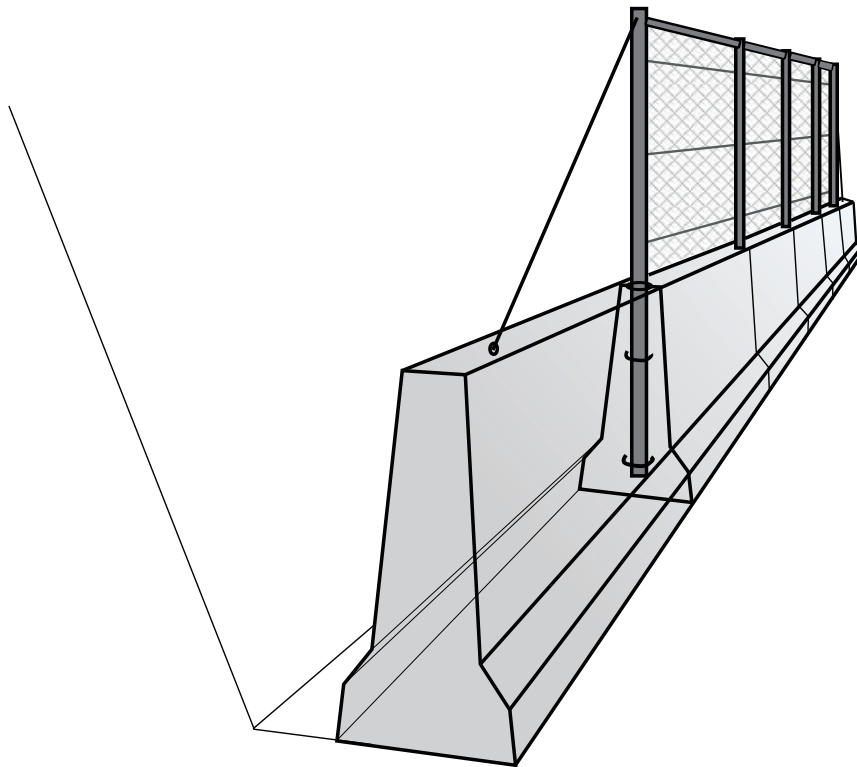


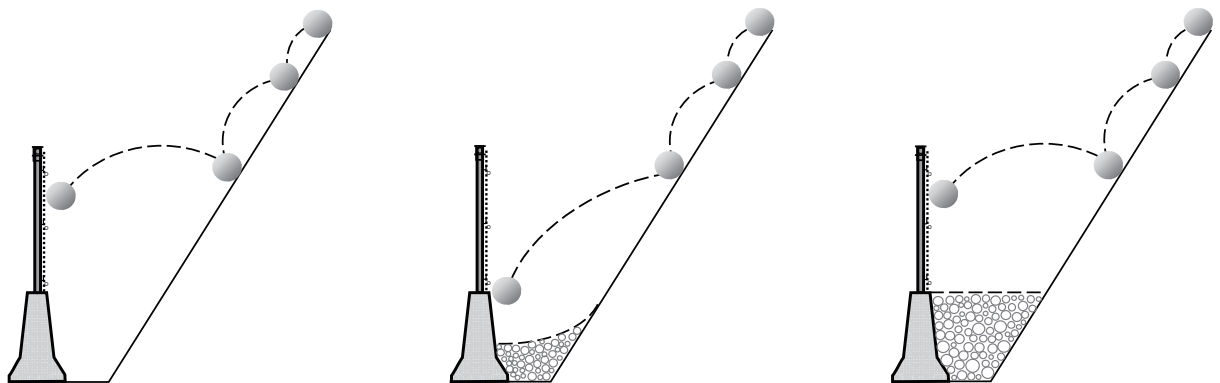
小規模落石の防護柵

SRフェンス

Small Rockfall protection Fence
(PCa Foundation type)



— 道路沿いに「置く」だけで落石防護 —



株式会社 赤城商会

■SRフェンスとは

道路沿いに簡単に設置できる落石防護柵 ⇔ 用地買収が不用

山間地の道路では、落石や土砂の流出が確認されると、その度に道路維持工事等によって除去されています。落石等の大半は、30cm角未満の小規模なもので、運動エネルギーに換算すると5kJ程度以下になります。

SRフェンスは、このような落石等に対応する防護柵です。道路斜面の法尻に、二次製品のコンクリートブロックを並べて、その連結部に差し込んだ支柱にワイヤロープとネットを設置する構造で、運動エネルギー6kJレベル以下の落石を受け止めることが可能です。

■開発の背景

近年、山間地の道路斜面は風化が著しく、降雨や強風、あるいは動物の移動等に起因する小規模落石や土砂の流出といった災害が多くなってきています。人材不足に伴う道路維持管理の充実等が課題となるなか、通行車輛の安全性、通行規制等の影響を考えると、このような落石等に簡単に対応できる対策工が求められています。

現在は、小規模な落石や崩壊が発生した場合、大型土のう、プラスチック製の車両用防護柵等が経験的イメージで設置されています。

また、小規模な落石等を抑えるためには、覆式ロックネットやストーンガード等の標準的な工法が施工されています。これらの工法は用地買収等が伴うため、施工が完了するまでに長い時間を要するうえ、施工中の通行規制が長時間になるなどの課題もあります。

SRフェンスは、このような課題を少しでも解決するために開発したもので、道路沿いに置くだけで防護機能を発揮できる落石対策工です。



小規模落石の状況



小規模崩壊の状況



落石防護網裾のこぼれ出し状況



大型土のう対処事例



プラスチック防護柵
対処事例

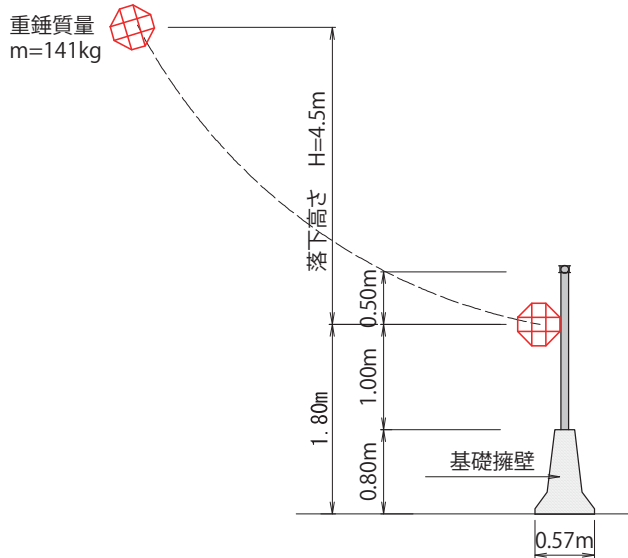


簡易木柵による対処事例

■ 性能検証

性能検証の実験は、工場内の天井クレーンを利用して振り子方式で行いました。高さ4.5mの位置から、質量141kgのコンクリート多面体の重錘をSRフェンスに衝突させて挙動を観測しました。その結果、支柱や阻止面の変形などにより6.2kJのエネルギー吸収性能があることを確認しております。

側面図



振り子式実験装置の概要図

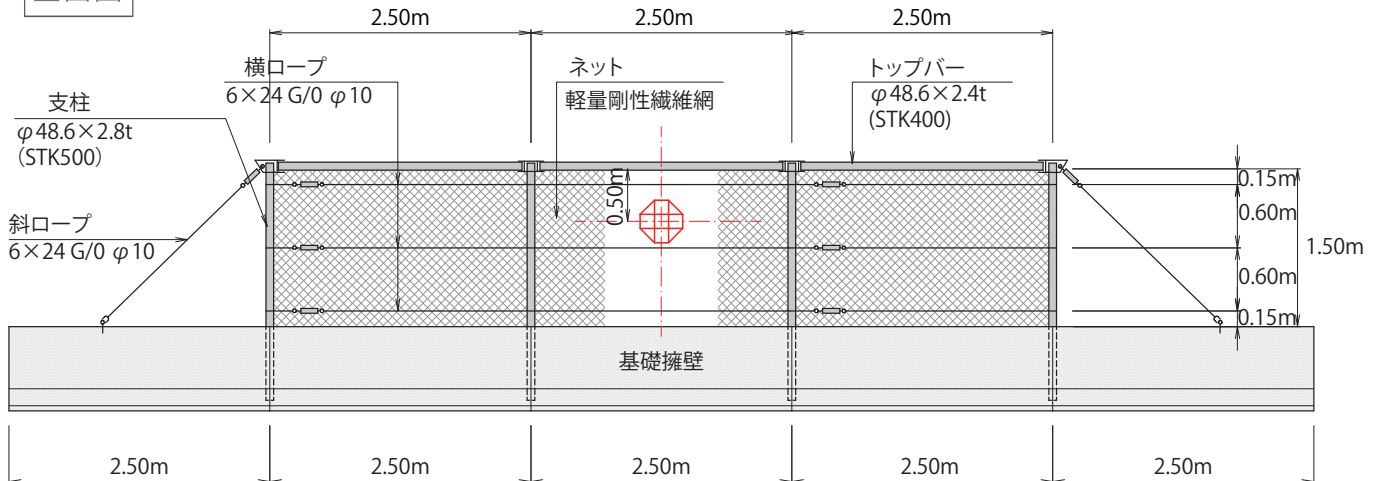


重錘衝突前(側面)



重錘衝突後の最大変形(側面)

正面図



実験供試体の概要図



振り子式実験装置(正面)



SAEFL型の重錘(141kg)

■ 工法の特徴

● 施工性

- ・ 現地測量や用地測量が必要ないため危険箇所にすぐに設置できます。
- ・ 製品を設置するだけなので1日から数日で施工が完了します。
- ・ 特殊な施工技術は不用な部材構造としているため簡単に施工できます。
- ・ 阻止面のネットは軽量剛性繊維網なので1人でも容易に持ち運びできます。

● 安全性

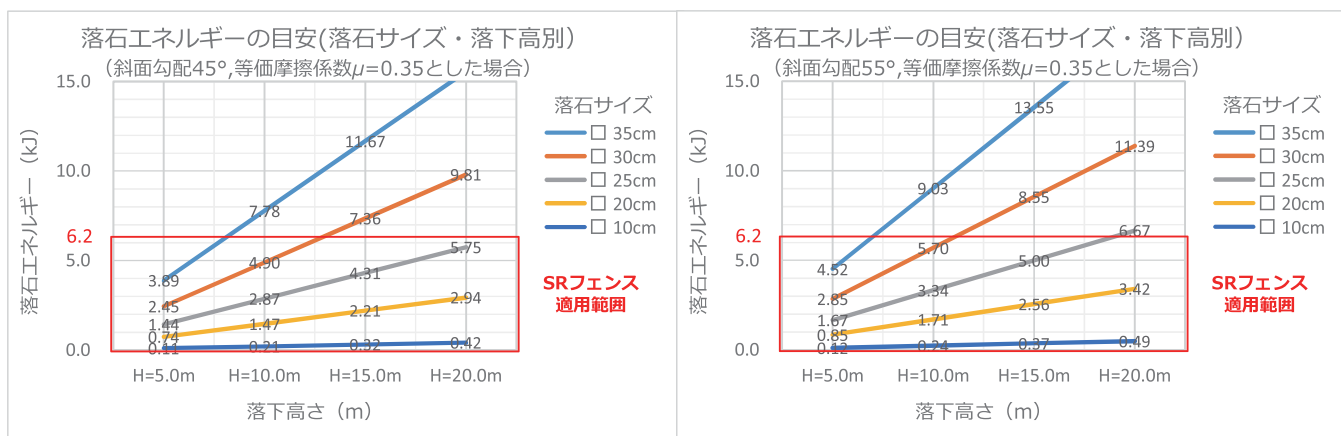
- ・ 可能吸収エネルギー6.2kJを実証実験で検証しています。
- ・ 高所作業や伐採等の作業がないので施工時の安全性が向上します。

● 経済性

- ・ 委託費や用地費が不要なため経済性に優れます。
- ・ 通行規制の時間が短いため、施工時のガードマンの費用、通行車両の待ち時間等の社会的コストを減少することができます。

■ 適用条件

運動エネルギー6.2kJ以下の落石を受け止めることができます



■ 落石の運動エネルギーの算出方法

$$E = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) m \cdot g \cdot H \quad \text{ただし,} \quad (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) \leq 1.0$$

ここに,

E : 落石の運動エネルギー

β : 回転エネルギー係数 (0.1)

μ : 等価摩擦係数

θ : 斜面勾配

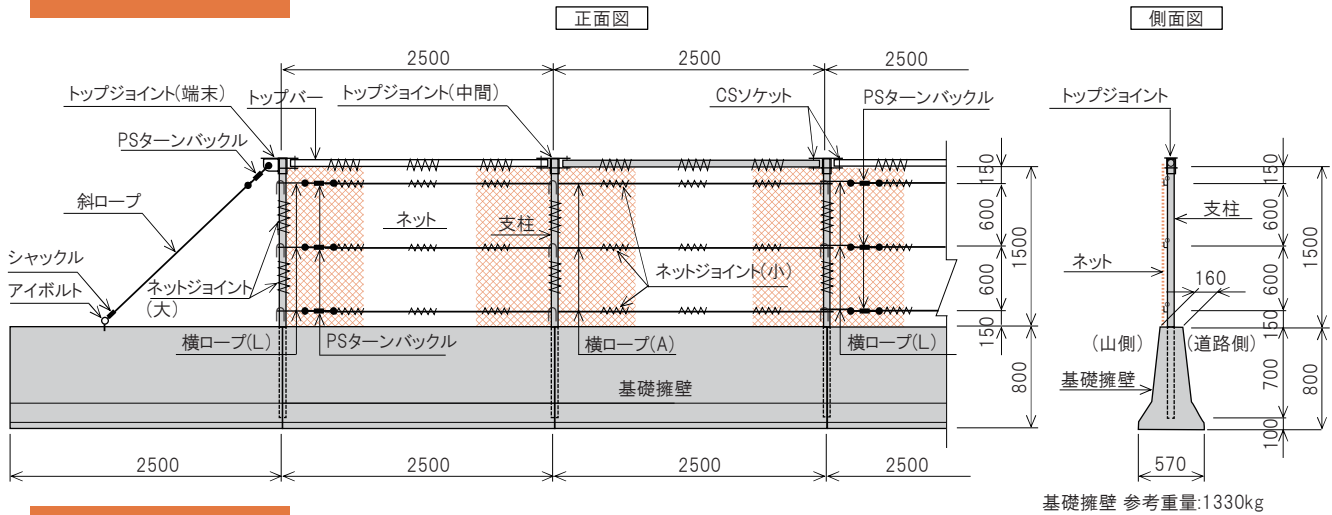
m : 落石の質量

g : 重力加速度

H : 落石の落下高さ

「落石対策便覧,2017.12,p21」

標準構造



設置歩掛

基礎擁壁設置工

100m当たり

名称	単位	数量	摘要
世話役	人	2.0	
特殊作業	人	2.0	
普通作業員	人	4.0	
諸経費	式	1.0	
トラッククレーン賃料	日	2.0	4.9 t 吊り
諸経費	%	4	

防護柵設置工

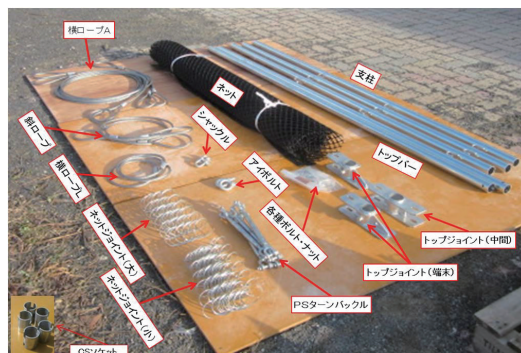
100m当たり

名称	単位	数量	摘要
世話役	人	4.0	
普通作業員	人	8.0	
諸経費	%	5	

使用材料

※材料の仕様および内容は、品質や性能の向上のため変更する場合があります。

名称	細別・仕様	規格・基準値	名称	細別・仕様	規格・基準値		
基礎擁壁	コンクリート	設計基準強度	$\sigma_{ck} = 35\text{N/mm}^2$	防護柵	横ロープL	6×24 G/O $\phi 10$ L350 (ループ加工)	JIS G 3525
		設計曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ca} = 12.5\text{N/mm}^2$			斜ロープ	6×24 G/O $\phi 10$ L1700 (両端アイ加工)
		許容せん断応力度	$\tau_a = 0.52\text{N/mm}^2$		PS ターンバックル		W1/2" J&J
	鉄筋	許容引張応力度	$\sigma_s = 180\text{N/mm}^2$		ネット	NE-GM-25 W1600×L2700	結節強度：950N/本 引張強度：21kN/m
		許容せん断応力度	$\tau_{sa} = 80\text{N/mm}^2$		ネットジョイント(大)	$\phi 3.2 \times 70 \times 300$	JIS G 3506 硬鋼線材
防護柵	支柱	$\phi 48.6 \times 3.5\text{t} - 2255$	JIS G 3444 (STK490) JIS G 3112 (SR235) JIS H 8641 (HDZ35)		ネットジョイント(小)	$\phi 3.2 \times 50 \times 300$	JIS G 3506 硬鋼線材
	トッパー	$\phi 48.6 \times 2.3\text{t} - 2380$	JIS G 3444 (STK400) JIS H 8641 (HDZ35)		シャックル	SC10	JIS G 4501 (S25C) JIS H 8641 (HDZ35)
	トッジョイント(端末)	$\phi 60.5 \times 4\text{t} - 65$	JIS G 3444 (STK400) JIS G 3101 (SS400) JIS H 8641 (HDZ35)		アイボルト	M16	JIS G 3101 (SS400) JIS H 8641 (HDZ35)
	トッジョイント(中間)	$\phi 60.5 \times 4\text{t} - 65$	JIS G 3444 (STK400) JIS G 3101 (SS400) JIS H 8641 (HDZ35)		CSソケット	$\phi 42.7 \times 2.3\text{t} - 65$	JIS G 3444 (STK400) JIS H 8641 (HDZ35)
	横ロープA	6×24 G/O $\phi 10$ L4350 (両端アイ加工)	JIS G 3525				
	横ロープB	6×24 G/O $\phi 10$ L1850 (両端アイ加工)	JIS G 3525				



防護柵5m分 (基礎擁壁10m)の材料

■ 施工手順

1. 基礎擁壁の設置

- 基礎擁壁を設置する基面を平整後、製品を片側から順番に設置していきます。
- 接続部は製品側面のループ鉄筋を上から見て支柱が入るように設置します。



上から見た状態



設置後に上から見た状態

2. 防護柵の設置

(1) 支柱の建て込み

支柱に付いているロープガイドが山側を向くように設置します。



(2) 横ロープの仮設置

支柱の先端から横ロープのアイ加工部分を通してロープガイドに引っかけておきます。その後、トップジョイント（端末・中間）を支柱に差し込みます。



(3) トップジョイントの設置

トップジョイント(端末・中間)の向きを隣の支柱方向に向けて調整した後、ボルトを仮締めします。



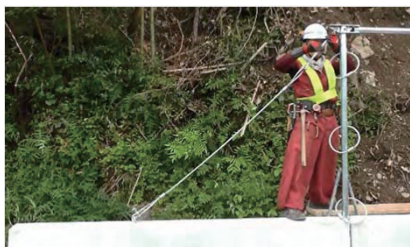
(4) トップバーの設置

トップバーとトップジョイントにCSソケットを挿入しボルト締めして取り付けます。次に、トップジョイントのボルトを本締めして支柱に固定します。



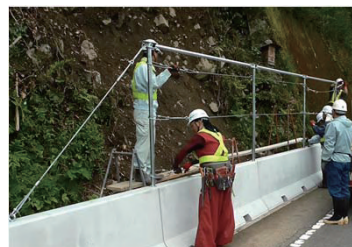
(5) 斜ロープの設置

基礎擁壁のインサートにアイボルトをねじ込んだ後、シャックルを介して斜ロープを取り付けます。トップジョイントにPSターンバックルと斜ロープを接続してPSターンバックルを締め付けて張設します。



(6) 横ロープの締め付け・設置

横ロープAと横ロープLをPSターンバックルに接続します。PSターンバックルを締め付け、横ロープを張設します。下段⇒上段⇒中段の順で実施します。



(7) ネットの取り付け

結束バンド(大)を使って、ネットをカーテン状にぶら下げて位置調整します。位置が決まれば、支柱部分にも結束バンドを取り付けてネットを仮留めます。ネットの重ね部分は結束バンド(小)で縫合します。その後、番線などでトップバー、支柱、横ロープなどに数箇所固定します。最後に、ネットジョイントで縫合します。

これで、SRフェンスは完成です。



■ 赤城商会施工事例

工事名：国道18号(旧道)社会資本総合整備(防災・安全)(国道防災)

発注者：安中土木事務所
場所：安中市松井田町坂本地内
カーブ37、48、50等 計7ヶ所

18号の旧道は第二次緊急輸送道路でもあり、めがね橋や熊ノ平駅なども点在する観光道路でもあります。その為、防災点検結果に基づき、災害時にも機能する道路ネットワークの構築を図る為、置き式の落石防護柵として採用されました。



カーブ37付近



カーブ50付近



カーブ48付近

工事名：高崎市倉渕支所管内小規模落石対策

発注者：高崎市役所倉渕支所
場所：高崎市倉渕町権田

地域住民の生活用道路となっており、土砂の流出や小規模の落石を防ぎ、安心・安全を確保します。



■ 仮設中央分離帯としての活用例

工事名：国道17号中村交差点立体

発注者：関東地方整備局 高崎河川国道事務所
場所：群馬県渋川市中村

工事中の仮設中央分離帯として使用。施工性が良いため採用となりました。



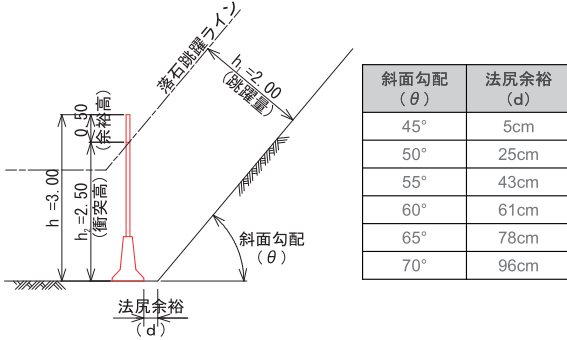
NEW

小規模落石の防護柵

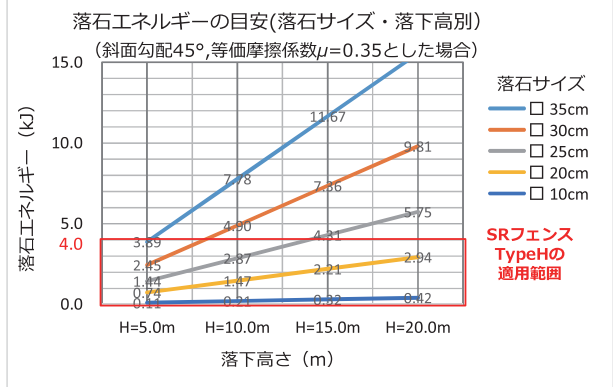
SRフェンス Type H

全高 3m

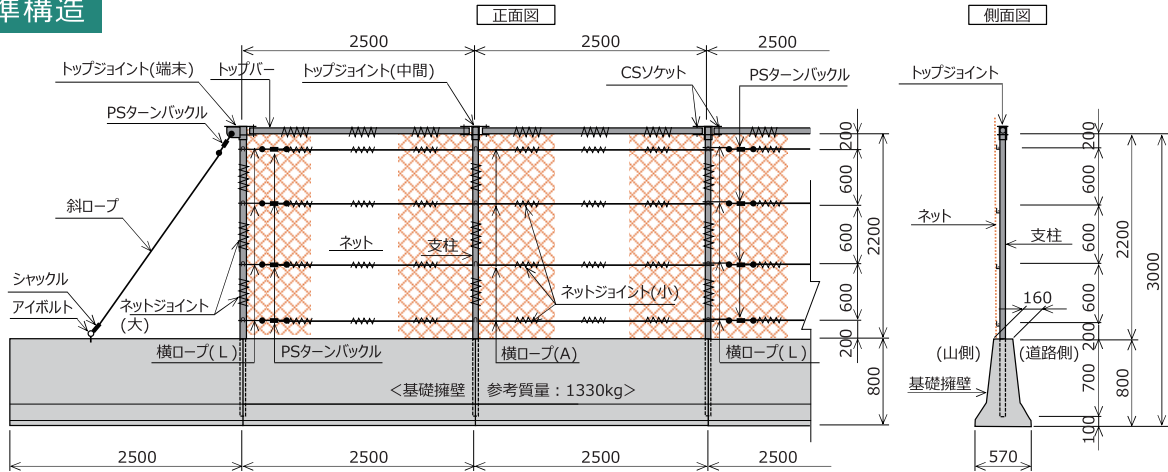
■ 落石跳躍ラインによる設置条件



■ 落石エネルギーの目安



■ 標準構造



■ 設置歩掛

基礎擁壁設置工		100m当たり	
名称	単位	数量	摘要
世話役	人	2.0	
特殊作業員	人	2.0	
普通作業員	人	4.0	
諸経費	式	1.0	
トラッククレーン賃料	日	2.0	4.9t吊り
諸経費	%	4	

防護柵設置工		100m当たり	
名称	単位	数量	摘要
世話役	人	6.0	
普通作業員	人	12.0	
諸経費	%	5	

■ 施工事例

本物件は、切土工事の仮設防護柵として施工された事例です。支柱の材質は異なりますが外径はφ48.6mmなので同様の仕上がりになります。

