

TSK

落石防護柵

ロックフェンス・ロックガード



東京製網



柔軟なワイヤロープと鋼製支柱により 落石エネルギーを効率よく吸収します。

金網とワイヤロープ、支柱の塑性変形によって落石エネルギーを吸収する構造です。
一般的にコンクリート基礎とともに設置し、落石を道路際で捕捉します。
標準タイプのロックフェンスに加えて、既設の擁壁などに設置することができる
ベースプレート式ロックフェンス、機能を強化したロックガードをご用意しています。



ロックフェンス

柵高●1.5～6.0m 支柱間隔●3.0m
可能吸収エネルギー●50kJ



ベースプレート式ロックフェンス

柵高●1.5～3.5m* 支柱間隔●3.0m
可能吸収エネルギー●50kJ



積雪地用ロックフェンス

柵高●1.5～3.5m* 支柱間隔●2.0m, 3.0m
可能吸収エネルギー●50kJ



ロックガード

柵高●1.5～3.5m* 支柱間隔●6.0m
可能吸収エネルギー●120kJ



※柵高3.5mを超える場合は、担当者にお問い合わせください。

表面処理

標準仕様 亜鉛めっき

各部材に溶融亜鉛めっきを施しています。

環境対策仕様 亜鉛めっき+めっき後粉体焼付塗装

支柱および間隔保持材は、めっき後粉体焼付塗装を施します。
金網は、カラー亜鉛めっきとし、他の部材には亜鉛めっきを施しています。

環境対策仕様 タフコーティッド塗装

めっきと変性飽和ポリエステル樹脂塗装を合わせた重防食処理により高い耐食性を実現しました。高塩害地では65年、通常地では塩害地の2倍以上の耐久性を発揮します。

ロックフェンス

ロックフェンスの特長

1 合理的で安全な設計です。

落石エネルギーを金網とワイヤロープ、支柱の塑性変形によって吸収するという、合理的な構造です。
可能吸収エネルギーについては、技術資料(P13~)を参照下さい。

2 ワイヤロープを間隔保持材で連結しています。

間隔保持材は落石によってワイヤロープが押し広がる「すり抜け」現象を防ぎます。

3 柵高の種類が豊富です。

柵高1.5mから6.0mまでを標準仕様としております。

4 容易に施工ができ、経済的です。

設置・組立作業が簡単です。取替工、後施工を容易にしたベースプレート式もあります。施工費のみでなく材料費も安価で経済的です。



RF-10



RF-12



RF-7

型式・仕様

型式	RF-5, RF-7, RF-8, RF-10, RF-12, RF-13, RF-15, RF-17, RF-18, RF-20
柵高(m)	1.5~6.0
支柱間隔(m)	3.0
ワイヤロープ	3×7 G/O 18φ (JIS G 3525 ^{注3}) 破断荷重:157kN
金網	ひし形金網 3.2φ×50×50 (JIS G 3552)
端末支柱・中間支柱	一般構造用圧延鋼材 (SS400) (JIS G 3101)
間隔保持材	部材-A:4.5t×65×680 部材-B:4.5t×65×980 一般構造用圧延鋼材 (SS400) (JIS G 3101)
Uボルト	M12×40×60
索端金具	25φ×500 強度:157kN以上

注1.柵高3.5m以上において、支柱の変形による道路側への影響が懸念される場合は、過大変形を防止するためにステーロープの取り付けが有効です。

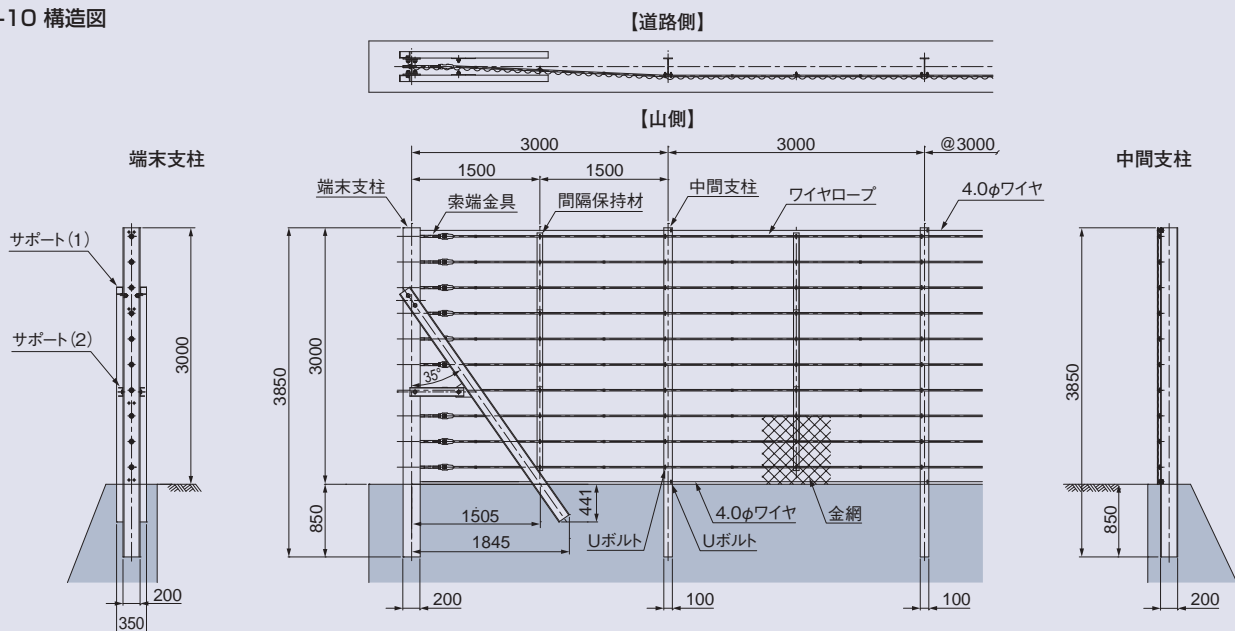
注2.勾配部の支柱間隔は、斜距離とします。

注3.ワイヤロープのJIS規格はよりどころとする規格です。

型式	柵高(m)	ワイヤロープ 本数 (本)	部材断面 (mm)			間隔保持材 使用数量 [※]	
			中間支柱	端末支柱		A	B
	H			支柱	主サポート		
RF-5	1.5	5	H-200×100×5.5×8	H-150×150×7×10	[-125×65×6×8]	2	
RF-7	2.0	7	H-200×100×5.5×8	H-175×175×7.5×11	[-125×65×6×8]		2
RF-8	2.5	8	H-200×100×5.5×8	H-200×200×8×12	[-125×65×6×8]	2	1
RF-10	3.0	10	H-200×100×5.5×8	H-200×200×8×12	[-150×75×6.5×10]		3
RF-12	3.5	12	H-200×100×5.5×8	H-200×200×8×12	[-150×75×6.5×10]	1	3
RF-13	4.0	13	H-200×200×8×12	H-200×200×8×12	[-150×75×6.5×10]		4
RF-15	4.5	15	H-200×200×8×12	H-200×200×8×12	[-200×90×8×13.5]	1	4
RF-17	5.0	17	H-200×200×8×12	H-200×200×8×12	[-200×90×8×13.5]	2	4
RF-18	5.5	18	H-200×200×8×12	H-250×250×9×14	[-200×90×8×13.5]	1	5
RF-20	6.0	20	H-200×200×8×12	H-250×250×9×14	[-250×90×11×14.5]	2	5

※箇所当りの使用数量

RF-10 構造図



ベースプレート式ロックフェンス

落石による変形・破損や老朽化に伴う取替や、既設擁壁天端への施工に最適です。

ベースプレート式ロックフェンスの特長

- 1** **コンクリート基礎工事が不要です。**
既設の擁壁または安定した岩盤などにアンカーを使用して固定するため、大規模な擁壁工事や掘削が必要ありません。
- 2** **施工性に優れています。**
支柱をアンカーボルトで固定する方式により大規模な工具・機具類が不要で、短期間で容易に施工することができます。
- 3** **高い耐衝撃性を確保しています。**
支柱が塑性変形するまでの荷重に耐え得るアンカーを採用することにより、通常の埋め込み型ロックフェンスと同等の性能を発揮します。
- 4** **傾斜している場所へも施工が可能です。**
施工場所の勾配にあわせたベースプレート式支柱の製作が可能で、擁壁等が傾斜している場合でも施工することができます。



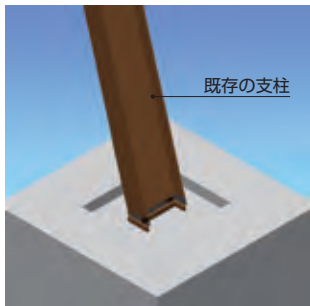
既設擁壁への施工



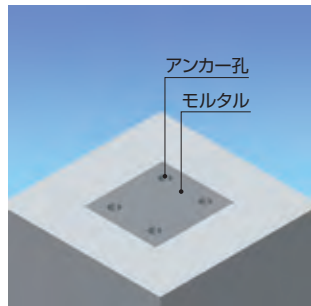
傾斜地への施工



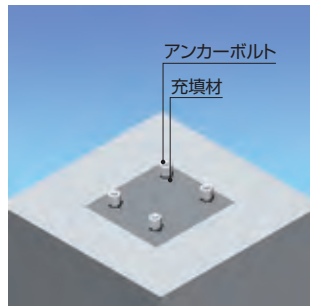
支柱の取替え手順



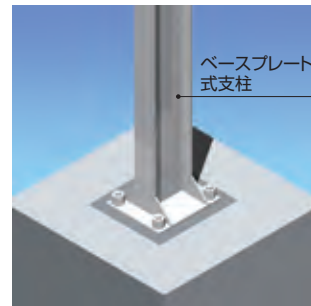
1 支柱周囲の基礎を掘削し、基礎より低い位置で支柱を切断します。



2 掘削箇所にモルタルを充填し、4カ所のアンカー孔を穿孔します。



3 充填材を挿入し、アンカーボルトで攪拌しながら押し込みます。



4 ベースプレート式支柱を設置し、ナットを締め付け固定します。

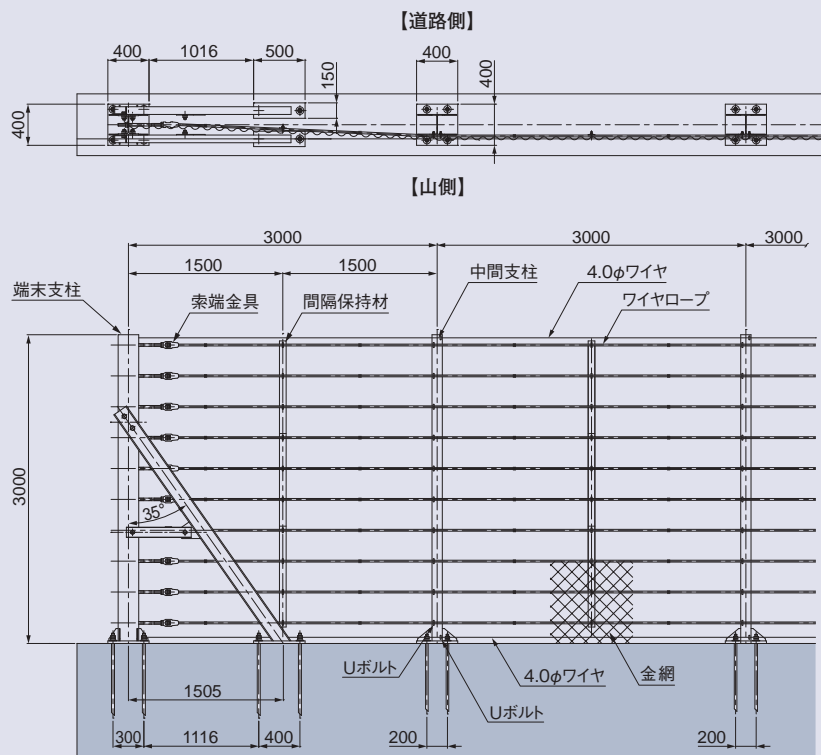
型式・仕様

型式	柵高 (m)	金網 (mm)	支柱 間隔 (m)	部材断面 (mm)		間隔保持材使用数量*			
				中間支柱	端末支柱		部材寸法 (mm)	A	B
					支柱	主サポート			
RF-5-BP	1.5	3.2φ×50×50	3.0	H-200×100×5.5×8	H-150×150×7×10	[-125×65×6×8]	部材-A 4.5t×65×680	2	
RF-7-BP	2.0				H-175×175×7.5×11	[-125×65×6×8]			2
RF-8-BP	2.5				H-200×200×8×12	[-125×65×6×8]	部材-B 4.5t×65×980	2	1
RF-10-BP	3.0				H-200×200×8×12	[-150×75×6.5×10]			3
RF-12-BP	3.5				H-200×200×8×12	[-150×75×6.5×10]		1	3

●柵高3.5mを超える場合は、担当者にお問い合わせください。

*箇所当りの使用数量

RF-10-BP 構造図



積雪地用ロックフェンス

積雪沈降力・斜面積雪圧を考慮した積雪地に最適なロックフェンスです。

積雪地用ロックフェンスの特長

1 積雪地での落石対策に最適です。

積雪沈降力と斜面上の雪のクリープ、グライドによって生じる斜面積雪圧を徹底分析し、開発された積雪地での落石対策に適した防護柵です。

2 雪底の除去をスムーズに行えます。(雪底切対応型)

雪底の切落し作業をスムーズに行える雪底切対応型のフェンスもご用意しています。



RF-7-SNJ 支柱間隔:2m



RF-7-SNJ 支柱間隔:2m





RF-8-SNJ 支柱間隔:1.5m(雪底切対応型)



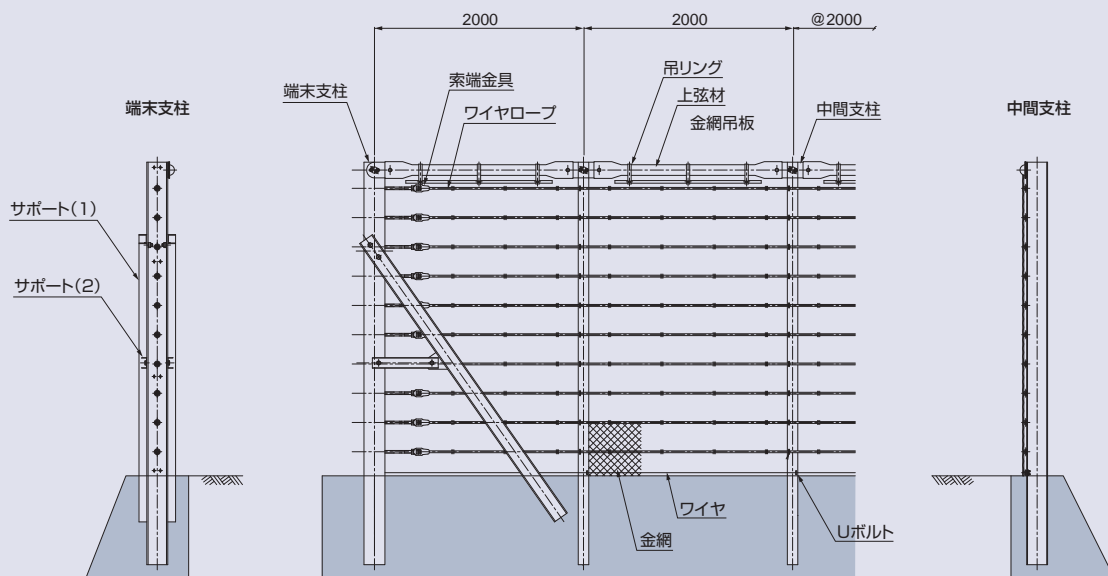
RF-5-SNJ 支柱間隔:3m

型式・仕様

形式	柵高	ワイヤロープ 本数(本)	金網	支柱間隔 (m)	部材断面			
					中間支柱	端末支柱	上弦材	【間隔保持材】
RF-5-SNJ	1.5	5				H-150×150×7×10		
RF-7-SNJ	2.0	7				H-175×175×7.5×11		
RF-8-SNJ	2.5	8	3.2φ×50×50	2.0 【3.0】	H-200×100×5.5×8	H-200×200×8×12	101.6φ×4.2	【4.5t×65】
RF-10-SNJ	3.0	10				H-200×200×8×12		
RF-12-SNJ	3.5	12				H-200×200×8×12		

注):【 】内部材は、支柱間隔3.0mの場合に使用します。

RF-10-SNJ 構造図 (支柱間隔2.0m・Znめっき)



ロックフェンス補強金具

落石衝突時の変化点での張力伝達をスムーズにし取付Uボルトの破断を防止します。

ロックフェンス補強金具の特長

- 1 変化点での中間支柱のケーブル取付Uボルトの補強ができます。**

縦断勾配(角度)での変化点ではせん断力、内カーブでの変化点では引張り力に対する補強ができます。
- 2 ケーブルが曲線になり、落石エネルギーを効率よく吸収します。**

Uボルトのみでケーブルを固定した場合、変化点で直線的な折れが生じ落石の張力伝達を阻害します。補強金具を取付けることによりケーブルが大きい半径の曲線となり、スムーズに張力を伝達しケーブル全体で落石エネルギーを吸収します。
- 3 中間支柱にも補強効果があります。**

落石時にケーブルが山側から道路・民家側に張り出しますが、その際補強金具が中間支柱に固定されていないバネの役目となり、緩衝効果を発揮し、中間支柱をサポートします。
- 4 施工性に優れています。**

設置された中間支柱にボルトで容易に取付けることができます。

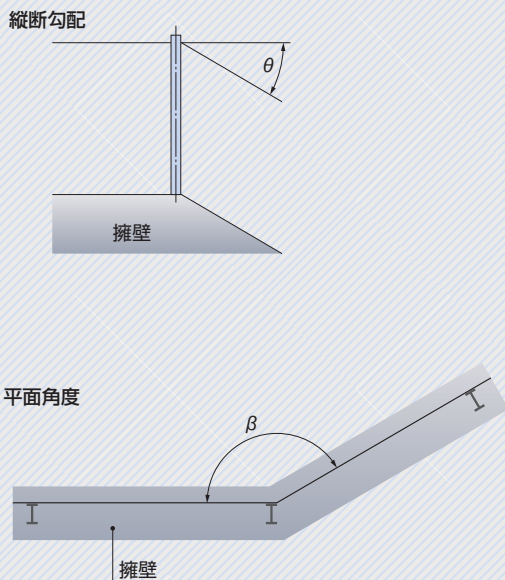


縦断勾配

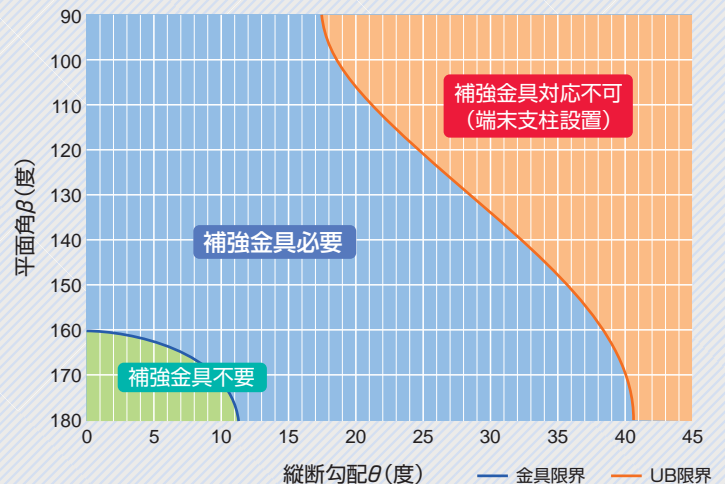


平面角

補強金具が対応可能な範囲



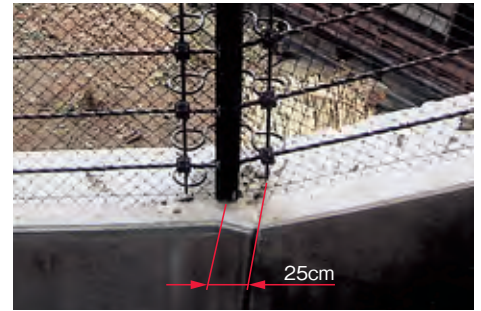
補強金具対応範囲の例
【降伏張力:118kNの場合】



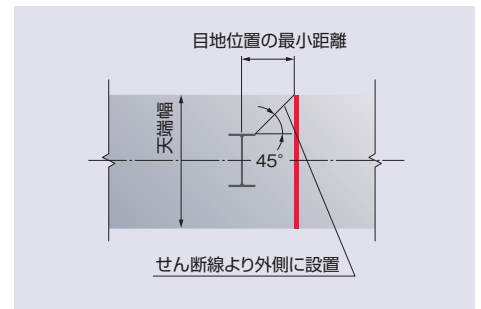
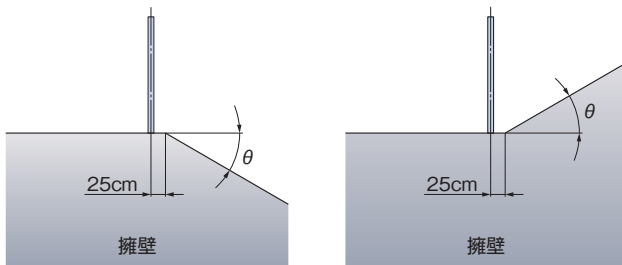
※補強金具対応範囲は設置状況により異なります。
詳しくは担当までお問合せください。

縦断勾配(角度の)取り方

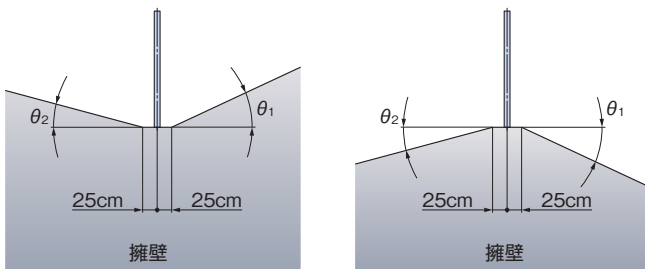
- 補強金具を取付ける場合は、上り勾配の時、補強金具の横材(円形)が擁壁に当たらないように中間支柱は擁壁の変化点から25cm離れた位置を中心に設置して下さい。
- 目地の位置は中間支柱の中心から50cm程度離すようにして下さい。最小でも中間支柱のフランジ先端から45°せん断線より外側の目地に位置を設定して下さい。
- 縦断勾配(角度)は道路あるいは民家側から見た方向を基準として下さい。



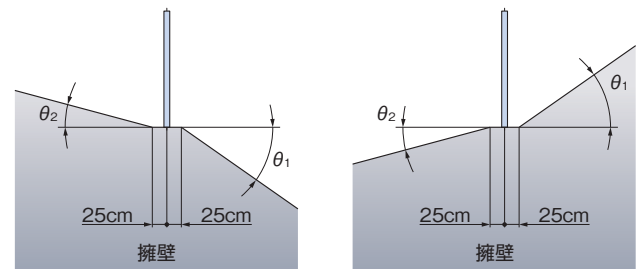
θ で確認



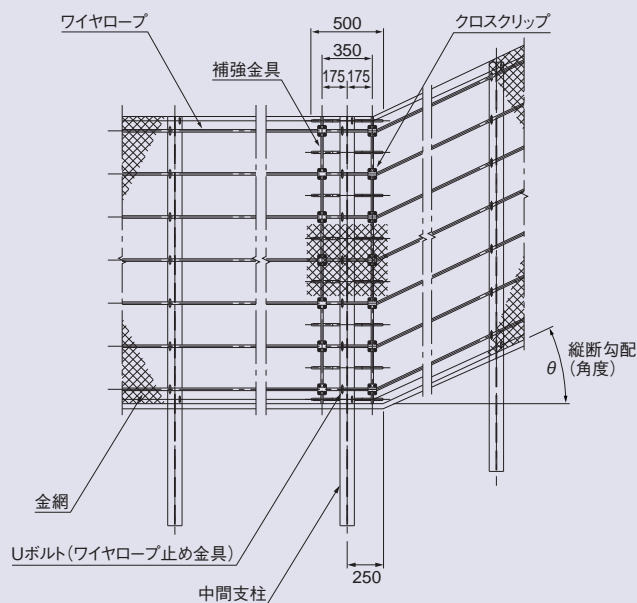
$\theta = \theta_1 + \theta_2$ で確認



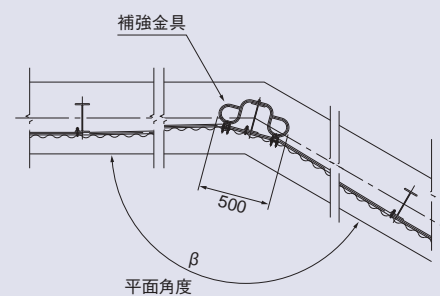
$\theta = \theta_1 - \theta_2$ で確認



縦断勾配のある場合



平面角度のある場合



ロックガード

ロックガードの特長

1 落石エネルギーの吸収能力が優れています。
支柱を強化することにより、主に金網とワイヤロープとで落石エネルギーを吸収。そのため、可能吸収エネルギーが増大しました。
可能吸収エネルギーについては、技術資料(P13～)を参照下さい。

2 支柱間隔を広げ、補助中間支柱を設けました。
標準支柱間隔を6mと広くし、その中央に基礎に固定されない補助中間支柱を設け、落石の支柱直撃の確率減少と支柱への外力軽減を実現しました。

3 ワイヤロープを間隔保持材で連結しています。
間隔保持材は落石によってワイヤロープが押し広がる「すり抜け」現象を防ぎます。

4 基準柵長内では、支柱変形は起こりません。
基本設計では柵長30mを基準とし、支柱強度を設定。それ以内では支柱は変形しません。また、基準柵長より長い場合でも支柱の変形は小さくて済みます。



BRG-25



BRG-35



BRG-25

型式仕様

型式	BRG-15, BRG-20, BRG-25, BRG-30, BRG-35
柵高(m)	1.5~3.5
支柱間隔(m)	6.0
ワイヤロープ	3×7 G/O 18φ (JIS G 3525 ^{注1}) 破断荷重:157kN
金網	ひし形金網 4.0φ×50×50 (JIS G 3552)
中間支柱・補助中間支柱	一般構造用圧延鋼材 (SS400) (JIS G 3101)
端末支柱	一般構造用圧延鋼材 (SS400) (JIS G 3101) 一般構造用角形鋼管 (STKR400) (JIS G 3466)
間隔保持材	部材-A:4.5t×65×680 部材-B:4.5t×65×980 一般構造用圧延鋼材 (SS400) (JIS G 3101)
Uボルト	M12×40×60
索端金具	25φ×500 強度:157kN以上

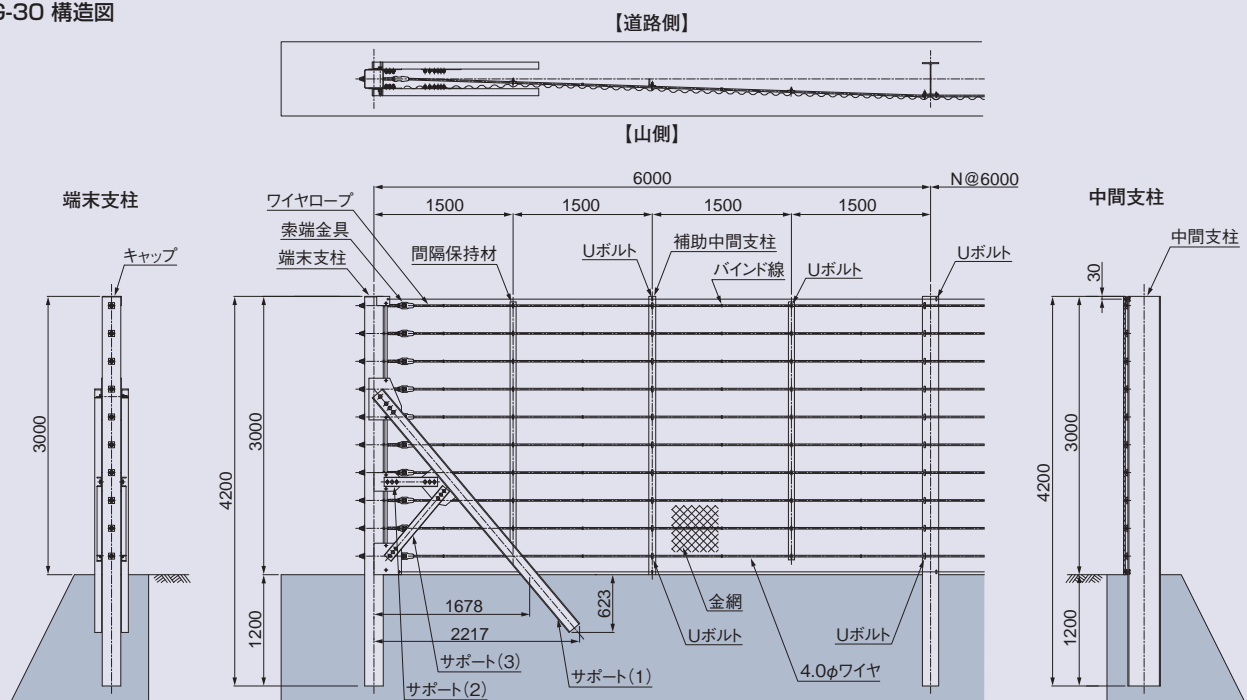
注1.ワイヤロープのJIS規格はよりどころとする規格です。

型式	柵高(m)	ワイヤロープ本数(本)	部材断面(mm)			間隔保持材使用数量*		
			中間支柱	補助中間支柱	端末支柱 支柱 主サポート	A	B	
BRG-15	1.5	5	H-175×175×7.5×11	L-75×75×9	□-175×175×6	[-100×50×5×7.5]	2	
BRG-20	2.0	7	H-200×200×8×12		□-200×200×6	[-125×65×6×8]		2
BRG-25	2.5	8	H-200×200×8×12 (補強プレート付)		□-200×200×6	[-125×65×6×8]	2	1
BRG-30	3.0	10	H-350×175×7×11		□-200×200×6	[-150×75×6.5×10]		3
BRG-35	3.5	12	H-350×175×7×11		□-200×200×6	[-150×75×6.5×10]	1	3

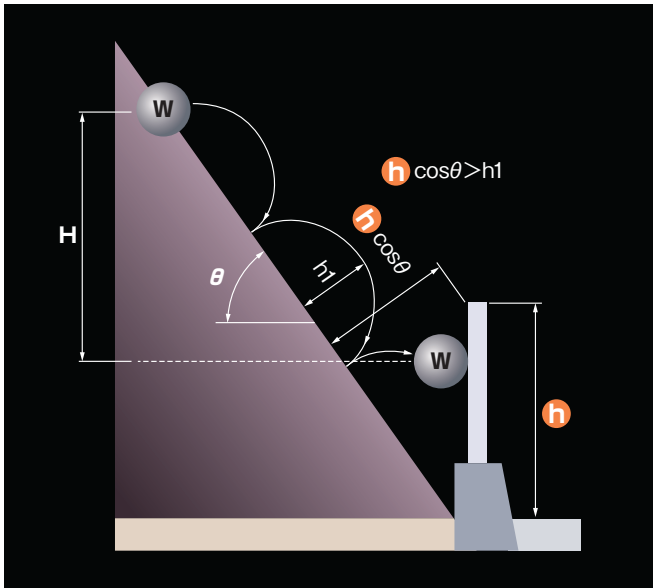
●柵高3.5mを超える場合は、担当者にお問い合わせください。

※箇所当りの使用数量

BRG-30 構造図



種類・型式の選定



① 落石の重量 W

今までの落石の状況や斜面にある浮石の状況から考えて、落石の大きさ(重量)を決めて下さい。

② 柵から落石発生位置までの垂直高さ H

落石発生位置の予測が困難な場合は、斜面の最上部までの高さ(最大40m)として下さい。(落石対策便覧 P.12参照)

③ 斜面の勾配 θ

一般的に発生源から柵までの平均勾配としています。

④ 柵天端高の決定 h

落石の跳躍量(h1)は、一般的に2m以下であるといわれていますので、これを参考に柵天端高 h (基礎高を含む)を決定して下さい。また、落石が柵天端に衝突した場合、落石の回転等により柵を飛び越す現象も考えられますので、最低柵高の1/2程度の余裕高を設けて下さい。

なお、斜面の凹凸が大きい場合は、跳躍量は2m以上となることがあり、特に落下高さが大きいときには、4~5mに達することがありますので、斜面の状況に注意して下さい。

種類・型式の選定

選定は、①項によりエネルギー照査を行い決定します。

次に②項により柵高を決定しますが、斜面の特性、法尻平坦部の広さ、斜面の凹凸状況等により柵高の高い種類・型式を選定することが必要な場合があります。

① 落石エネルギーの算出

次式により落石エネルギー(E)を求めます。

$$E = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) W \cdot H \quad (\text{kJ})$$

β:回転エネルギー係数=0.1 W:落石重量(kN)
 μ:等価摩擦係数 H:柵から落石発生位置までの垂直高さ(m)
 θ:斜面勾配(°)

② 種類の選定

ロックフェンスの場合、可能吸収エネルギー(E_T)の目安は次表のようになります。

ロックフェンス 可能吸収エネルギー(E_T)早見表 (kJ)

型式	柵長(m)			
	15	30	45	60以上
RF-5~12	50	51	52	52
RF-13~20	89	90	91	92

E_T ≥ Eであれば「ロックフェンス」で対応が可能ですが、E_T < Eであれば「ロックガード 可能吸収エネルギー早見表」を参照下さい。

ロックガードの場合、可能吸収エネルギー(E_T)の目安は次表のようになります。

ロックガード 可能吸収エネルギー(E_T)早見表 (kJ)

型式	柵長(m)				弾塑性域変化点(m)
	15	30	45	60以上	
BRG-15	57	90	111	116	39
BRG-20	57	90	122	138	45
BRG-25	57	90	146	152	45
BRG-30	57	90	122	183	54
BRG-35	57	90	165	170	39

設計指針

部材仕様

ワイヤロープの破断荷重 157kN(3×7 G/O 18φ)
 ワイヤロープの降伏荷重 118kN(3×7 G/O 18φ)
 支柱の降伏点応力度 235N/mm²(SS400)

落石エネルギーの吸収機構と柵の可能吸収エネルギー

落石エネルギーは落石防護柵に衝突した際、柵のワイヤロープの伸び、支柱の塑性変形、金網の変形によって吸収されます。

柵の可能吸収エネルギー(E_T)は、

$$E_T = E_R + E_P + E_N$$

ただし、E_R:ワイヤロープの吸収エネルギー
 E_P:支柱の吸収エネルギー
 E_N:金網の吸収エネルギー により求めます。

落石エネルギーと柵の可能吸収エネルギーとの比較

落石エネルギー(E)と柵の可能吸収エネルギー(E_T)とを比較し、次の条件を満たすように設計します。

$$E \leq E_T$$

落石エネルギー

落石エネルギー(E)は、次式で表わされます。

$$E = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) W \cdot H \quad (\text{kJ})$$

$$\text{ただし、} (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) \leq 1$$

● 斜面の種類と等価摩擦係数

等価摩擦係数は斜面上の土質(岩質)、凹凸の大小、落石の形状等により影響を受け、次表の値になります。

区分	落石および斜面の特性	μ	設計に用いるμ
A	硬岩、丸状 凹凸小、立木なし	0~0.1	0.05
B	軟岩、角状~丸状 凹凸中~大、立木なし	0.11~0.2	0.15
C	土砂、崖錐、角状~丸状 凹凸小~中、立木なし	0.21~0.3	0.25
D	崖錐、巨礫交じり崖錐、角状 凹凸中~大、立木なし~有り	0.31~	0.35

金網の吸収エネルギー

金網の吸収エネルギー (E_N) は、計算では求められませんが、実験的には次のように報告されています。

$$E_N = 25 \text{ (kJ)}$$

支柱とロープの吸収エネルギー

ワイヤロープに降伏張力 (T_y) が作用したときの支柱反力 (R) を次式より求めます。

$$R = 2T_y \cdot \sin\theta_1 \text{ (1)}$$

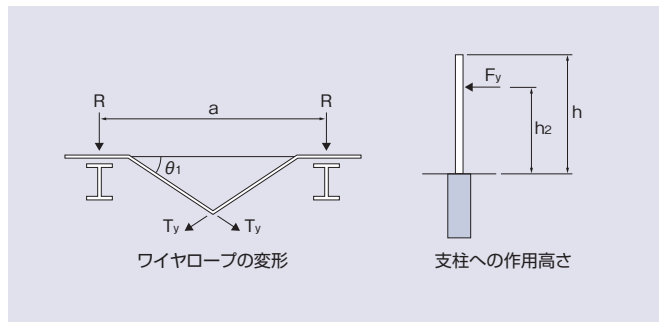
θ_1 は次式より求めます。

$$\left(\frac{a}{2} + \frac{T_y \cdot L}{2E_w \cdot A} \right) \cos\theta_1 = \frac{a}{2}$$

支柱の降伏外力 (F_y) を次式より求めます。

$$F_y = \frac{\sigma_y \cdot Z}{h_2} \text{ (2)}$$

- a: 支柱間隔 (m)
- L: ワイヤロープの全長 (m)
- E_w: ワイヤロープの弾性係数 (N/mm²)
- A: ワイヤロープの断面積 (mm²)
- σ_y : H鋼の降伏点応力度 (N/mm²)
- Z: H鋼の断面係数 (mm³)
- h₂: 支柱の作用点高さ (mm)



(1)、(2) で算出した R と F_y を比較して次の条件ごとに可能吸収エネルギーの計算を行います。

$R \geq F_y$ の場合、支柱は変形します。

● ワイヤロープの吸収エネルギー

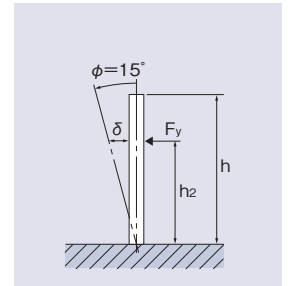
$$E_R = \frac{L}{E_w \cdot A} (T^2 - T_0^2) \text{ (kJ)}$$

T は F_y に見合うロープ張力で、次の2式を解いて求めます。

$$T = \frac{F_y}{2\sin\theta_2}$$

$$\left(\frac{a}{2} + \frac{T_y \cdot L}{2E_w \cdot A} \right) \cos\theta_2 = \frac{a}{2}$$

T_0 : 初期張力 5 (kN)



● 支柱の吸収エネルギー

$$E_p = 2F_y \cdot \delta = 2F_y \cdot h_2 \cdot \tan\phi = 2\sigma_y \cdot Z \cdot \tan 15^\circ \text{ (kJ)}$$

$R < F_y$ の場合、支柱は変形しません。

● ワイヤロープの吸収エネルギー

$$E_R = 2T_y \cdot L \cdot S \text{ (kJ)}$$

ここに、 S : $R = F_y$ のときのロープの伸び率

$$S = \frac{T_y}{E_w \cdot A}$$

● 支柱の吸収エネルギー

$$E_p = \frac{R^2 \cdot h_2^3}{3E_H \cdot I} \text{ (kJ)}$$

I : H鋼の断面二次モーメント (mm⁴)

E_H : H鋼の弾性係数 (N/mm²)

かぶりの照査

ロックフェンスおよびロックガードは柵構造であるため基礎が必要です。弊社では基礎に対する柵のかぶりの照査を一般に①曲げモーメントに対する検討、②押抜きせん断に対する検討の流れで検討しております。

※参考文献: 『落石対策便覧』(日本道路協会) 『道路土工 擁壁工指針』(日本道路協会)

① 曲げモーメントに対する検討

支柱にかかる曲げモーメント (M) を算出し、次式を満たすように設計します。

$$M = F_y \left(h_2 + \frac{d}{2} \right)$$

$$\sigma = \frac{F_y}{b \cdot d} + \frac{6M}{b \cdot d^2} \leq \sigma_{sa}$$

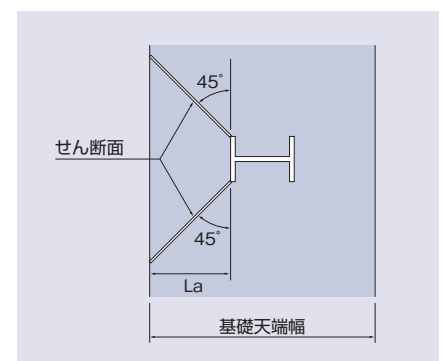
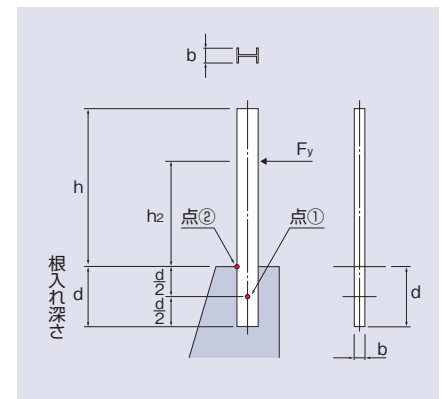
- M : 支柱点①における曲げモーメント (N-mm)
- d : 基礎に対する支柱の根入れ深さ (mm)
- σ : 支柱点②における圧縮応力度 (N/mm²)
- b : 支柱のフランジ幅 (mm)
- σ_{sa} : 無筋コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

② 押抜きせん断に対する検討

支柱にかかる外力 (F_y) と基礎に形成されるせん断抵抗力を比較し、次式を満たすように設計します。

$$\tau = \frac{F_y}{2 \cdot L_a \cdot d} \leq \tau_{sa}$$

- τ : 基礎に発生するせん断応力度 (N/mm²)
- L_a : 支柱下端から基礎天端までの縁端距離 (mm)
- τ_{sa} : 無筋コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm²)



基礎検討(参考)

弊社では基礎検討を一般に①滑動に対する安定、②転倒に対する安定、③支持地盤の支持力に対する安定の流れで検討しています。

※参考文献:『道路土工 擁壁工指針』(日本道路協会)

以下は、重力式連続基礎の場合(前面の受働土圧を考慮しない場合)の基礎検討です。

① 滑動に対する安定

滑動力と抵抗力を比較し、次式を満たすように設計します。

$$F_s = \frac{\mu \cdot W_c}{P + P_a} \geq 1.5$$

μ : 基礎底版と地山の摩擦係数

W_c : 基礎の抵抗長あたりの重量(kN)

$$W_c = A \cdot L \cdot \gamma_c$$

A: 基礎断面積(m²) = 1/2 · (B₁ + B) · D

B₁: 基礎の天端幅(m)

B: 基礎の底版幅(m)

D: 基礎の高さ(m)

L: 基礎の抵抗長(m)

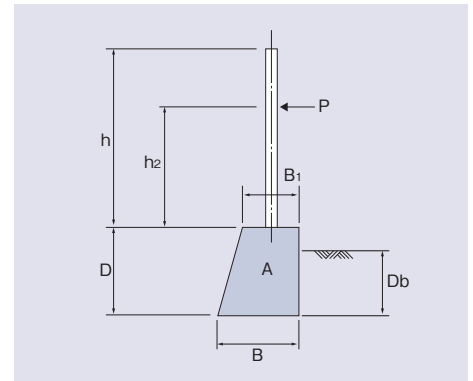
※1. 一般的な基礎の目地間10mとします。

※2. 現地条件により標準抵抗長Lが取れない場合は、スリップバーを設けて連結して下さい。

γ_c : 基礎の単位体積重量(kN/m³)

P: 支柱2本分の降伏外力または2本のロープから発生する支柱への反力(kN)

P_a: 基礎背面にかかる主働土圧(kN)



② 転倒に対する安定

転倒モーメント(M_e)と抵抗モーメント(M_r)を比較し、次式を満たすように設計します。

$$d = \frac{M_r - M_e}{W_c} \quad |e| = \frac{B}{2} - d \leq \frac{B}{3}$$

d: 底版つま先から合力作用点までの距離(m)

M_r: 基礎の抵抗モーメント(kN·m) = M_w

M_w: 基礎自重による抵抗モーメント(kN·m)

M_e: 転倒モーメント(kN·m) = M_h + M_a

M_h: 支柱の降伏外力または反力による転倒モーメント(kN·m)

M_a: 主働土圧による転倒モーメント(kN·m)

e: 合力作用点の底版中央からの偏心距離(m)

B: 基礎底版幅(m)

③ 支持地盤の支持力に対する安定

発生する地盤反力度(q)と支持地盤の許容支持力(q_a)を比較し、次式を満たすように設計します。

$$q = \frac{2}{3} \cdot \frac{W_c}{d \cdot L} \leq q_a$$

q: 地盤反力度(kN/m²)

q_a: 許容支持力度(kN/m²)

設計上の留意点

ロックフェンス、ロックガードの落石防止機能を十分に発揮させるために下記の点を配慮して計画して下さい。

端末支柱の設置位置

端末支柱はワイヤロープを保持するために設けるもので、ロックフェンスおよびロックガードの性能を十分に発揮させるための重要な構成部材です。したがって、端末支柱は落石が直接衝突しないように、落石を受ける範囲よりも1スパン以上、外側に設置することが望ましいと考えられます。

柵の設置延長

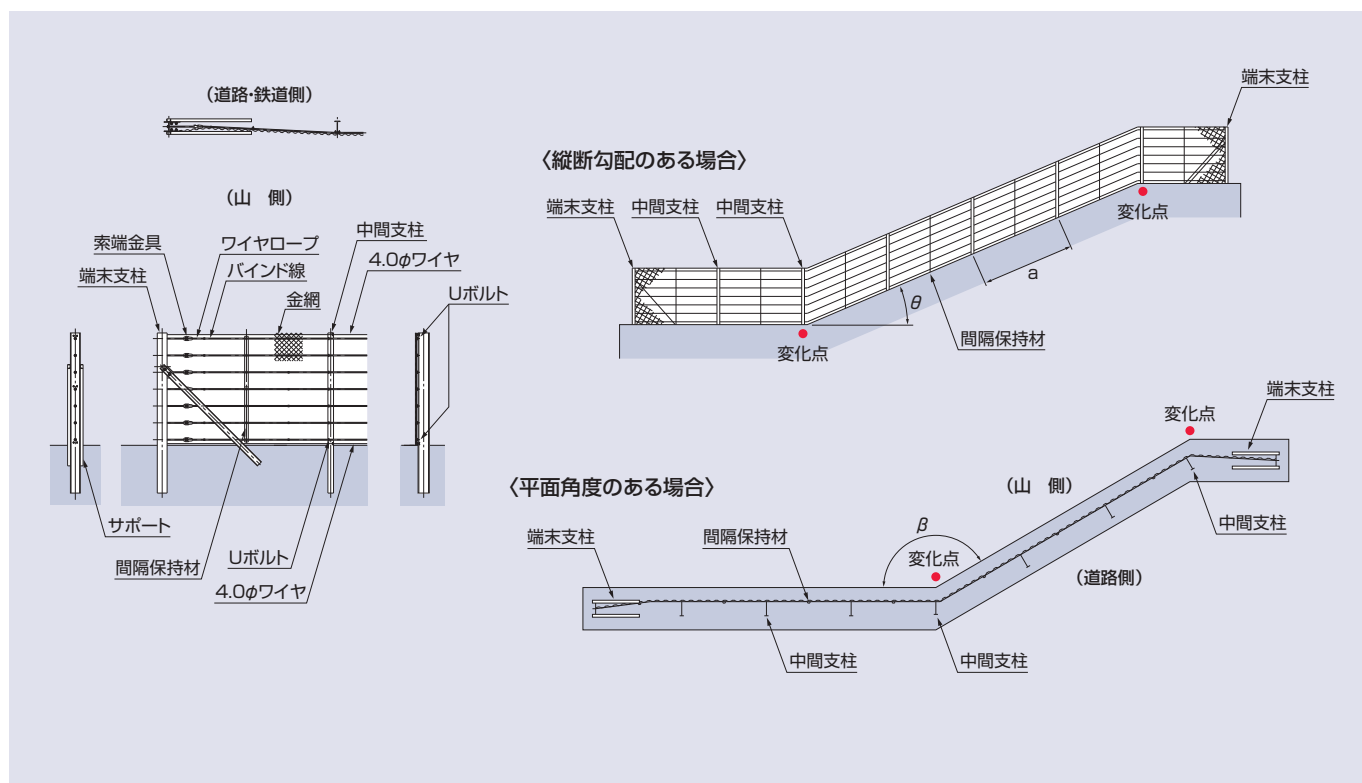
柵一連の設置延長は、ワイヤロープ初期張力導入の施工性を考慮して、最長100m以内として下さい。しかし、曲線部では、直線部に比べ初期張力導入の施工性が悪くなることや、落石衝突時の支柱変形に伴うワイヤロープのゆるみが発生し易くなることを考慮して、設置延長を30～60m程度として下さい。

勾配部での設置

擁壁上等で勾配のある位置の設置は、端末支柱と中間支柱1本は平坦部に設置し、右ページ図のように計画して下さい。また、支柱間隔(a)は右ページ図のように斜距離とします。なお、最大設置縦断勾配(θ)は45度以内、平面角度(β)は90度より鈍角として下さい。

変化点での補強金具の必要性

①縦断勾配(角度)の変化点に中間支柱を建て込んだ場合、Uボルト(ワイヤロープ止め金具)には勾配(角度)によるせん断力が発生します。また、②内カーブ区間の変化点に中間支柱を建て込んだ場合、Uボルトには引張力が発生します。落石時にUボルトが①②の力によって破断する可能性があります。したがって、Uボルトを補強するために変化点の中間支柱には、必要に応じて補強金具を取付けて下さい。



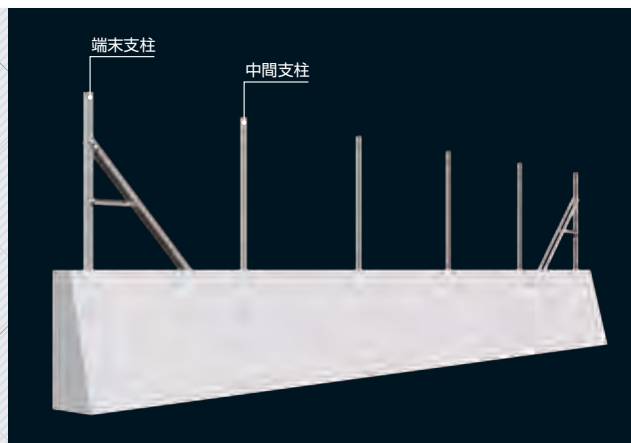
施工手順

ロックフェンス、ロックガードの落石防止機能を十分に発揮させるために下記の点を配慮して設置して下さい。

1

支柱建て込み

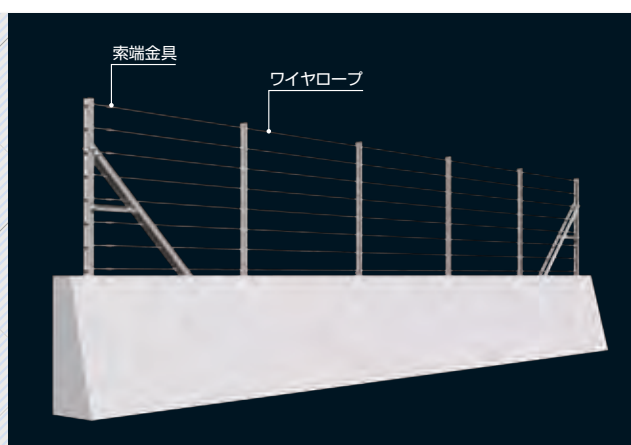
- ① 端末支柱
サポートが柵内に向くように設置して下さい。
- ② 中間支柱
Uボルト取付け孔がある面を山側に向けて設置して下さい。
勾配部に設置する場合、金網止め用ワイヤを固定するUボルトの孔位置に注意し、孔が埋まらないように設置して下さい。



2

ワイヤロープ張設

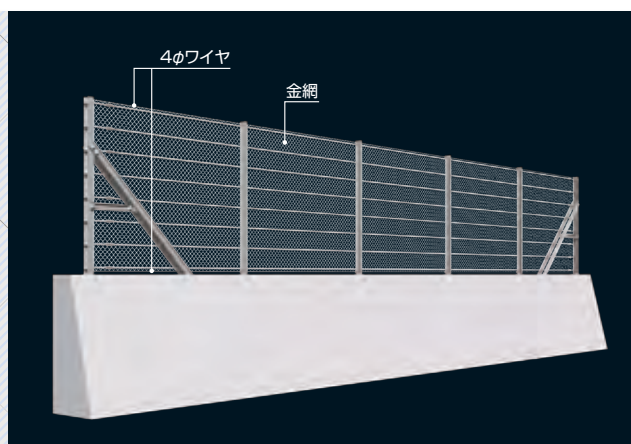
- ① ワイヤロープを所定の長さに切断し、端部に索端金具を取付けます。(索端金具の取付け方法については、右ページを参考にして下さい。)
- ② 索端金具を端末支柱に取付け、固定します。この際の初期張力導入に関しては、右ページの説明を参照下さい。
- ③ 両端末を固定後、各中間支柱部にはUボルトで固定します。



3

金網設置

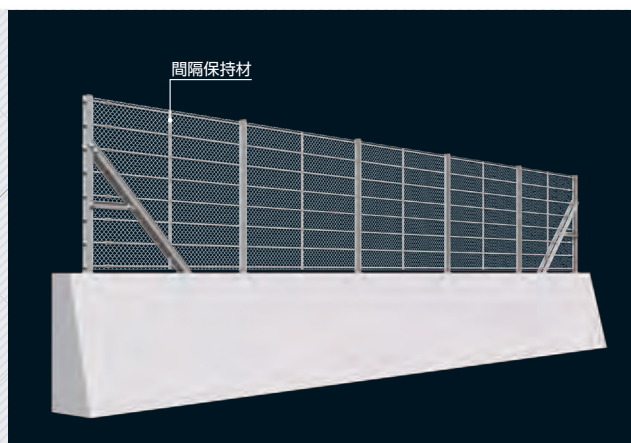
- ① 片方の金網端に丸棒を通し、角Uボルトにて端末支柱に固定し、巻いてある金網を戻しながら全延長に緩みなく展開します。
- ② 展開完了後、他方の端末に丸棒を通し、角Uボルトにて固定します。
- ③ 4.0φワイヤを金網の上端と下端に通し、端末支柱部は角Uボルトに結束して固定します。



4

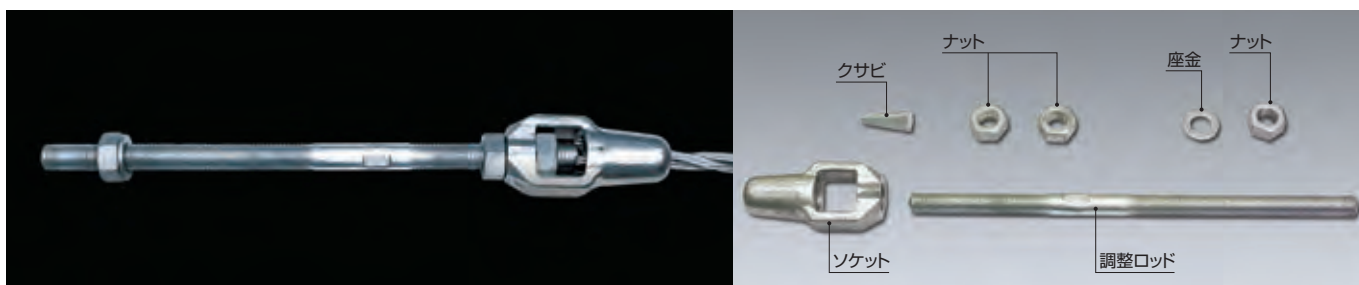
間隔保持材取付け

- ① 各支柱間の中央に間隔保持材を道路側から取付け、山側から挿したUボルトでワイヤロープに固定します。
- ② 支柱間隔にあわせ、基本的に1.5m間隔(端部は0.75m)でワイヤロープと金網をバンド線で結束します。



索端金具

部材構成



索端金具の施工手順

- 1** ケーブルにソケットを通し、ケーブルの先端をドライバー等を2本使用してストランドを3つに割り、クサビを溝に沿って入れてください。この時、ケーブルの撚りが、戻らないように、先端(クサビ)を撚り方向にねじってください。



- 2** 丸棒等を使用してクサビを十分にたたき込んでください。この時クサビの位置がケーブルの先端より少し内側に入るようにしてください。



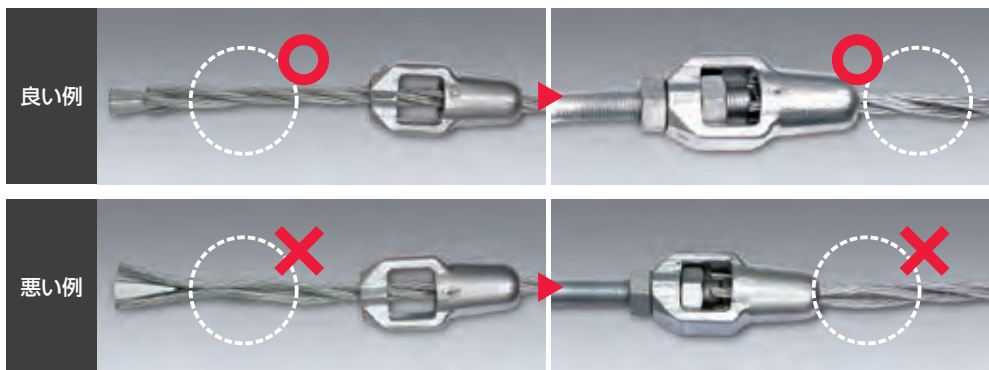
- 3** スパナを使用し、調整ロッドの先端がクサビを十分押しまでねじ込んでください。



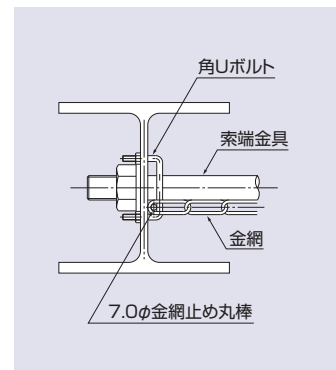
- 4** ソケットの外側のゆるみ止めナットをスパナで十分締付けてください。



索端金具の取付例



端末支柱金網取付部詳細図



ワイヤロープの初期張力について

「落石対策便覧」では、落石防護柵に使用するワイヤロープの初期張力を $T_0=5\text{kN}$ としています。この値はワイヤロープに垂れが生じることなく柵面が健全に形成されるための目安であり、初期張力として $T_0=5\text{kN}$ 以上必要としている訳ではありません。初期張力を 5kN 以上とした場合、可能吸収エネルギーは僅かですが小さくなります。

初期張力は $3\sim 5\text{kN}$ を目標とし、過大にならないようにして下さい。初期張力を $3\sim 5\text{kN}$ とした場合、支柱間隔 3.0m に対して中央に 60kg の質量を載荷した時の垂下量は $15\sim 9\text{cm}$ 程度となりますので、これを参考にして下さい。

 **東京製綱株式会社**

本社 エンジニアリング事業部

〒135-8306 東京都江東区永代2-37-28(澁澤シティプレイス永代)

TEL.(03)6366-7788 FAX.(03)3643-7550

支店●札幌・盛岡・仙台・名古屋・大阪・九州 営業所●新潟・長野・北陸・広島・鹿児島
エンジニアリングセンター●東日本・関西・北九州

<https://www.tokyorope.co.jp>

●代理店

支店・営業所の詳細

<https://www.tokyorope.co.jp/company/office.html>

