定します。

※「土石流・流木対策設計技術指針　解説」より

3.3.3.　透過部断面の設定

透過部の断面は，無流水渓流の土砂流下形態を考慮し，小礫を確実に捕捉できるように決定します。

3.3.4.　底版コンクリートの形状

底版コンクリートの形状は，基礎地盤に応じた根入れ（厚さ）を確保しつつ，水平を標準とします。

ただし，設置場所の渓床勾配が急な場合，底版コンクリートを渓床勾配に合わせて傾斜させてもよい。

3.3.5.　袖部の処理

谷地形が発達していない無流水渓流では，地山に袖部を陥入させると大規模な掘削が必要となり，掘削斜面の安定性に対し影響が大きくなると考えられます。

そこで，大規模な掘削を行わない袖部処理として，JD フェンスを側方の地山まで接続することを基本とし，フトン篭，もしくは人工地山にソイルセメントを使用した構造等が採用できます。

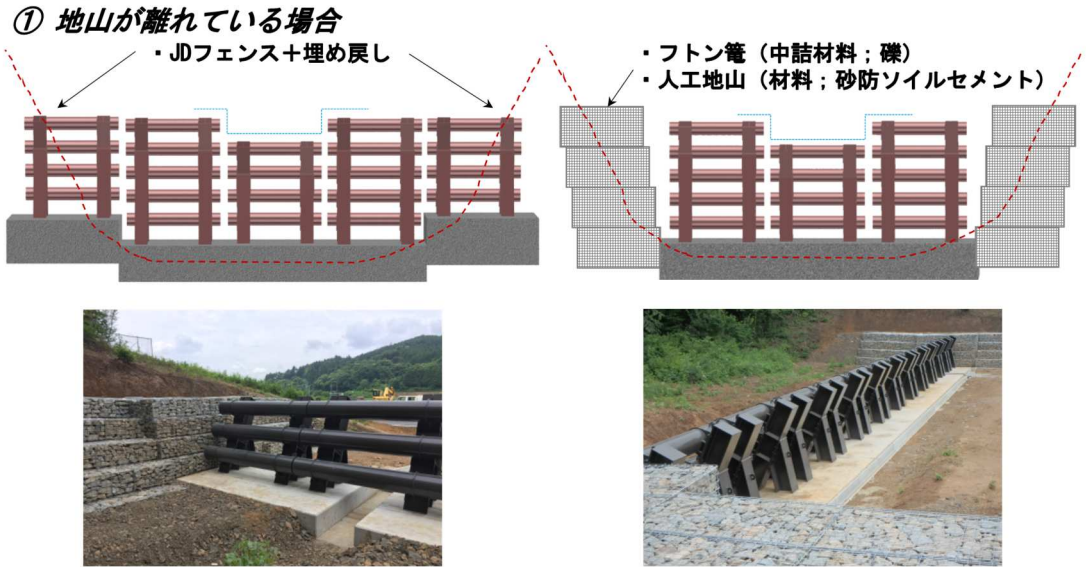


図- 2　地山部の処理例（１）（地山が離れている場合の処理）

② 地山が接近している場合

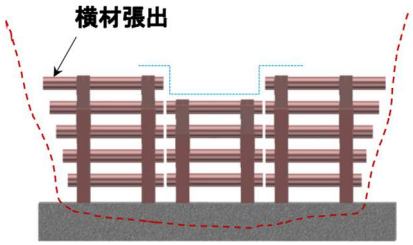




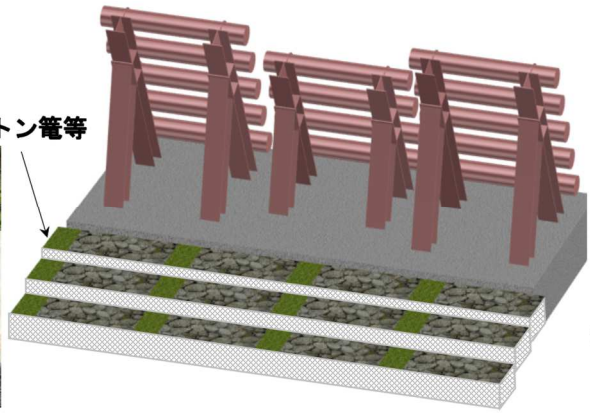
図- 3　地山部の処理例（２）（地山が接近している場合の処理）

3.3.6.　前庭保護工

無流水渓流は後続流による洗掘のおそれが少ないため，経済性を考慮したフトン篭等による簡易な構造が採用できます。

※不透過形式は水通し高さから越流しますが，透過形式は透過部から水が抜け落下高さが抑えられます。





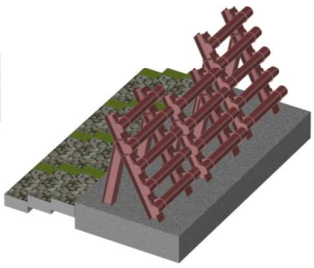


図- 4　前庭保護工

3.3.7.　安定計算

（1）安定計算の荷重の組み合わせ

JD フェンスの安定計算に用いる荷重は，原則として自重のほか，堆砂圧と土石流流体力とします。この場合，土石流荷重は堤体に最も危険な状態として，堆砂面が土石流の水深分だけ残した状態で土石流が直撃するケースを想定します。

よって，堆砂面より下に堆砂圧を与え，その上に土石流流体力を与えて検討します。

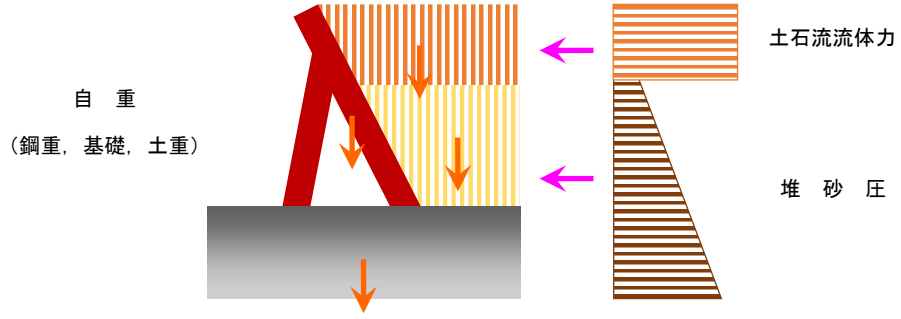


図- 5　安定計算に用いる設計荷重図

①土石流流体力

土石流の流体力は次式で求めます。

$$F = \alpha \frac{\rho d}{g} h U^2$$

ここに，F ：単位幅あたりの土石流流体力（kN/m）

g ：重力加速度 （$9.81 m/s^2$）

α ：係数（1.0 とする）

ρd ：土石流の単位体積重量（kN/m^3）

h ：土石流ピーク流量から算定される土石流水深（m）

U ：土石流の平均流速（m/s）

②堆砂圧

堆砂圧はランキン土圧とします。

③自重

自重は基礎部の重量に鋼材自重と堆砂自重及び土石流の重量を上載荷重として加えたものとします。

※「土石流・流木対策設計技術指針　解説」より

(2) 安定計算法

JD フェンスの安定計算は，原則として水通し部分の 2 次元断面について行い，重力式ダムとして下記の安定条件を満足していることを必要条件としています。

【安定条件】

① 原則として，JD フェンスの自重及び外力の合力の着力点が堤底の 1/3 内にあること。

$$D = \frac{MV - MH}{\Sigma V}$$

$$E = \frac{Bc}{2} - D$$

$$|E| \leqq \frac{Bc}{6}$$

ここに，D ：合力のつま先からの距離（m ）

MV ：抵抗モーメント（$kN・m/m$ ）

MH ：転倒モーメント（$kN・m/m$ ）

ΣV ：単位幅あたりの断面に作用する鉛直力（kN/m ）

E ：偏心距離（m ）

Bc ：堤底幅（m ）

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。

$$Fs = \frac{\Sigma V \times f}{\Sigma H}$$

ここに，Fs ：安全率で 1.2 以上とします。

f ：摩擦係数

ΣH ：単位幅あたりの断面に作用する水平力（kN/m ）

また，岩盤の場合はせん断強度を見込んだ次式により検討しますが，岩盤への根入れが少ない場合には，せん断強度を無視した場合によることを原則とします。

$$Fs = \frac{\Sigma V \quad \times f + \tau_0 \times \ell}{\Sigma H}$$

ここに，Fs ：安全率で 4.0 以上とします。

τ_0 ：堤体または基礎地盤のうち小さい方のせん断強度（kN/m^2）

ℓ ：せん断抵抗を期待できる長さ（m ）

③基礎地盤に作用する最大荷重強度が地盤の基礎支持力以内であること。

$$Q1, Q2 = \frac{\Sigma V}{Bc} \times \left(1 \pm \frac{6 \times |E|}{Bc}\right) \leqq Qa$$

ここに，$Q1, Q2$ ：下流側，上流側地盤反力度（kN/m^2）

Bc ：堤底幅（m ）

Qa ：許容支持力度（kN/m^2）

※「土石流・流木対策設計技術指針　解説」より

3.3.8.　構造計算

（1）構造計算の荷重の組み合わせ

構造計算に用いる荷重の組み合わせは，安定計算時に検討する土石流時と平常時（満砂時）の 2 ケースに加え，土石流時（未満砂）の計 3 ケースとします。

① 土石流時

土石流時における構造計算に用いる荷重は，堆砂面より下に堆砂圧を与え，その上に土石流流体力を与えて検討し，許容応力度の割増し係数を 1.5 とします。

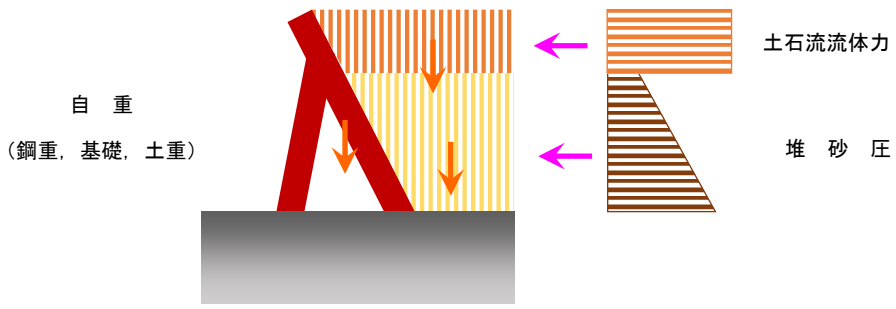


図- 6　構造計算に用いる土石流時の設計荷重図

② 土石流時（未満砂時）

未満砂時に土石流が作用する場合を想定し，堰堤下部に土石流流体力を与えて検討し，許容応力度の割増し係数を 1.5 とします。

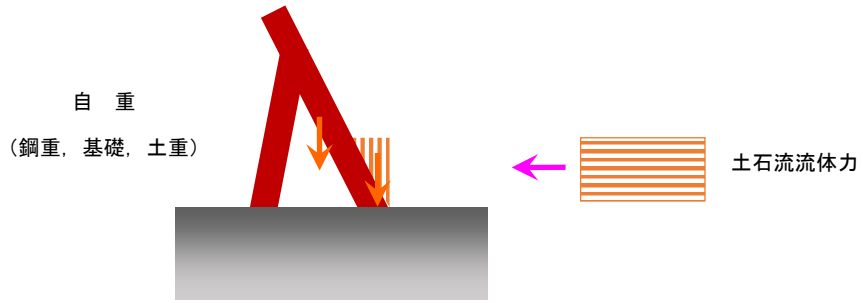


図- 7　構造計算に用いる土石流時（未満砂時）の設計荷重図

③ 平常時（満砂時）

平常時においては，土砂や流木の捕捉後を想定し，天端まで満砂したとして堆砂圧を与えて検討するため，許容応力度の割増しは行いません。

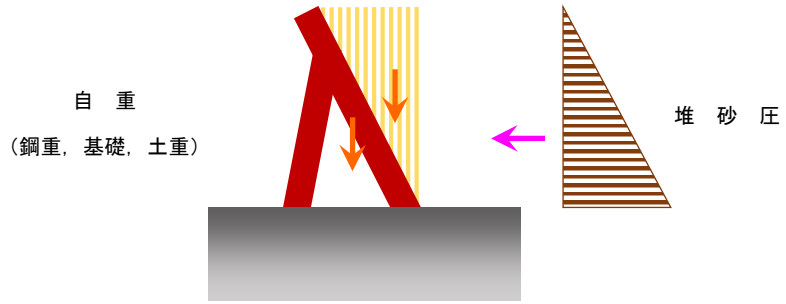


図- 8　構造計算に用いる平常時の設計荷重図

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

(2) 荷重負担幅

構造計算を実施する場合の荷重負担幅は，柱部分が負担する荷重を二次元モデルとして解くものとします。

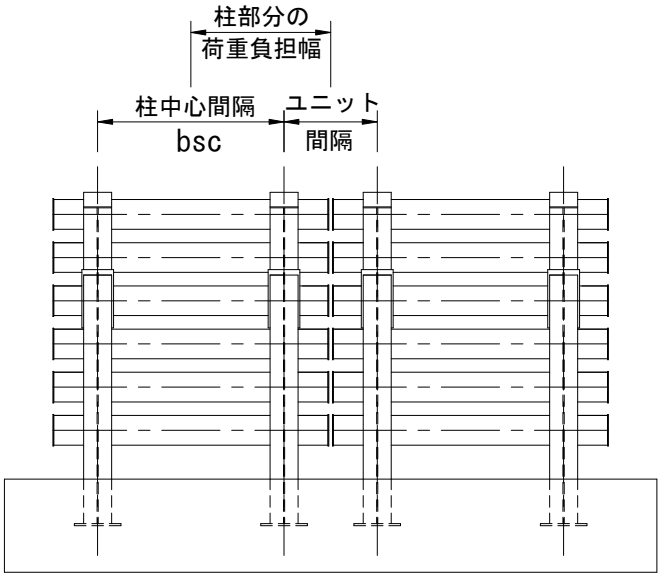


図- 9　荷重負担幅

(3) 部材の検討

部材応力の照査は次式により行います。

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

・軸方向力が引張の場合

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

・軸方向力が圧縮の場合

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

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

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します。

・軸方向力が引張の場合

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

・軸方向力が圧縮の場合

$$\left(\frac{\sigma c}{\sigma ta}+\frac{\sigma bc}{\sigma ta}\right)^2+\left(\frac{\tau}{\tau a}\right)^2 \leqq 1.2$$

$\sigma t, \sigma c$ ：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）

※「道路橋示方書・同解説　平成 24 年版」より

(4) 基礎埋め込み部の検討

上流柱材，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います。

① 鉛直方向の検討

柱埋込部に作用する引抜力，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います。

ⅰ）引抜き，押抜きせん断応力度

$$\tau = \frac{V}{Ac} \leqq \tau ca$$

τ　：引抜き，押抜きせん断応力度（N/mm^2）

τca　：許容せん断応力度（N/mm^2）

V　：鉛直力（N）

Ac　：コーン状破壊面の有効水平投影面積（mm^2）

・引抜きの場合

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

・押抜きの場合

$$\pi \cdot \left[\left\{ \varphi B' + 2 \cdot (Hc - Lc - tb) \right\}^2 - \varphi B'^2 \right] / 4$$

$\varphi B'$　：ベースプレートの直径（mm）

Hc　：底版コンクリートの厚さ（mm）

Lc　：埋め込み深さ（mm）

tb　：ベースプレート板厚（mm）

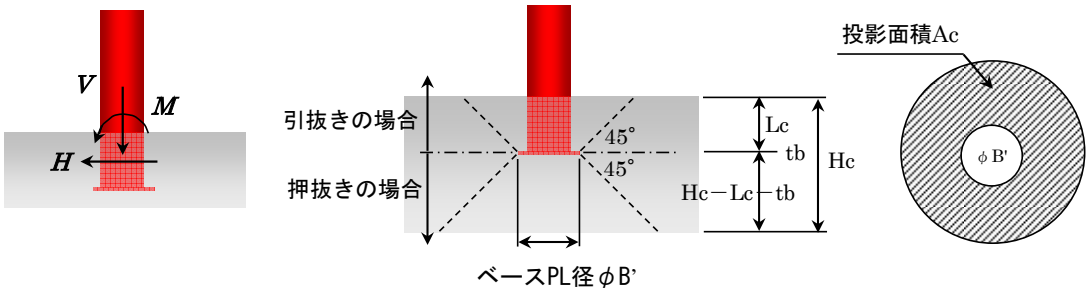


図- 10　コーン状破壊の有効水平投影面積

ⅱ）垂直支圧応力度

$$\sigma bv = \frac{V}{Ad} \leqq \sigma ba$$

σbv　：垂直支圧応力度（N/mm^2）

σba　：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

$$\pi \cdot \left(\varphi B'^2 - \varphi B^2\right)/4$$

・圧縮力が作用する場合

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

$\varphi B'$：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力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います。

ⅰ）水平支圧応力度

$$\sigma bh1 = \frac{H}{\varphi B \times Lc}$$

$$\sigma bh2 = \frac{6 \times M}{\varphi B \times Lc^2}$$

$$\sigma bh = \sigma bh1 + \sigma bh2 \leqq \sigma ba$$

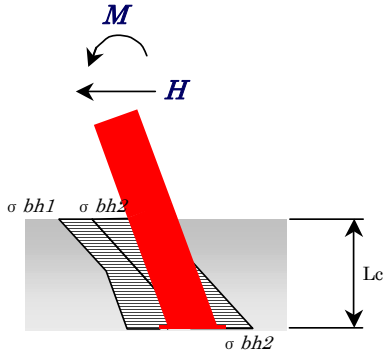


図- 11　水平支圧応力

H　：せん断力（N）

M　：曲げモーメント（N･mm）

$\sigma bh1$：せん断力による水平支圧応力度（N/mm^2）

$\sigma bh2$：曲げモーメントによる水平支圧応力度（N/mm^2）

σbh　：合成した水平支圧応力度（N/mm^2）

ⅱ）水平押し抜きせん断応力度

$$\tau h = \frac{H}{Acd} \leqq \tau ca$$

τh　：水平押抜きせん断応力度（N/mm^2）

τca　：許容せん断応力度（N/mm^2）

Acd　：水平押抜きせん断力に対する有効水平投影面積（mm^2）

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧 令和３年版」より

※「道路橋示方書・同解説　平成 24 年版」より

(5) 礫の衝突に対する検討

土石流が直撃する最上流部材の鋼管は，礫の衝突エネルギーを吸収する目的で配置した機能部材であり，取替可能であることから，以下のようにして検討を行います。

土石流が直撃する機能部材は，照査礫径 1 回の衝突でへこみ率 40%以下とする。ただし，取替を前提としている場合，へこみ率は 40%を超えても良い。

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

そこで，土石流が直撃する最上流部材は，機能部材であり，取替を前提としているため，修正エリナス式のへこみ変形量を基に吸収エネルギーを算定して照査します。この場合，へこみ率は終局限界へこみ率 70%を上限値とします。

① へこみ変形による吸収エネルギー

鋼管のへこみ変形による吸収エネルギーEd（N･mm）は，次式で算出します。

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

$\sigma y,d$　：鋼管材料の動的降伏応力度で，通常$\sigma y,d$＝（1.0～1.2）・σy

ここでは，安全側の値$\sigma y,d$＝1.0･σyを用います。

σy　：静的降伏応力度（N/mm^2）

t　：鋼管肉厚（mm）（腐食しろと余裕しろを見込む）

D　：鋼管外径（mm）（腐食しろと余裕しろを見込む）

δd　：へこみ変形量（mm）

K　：係数（$= 161 \cdot \left({D0}/{D}\right)^{0.11}$）　　$D0$：礫の直径（mm）

② 安全性の照査

$Ed \geqq ER$

ER　：礫の運動エネルギー（$N \cdot mm$）

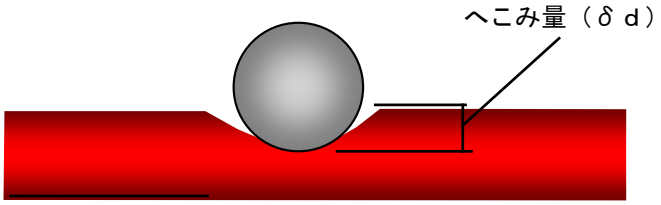


図- 12　礫の衝突による鋼管の変形イメージ

(6) 土石流の偏心に対する検討

① 検討する場合

流心とダム軸と直角方向の角度が 30°以上の場合に検討する。

② 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します。

③ 偏心角度

偏心角度は流心とダム軸と直角方向の角度に 10°加えたものとします。

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

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，施工を実施します。

4.2. 施工手順

施工手順を以下に示します。

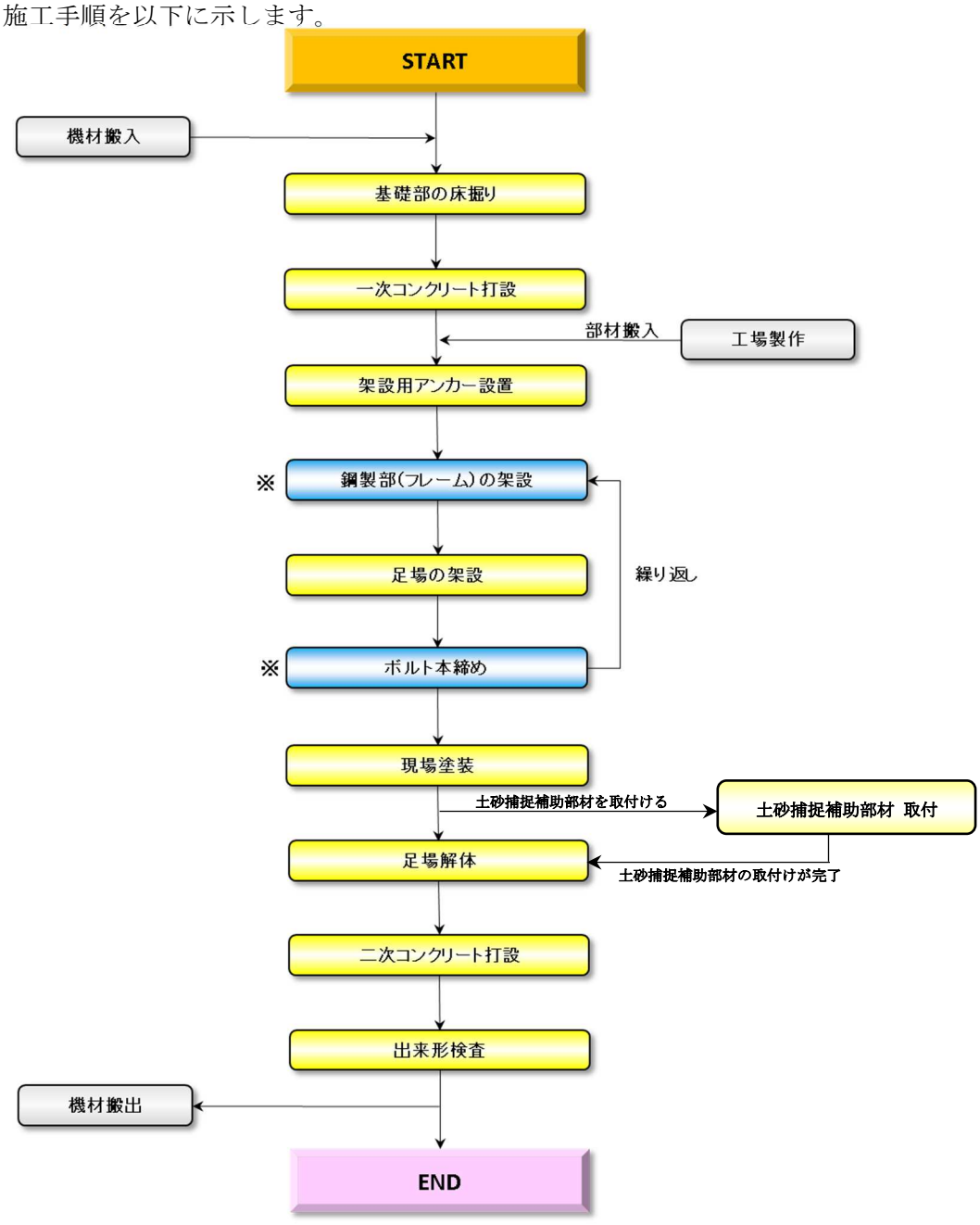


図- 13　施工フロー

4.3.　組立フロー

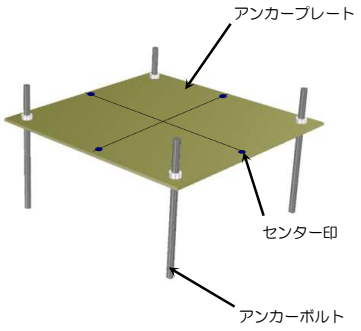


図- 14　アンカー組立図

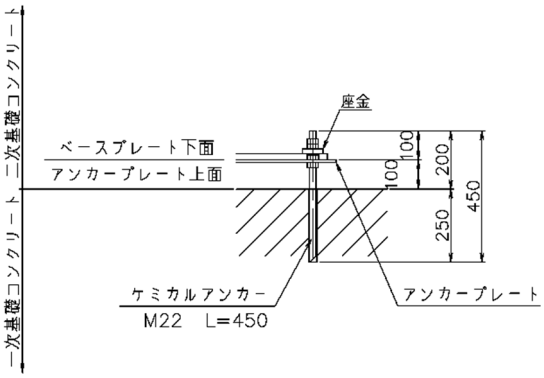
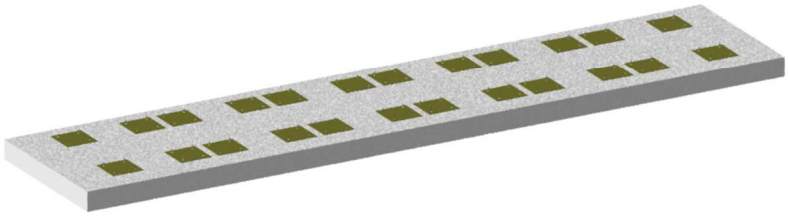


図- 15　アンカー埋込図

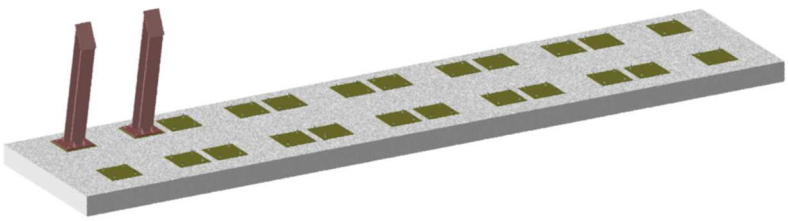
※ケミカルアンカー（樹脂カプセル，アンカーボルト類一式）は施工業者様にてご用意ください

1．架設用アンカーの設置（一次コンクリート打設）



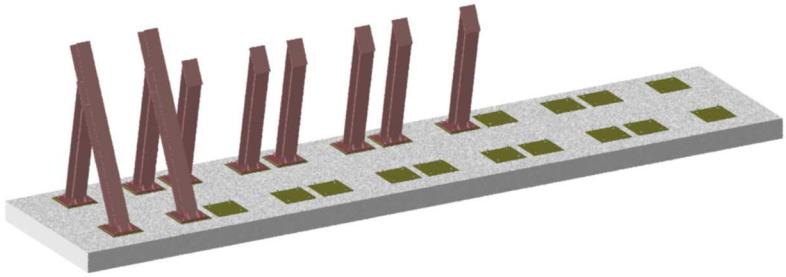


2-1．フレームの架設（下流柱）



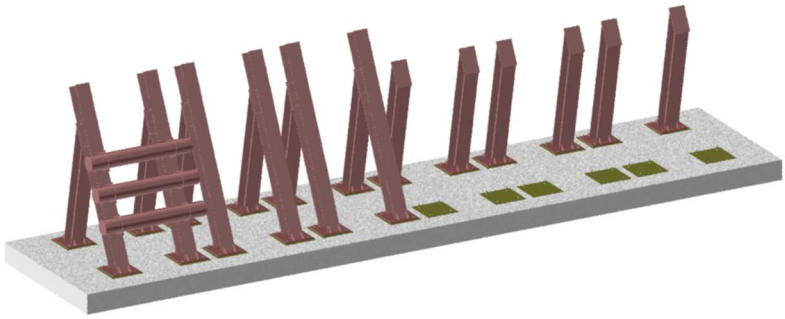


2-2．フレームの架設（上流柱）



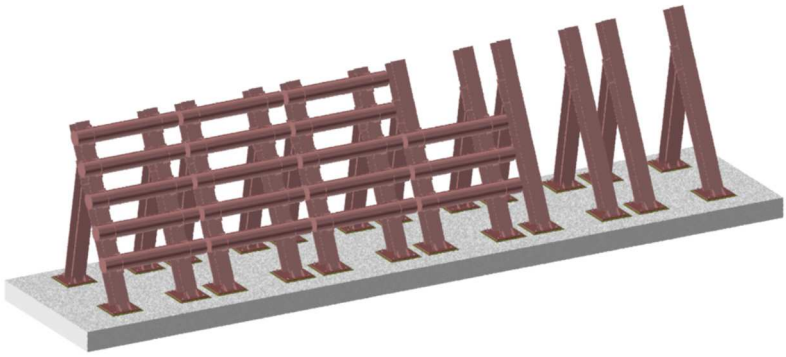


3-1．横材の設置

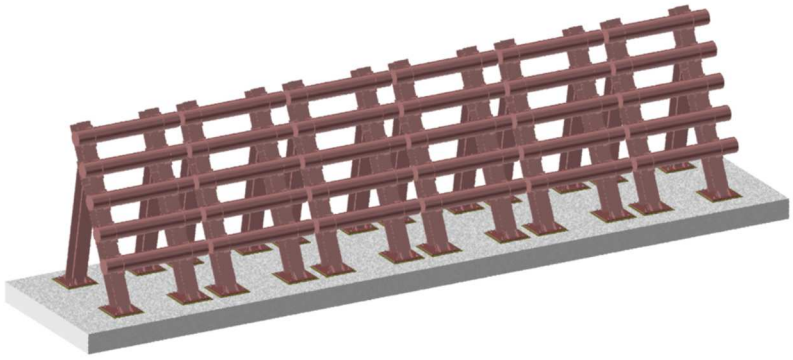




3-2．横材の設置

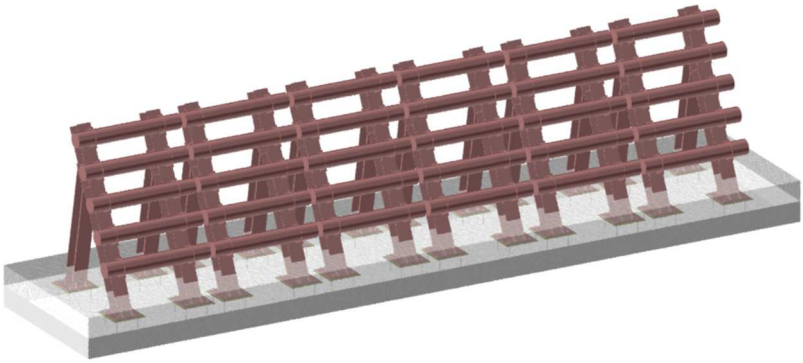


3-3. 横材の設置





4. 完成（二次コンクリート打設）





4.4. ボルトの締め付け

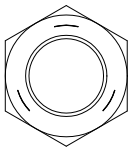
4.4.1. ボルトの締め付け作業

ボルトの締め付けにあたっては次の注意事項に留意して下さい。

(1) 高力ボルトの締め付けに先だって接合面の浮きさび，油，泥などを取り除いて下さい。

(2) 高力ボルトの締付けは，ボルトの頭下およびナット下に座金を１個ずつ敷き，ナットを回転させて行って下さい。

(3) 高力ボルトの座金，ナットには，表裏がありますので，ボルトを接合部に組み込む際には逆使いしないようにご注意下さい。すなわち，ナットは等級の表示記号が締め付け後，外側から見える向きに取り付けて下さい。
座金は，ボルトの頭下およびナットに接する側に座金の内側面取り部をもってきて下さい(図－１６参照)。



ナットの表示記号

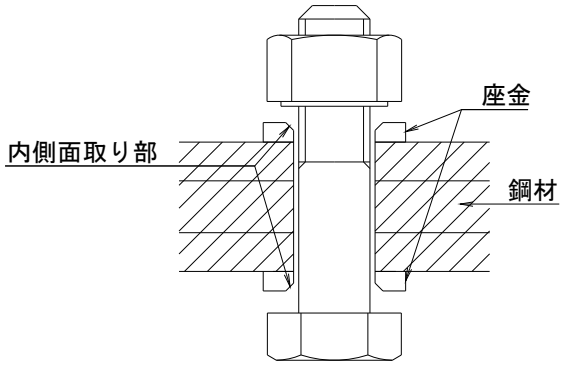


図- 16　ボルトの取り付け

(4) ボルトの差込み方向は原則，同じ方向に統一して下さい。

(5) 高力ボルトを締め付ける際は，予備締め・本締めの２回に分けて行って下さい。

次に，高力ボルトの締め付け手順については以下のとおりです。

① 予備締め

② 本締め

① 予備締めについて

最初にボルトをボルト穴に差込み，寸法をチェックしながら，接合面の肌すきがなくなる程度にラチェットレンチ等で予備締めを行って下さい。

② 本締めについて

予備締め後，ラチェットレンチ，動力レンチ等で本締めを行って下さい。

※「道路橋示方書・同解説　平成 24 年版」より

4.4.2. 塗装系及び目標膜厚

塗装及び目標膜厚は，表-4 を参考にします。

表- 4　塗装系および目標膜厚

	工程名	塗料の種類	目標膜厚
工場	金属面前処理※1)	長ばく形エッチングプライマー	15μm
	下塗り第 1 層※2)	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35μm
	下塗り第 2 層※2)	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35μm
現場	中　塗　り	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	30μm
	上　塗　り	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25μm

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

※1）ブラスト処理後、直ちに工場塗装を実施できる場合は省略します。

※2）1 回塗りする場合には，新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」の定める目標膜厚 70μm を満足するものとします。

4.4.3. タッチアップ，接合部下塗り作業

部材の運搬，架設中に生じた塗膜損傷部のタッチアップ塗装は，接合部分（ボルト）の塗装と合わせて行うのが一般的です。

鋼材面が露出している部分は動力工具や手工具により除錆し，塗膜面にサンドペーパーをかけて周辺塗膜との段差を少なくしてから，下塗り塗料を接合部分（ボルト）と同じ仕様で塗付して下さい。

鋼材面が露出していない部分は，損傷部とその周辺の塗膜面にサンドペーパーがけなどの処理をして段差を少なくするとともに，これらの面を活性化して塗り重ねられる塗料を付着しやすくしてから，下塗り塗料を一般部と同じ仕様で塗付して下さい。

表- 5　素地調整及び下塗り塗装

塗布箇所		目標膜厚μm	塗布回数
タッチアップ	一般部（塗膜損傷部）	35	2
下塗り塗装	接合部分（ボルト）	35	3

※「道路橋示方書・同解説　平成 24 年版」より

4.5. 施工管理

4.5.1. 出来形管理

JD フェンスの据付け時の許容誤差を下記に示します。

表- 6　JD フェンスの据付時許容誤差

項　　目		許容誤差（単位：mm）	
堤　　長		ℓ	±10
		L	±50
堤　　幅		W	±30
堤　　高		H	±10

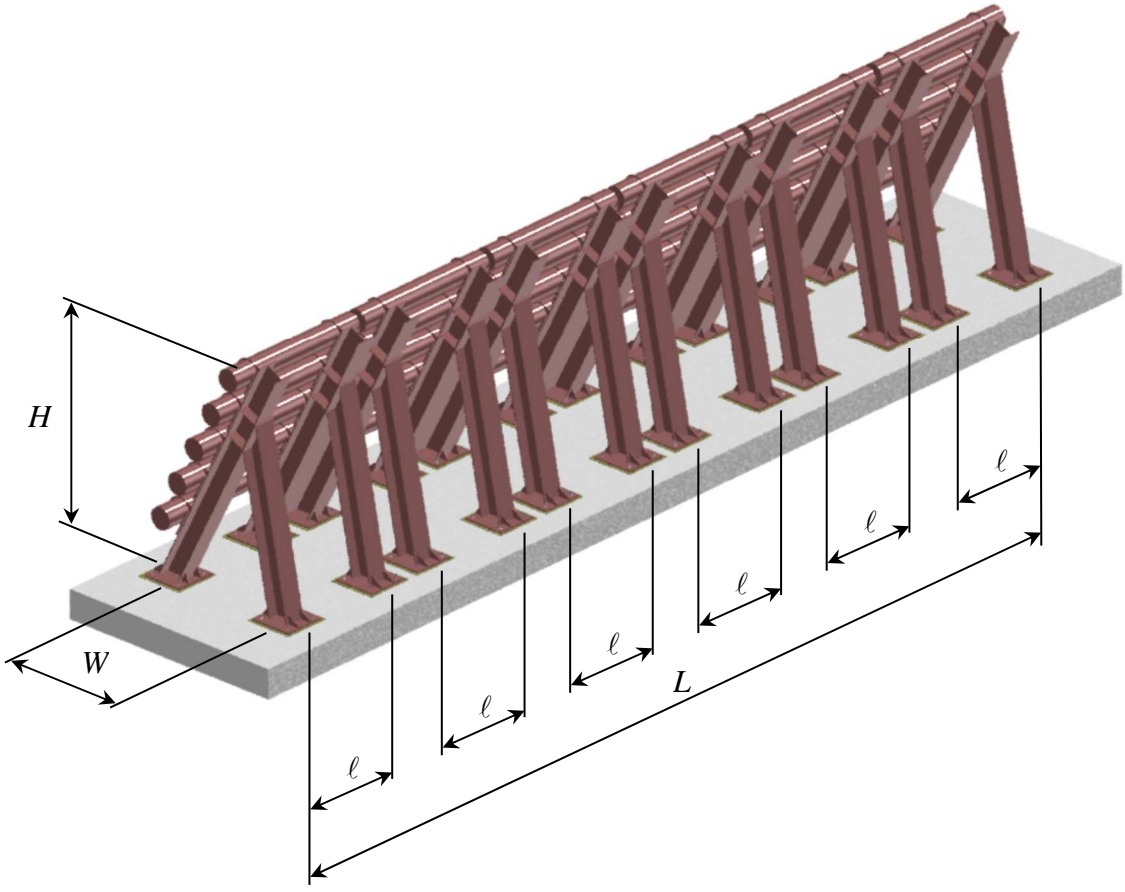


図- 17　JD フェンスの据付け時の許容誤差

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧　令和 3 年版」より

4.5.2. 参考歩掛り

JD フェンスの参考歩掛りを下記に示します。

(1) 架設工

表- 7 歩掛表～ﾒｰｶｰ提供参考歩掛り～

（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	
ﾗﾌﾃﾚｰﾝｸﾚｰﾝ	時間	0.6	25t（注 3）

（注 1）本表で対応しているのは，図－１３施工フロー※部の「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。

（注 3）施工条件によっては、他のサイズのクレーン（4.9 t 等）でも使用可能です。

(2) 足場工（参考）

「国土交通省土木工事積算基準 仮設工－足場工」に準拠するものとします。

表- 7 歩掛表

（100 掛 m² 当たり）

項目	規格	単位	単管足場	単管傾斜足場	備考
土木一般世話役		人	1.9	1.5	
とび工		人	6.9(8.4)	4.5(6.1)	
普通作業員		人	1.8	2.7	
ﾗﾌﾃﾚｰﾝｸﾚｰﾝ運転	油圧伸縮ジブ型・排出ｶﾞｽ対策型（第３次基準値）	日	0.8	0.8	25t
諸雑費率		%	29(27)	33(28)	

※安全ネットが必要な場合は，（ ）内の数値を計上する。

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ります。

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，ボルト脱落，摩耗，腐食，底版コンクリートの洗掘状況を点検します。

5.3. 除石・除木の検討

土石流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ります。

※「新編・鋼製砂防構造物設計便覧 令和 3 年版」より