

# 落石防止柵 (ストーンガード)

従来型

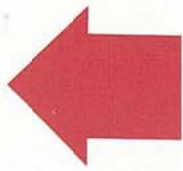


改良N型

(特許 2694250 号)



# 落石防止柵 (従来型)



## 特 長

1. 落石エネルギーの吸収力が大きい  
ロープの弾性伸びと鋼支柱の塑性変形で吸収致します。
2. 種類が豊富 (選定が自由)  
落石発生源と法面状況に合った安全度の高い形式を選定できます。
3. 経済性が高い  
金網、支柱、ロープは完全な耐蝕加工が施され寿命が長く現場組立方式のため工期が短く施工費が安価です。

## 部品の規格

◎ワイヤーロープ。(JIS G3525準拠)

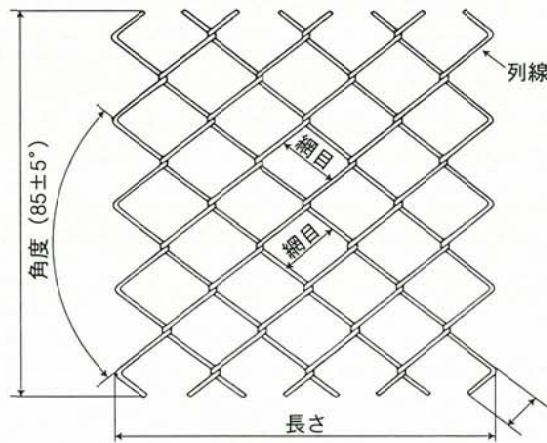
構造	索 径	破断荷量	単位質量
3×7G/O	18mmφ	157KN以上	1.10kg/m

◎金 網。(JIS G3552)

種 類	線 径・網 目	単位質量
亜鉛めっき鉄線製ひし形金網	3.2mmφ×50mm目	2.6kg/m <sup>2</sup>
着色塗装鉄線製ひし形金網	3.2mmφ×50mm目	2.6kg/m <sup>2</sup>
ビニル被覆鉄線製ひし形金網	4.0mmφ×50mm目	2.9kg/m <sup>2</sup>

◎索端金具 …… ワイヤーロープを端末支柱に固定する金具です

◎網目の寸法



## 製品の仕様

種 類	仕 様 記 号	柵 高 (m)		支柱間隔 (m)	ロープ本数 (本)	中 間 支 支柱寸法 (mm)
		直 柱 H	曲 柱 H1 H2			
	K R F - 3 C	1.0		3	3	H-150×75×5 ×7-1,500
	K R F - 4 C	1.25			4	H-150×75×5 ×7-1,800
	K R F - 5 C	1.55			5	H-200×100×5.5 ×8-2,200
	K R F - 6 C	2.0			6	H-200×100×5.5 ×8-2,750
	K R F - 8 C	2.5	1.7 0.8		8	H-200×100×5.5 ×8-3,300
	K R F - 9 C	3.0	2.2 0.8		9	H-200×100×5.5 ×8-3,800
	K R F - 11 C	3.5	2.5 1.0		11	H-200×100×5.5 ×8-4,500
	K R F - 13 C	4.0	3.0 1.0		13	H-200×200×8 ×12-5,000
	K R F - 14 C	4.5	3.5 1.0		14	H-200×200×8 ×12-5,500
	K R F - 16 C	5.0	3.8 1.2		16	H-200×200×8 ×12-6,200
	K R F - 18 C	5.5	4.3 1.2		18	H-200×200×8 ×12-6,700
	K R F - 20 C	6.0	4.8 1.2		20	H-200×200×8 ×12-7,200

# =KOZAI=



## ■備考

### 1. 柵高



### 2. 金網

落石および斜面の状況により標準以外の金網の組合せもできます。

質量 (kg)	端 末		支 柱		(1 基分)	金 網	
	支 柱 寸 法 (mm)		主サポート寸法 (mm)		質量 (kg)	線径	網目寸法
22.0	H-125×125×6.5×9-1,500		H-100×100×6 × 8-1,400		61.5	亜鉛メッキ鉄線製ひし形金網 3.2mmφ×50mm目	
26.0	H-125×125×6.5×9-1,800		H-100×100×6 × 8-1,700		77.0		
47.0	H-150×150×7 ×10-2,200		H-125×125×6.5×9-2,050		122.0		
59.0	H-175×175×7.5×11-2,750		H-150×150×7 ×10-2,710		200.0	着色塗装鉄線製ひし形金網 3.2mmφ×50mm目	
71.0	□-150×150×6 -3,300		□-150×75×6.5×10-2,800		230.0		
82.0	□-150×150×6 -3,800		□-150×75×6.5×10-3,000		280.0		
98.0	□-150×150×6 -4,500		□-150×75×6.5×10-3,150		330	ビニール被覆鉄線製ひし形金網 4.0mmφ×50mm目	
250.0	□-200×200×6 -5,000		□-150×75×6.5×10-3,700		450		
275.0	□-200×200×6 -5,500		□-150×75×6.5×10-4,300		470		
300.0	□-200×200×6 -6,200		□-150×75×6.5×10-4,500		550		
335.0	□-200×200×6 -6,700		□-150×75×6.5×10-5,000		640		
360.0	□-200×200×6 -7,200		□-150×75×6.5×10-5,700		700		

# 落石防止柵（改良型）N型



特許第 2694250号

## 特 長

1. 落石エネルギーの吸収力が大きい  
ロープの弾性伸びと鋼支柱の塑性変形で吸収致します。
2. 種類が豊富（選定が自由）  
落石発生源と法面状況に合った安全度の高い形式を選定できます。
3. 経済性が高い  
金網、支柱、ロープは完全な耐蝕加工が施され寿命が長く現場組立方式のため工期が短く施工費が安価です。
4. 間隔保持材（特許2694250号）  
従来型 落石防止柵（ストーンガード）にも取付可能です。

## 部品の規格

◎ワイヤーロープ。（JIS G3525準拠）

構造	索 径	破断荷量	単位質量
3×7G/O	18mmφ	157KN以上	1.10kg/m

◎金 網。（JIS G3552）

種 類	線 径・網 目	単位質量
亜鉛めっき鉄線製ひし形金網	3.2mmφ×50mm目	2.6kg/m <sup>2</sup>
着色塗装鉄線製ひし形金網	3.2mmφ×50mm目	2.6kg/m <sup>2</sup>
ビニル被覆鉄線製ひし形金網	4.0mmφ×50mm目	2.9kg/m <sup>2</sup>

◎索端金具。

ワイヤーロープを端末支柱に固定する金具です。

◎間隔保持材

落石のすり抜けを防止するために使用します。

## 製品の仕様

種 類	仕 様	柵 高 (m)		支柱間隔 (m)	ロープ本数 (本)	中 間 支 柱 寸 法 (mm)
		直 柱	曲 柱			
記 号	H	H 1	H 2			
N-KSC-3C	1.0			3	3	H-150×75×5×7-1,650
N-KSH-3C	1.0				3	H-150×75×5×7-1,650
N-KSC-5C	1.5				5	H-200×100×5.5×8-2,350
N-KSH-5C	1.5				5	H-200×100×5.5×8-2,350
N-KSC-7C	2.0				7	H-200×100×5.5×8-2,850
N-KSH-7C	2.0				7	H-200×100×5.5×8-2,850
N-KSC-8C	2.5	1.6	0.9		8	H-200×100×5.5×8-3,350
N-KSC-10C	3.0	2.1	0.9		10	H-200×100×5.5×8-3,850
N-KSC-12C	3.5	2.6	0.9		12	H-200×100×5.5×8-4,350
N-KSC-13C	4.0	3.1	0.9		13	H-200×200×8×12-5,000
N-KSC-15C	4.5	3.3	1.2		15	H-200×200×8×12-5,500
N-KSC-17C	5.0	3.8	1.2		17	H-200×200×8×12-6,000
N-KSC-18C	5.5	4.3	1.2		18	H-200×200×8×12-6,500
N-KSC-20C	6.0	4.8	1.2		20	H-200×200×8×12-7,200

# =KOZAI=



## ■間隔保持材

3本用(S)	FB65×4.5t-700	1.6kg
4本用(L)	FB65×4.5t-1000	2.3kg
取付ボルト	M12×40×60	

主 質量 (kg)	端 末 支 柱 (1基分)		金 網		間隔保持材数量	
	支 柱 寸 法 (mm)	主サポート寸法 (mm)	質量 (kg)	線径 網目寸法	S	L
23.1	H-125×125×6.5×9-1,650	□-100×50×5×7.5-1,600	69.3		1	
23.1	H-125×125×6.5×9-1,650	H-100×100×6×8-1,400	63.4		1	
50.1	H-150×150×7×10-2,350	□-100×50×5×7.5-1,950	110.9		2	
50.1	H-150×150×7×10-2,350	H-125×125×6.5×9-2,050	122.9	亜鉛メッキ鉄線製ひし形金網	2	
60.8	H-175×175×7.5×11-2,850	□-100×50×5×7.5-2,450	160.6	3.2mmφ×50mm目		2
60.8	H-175×175×7.5×11-2,850	H-150×150×7×10-2,450	191.8			2
71.4	H-200×200×8×12-3,350	□-150×75×6.5×10-2,500	270.8	着色塗装鉄線製ひし形金網	2	1
82.1	H-200×200×8×12-3,850	□-150×75×6.5×10-3,000	343.6	3.2mmφ×50mm目		3
92.7	H-200×200×8×12-4,350	□-150×75×6.5×10-3,300	381.5		1	3
249.5	H-200×200×8×12-5,000	□-150×75×6.5×10-3,800	443.3	ビニール被覆鉄線製ひし形金網		4
274.5	H-200×200×8×12-5,500	□-150×75×6.5×10-4,500	502.9	4.0mmφ×50mm目	1	4
299.5	H-200×200×8×12-6,000	□-150×75×6.5×10-4,700	565.0		2	4
324.1	H-200×200×8×12-6,500	□-150×75×6.5×10-5,300	627.7		1	5
349.3	H-200×200×8×12-7,000	□-150×75×6.5×10-5,700	670.3		2	5

## 現場調査のポイント

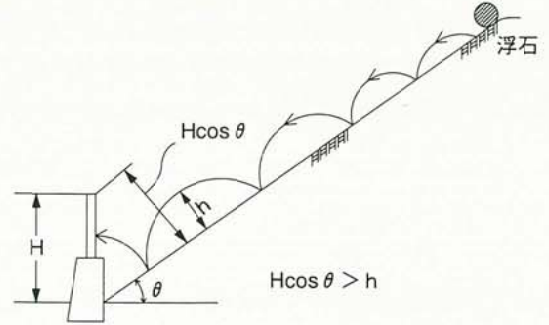
- 対象落石の大きさ（質量）を調べて下さい。（設計落石質量の決定・右表参照）
- 棚から落石発生位置までの距離を調べて下さい。（設計距離の設定）  
落石発生位置の予測が困難な場合は斜面の最上部迄の距離とします。
- 斜面の勾配を調べて下さい。（設計勾配の決定・度数）
- 棚設置位置の指示地盤を調べて下さい。（適正確認）  
地盤が不安定な場合は、他の工法を考慮する必要があります。

落石の大きさと質量（参考）

寸法	形状	球体	立方体	中間形状
10 cm		1 kg	2 kg	2 kg
30		30	57	44
50		140	260	200
80		560	1,100	830
100		1,100	2,100	1,600
150		3,700	7,100	5,400
200		8,800	16,800	13,000

## 種類・棚高の選定

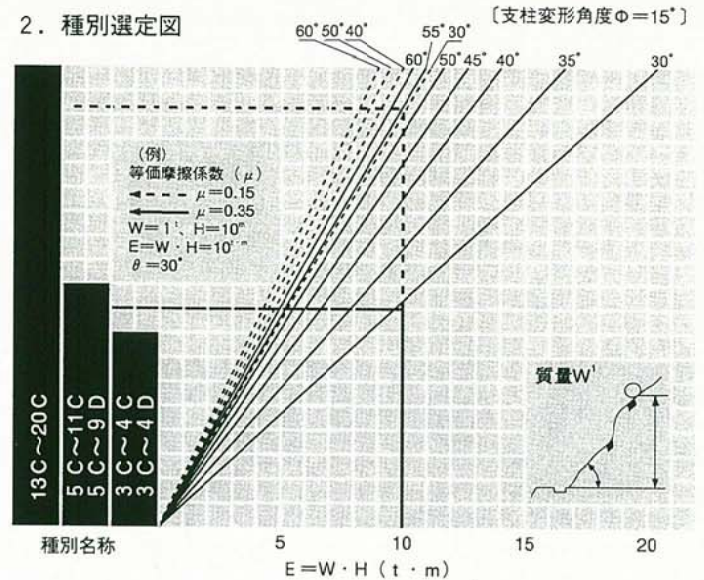
- 右図1、図2を参考にして下記により選定して下さい。  
落石の跳躍量（h）は、一般的に2m以下であるといわれていますが、斜面の凹凸が大きい場合跳躍量は2m以上と成ることがあります。特に落下高さが大きい時には4～5mに達することもあります。斜面の状況に注意して決定して下さい。  
なお、法尻平坦部の広さ、斜面の凹凸の状況等、斜面の特性によっては棚高の高いものを選定しなければならない場合もあります。棚の高さは棚設置位置の棚上端からの仰角が45度以下となるように決めて下さい。
- コンクリート建込みはC型、土中建込みはD型とします。



## 種別選定図の見方

- 次式により、見かけ上の落石エネルギーを求めます。  
 $E = W \cdot H$   
W：落石の質量（t）  
H：棚設定位置より落石発生源までの高さ（m）
- 斜面傾斜角度（ $\theta$ ）を求めます。
- 横軸から垂線を引き、図中の角度との交点を求め、その交点から左に水平線を引き、種別を選定して下さい。

## 2. 種別選定図



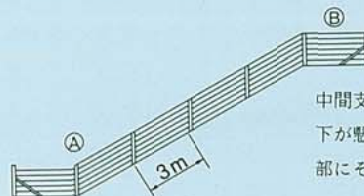
## 柵の設置延長

一連の柵の設置延長は、ケーブル初期張力導入の施工性等を考慮して、最大でも100m程度（以内）とするのが望ましいといわれています。

特に曲線部では、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ともない、ケーブルがゆるみ易くなる時もありますので、一連の設置延長を30m～60m程度にする場合もあります。

## こう配部での設置

擁壁の上などで、こう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、下図のように施工して下さい。



中間支柱④、⑤の浮上りおよび沈下が懸念される場合には、支柱下部にそこ板を溶接して下さい。

# 設計資料

## ●許容応力

ロープ (18φ) の破断荷重	157 K N (16 t)
索端金具の破断荷重	157 K N (16 t)
支柱の曲げ許容応力度	23.5 K N / cm <sup>2</sup> (2.4 t / cm <sup>2</sup> )

## ●落石速度

『落石対策便覧』によりますと、落石速度 (V) は一般に次式で表されます。

$$V = \sqrt{2g(1-\mu/\tan\theta)H}$$

ただし、g : 重力の加速度

μ : 落石の等価摩擦係数

θ : 斜面こう配

H : 落石発生位置と柵位置の高低差

## ●落石の等価摩擦係数

等価摩擦係数は斜面の土質 (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、岩錘、角状~丸状 凹凸小~中、立木なし	0.21~0.3	0.25
D	岩錘、巨礫交り岩錘、角状 凹凸中~大、立木なし~有り	0.31~0.6	0.35

## ●落石が柵に持込むエネルギー

柵に持込む落石エネルギー (E) は、次式で表されます。

$$E = \frac{W}{2g} \cdot V^2 \cdot (1+\beta)$$

$$= \left(1 - \frac{\mu}{\tan\theta}\right) \cdot (1+\beta) \cdot WH$$

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

β : 回転エネルギーに関する係数 = 0.1

## ●落石エネルギーの吸収機構および柵の可能吸収エネルギー

落石が柵に持込んだエネルギーは、ワイヤーロープの伸び、支柱の塑性変形、金網の変形による吸収エネルギーによって消費されるものとしています。

柵の可能吸収エネルギー (E<sub>T</sub>) は次式により求められます。

$$E_T = E_R + E_P + E_N$$

ただし、E<sub>R</sub> : ロープのエネルギー

E<sub>P</sub> : 支柱の吸収エネルギー

E<sub>N</sub> : 金網の吸収エネルギー

## ●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<sub>T</sub>) とを比較し、次の条件を満たすように設計します。

$$E < E_T$$

## ●金網の吸収エネルギー

金網の吸収エネルギー (E<sub>N</sub>) 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。

$$E_N = 24.5 \text{ K N} / \text{m}$$

## ●支柱およびロープの吸収エネルギー

支柱及びロープの吸収エネルギーは、次の手順で求めます。

(1) ロープに降伏張力 T<sub>v</sub> が作用したときの支柱反力 R

$$\theta_1 = \cos^{-1} \left( \frac{a}{a + \frac{T_v \cdot L}{E_w \cdot A}} \right)$$

$$R = 2 \cdot T_v \cdot \sin \theta_1$$

ただし、E<sub>w</sub> : ロープの弾性係数

A : ロープの断面積

L : ロープの全長

a : 支柱間隔

(2) 支柱下端が塑性ヒンジを形成するときの力 F<sub>y</sub>

$$F_y = \frac{M}{h} = \frac{\sigma_y \cdot Z}{h}$$

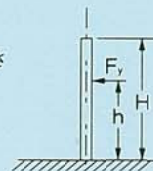
ただし、

h : 外力 F<sub>y</sub> の作用高さ

(柵高 H の 3/8)

σ<sub>y</sub> : 曲げ降伏応力

Z : 支柱の断面係数



(3) 支柱及びロープの吸収エネルギー

(1)、(2) で求めた R と F<sub>y</sub> を比較し、R ≥ F<sub>y</sub> の場合、

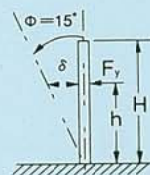
次式で E<sub>P</sub>、E<sub>R</sub> を求めます。

### ●支柱の吸収エネルギー (E<sub>P</sub>)

$$E_P = 2F_y \delta$$

$$= 2F_y \cdot h \cdot \tan \phi$$

$$2\sigma_y \cdot Z \cdot \tan 15^\circ$$



### ●ロープの吸収エネルギー (E<sub>R</sub>)

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

T は F<sub>y</sub> に見合うロープ張力で、次の 2 式を解いて求めます。

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

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

ただし、T<sub>0</sub> : 初期張力 (4.9 K N)

## 特許（落石防護柵 間隔保持材）

■特許第2694250号

## 日本工業規格表示許可工場

■菱形金網 J I S 3552 許可番号 第895025号

## 国土交通大臣

■許可（般）第17452号



株式  
会社

小財スチール

本社	〒810-0022	福岡市中央区薬院三丁目3番33号	☎092-522-0002
南九州支店	〒892-0822	鹿児島市泉町11番14号第3丸福ビル3F	☎099-223-8440
宮崎営業所	〒880-0875	宮崎市曾師町72番2号	☎0985-28-5658
福岡第1工場	〒830-1113	福岡県久留米市北野町中字寺田636-1	☎0942-78-3758
福岡第2工場	〒830-1113	福岡県久留米市北野町中字下厨子田1400	☎0942-78-3757
大刀洗工場	〒830-1212	福岡県三井郡大刀洗町大字甲条924-1	☎0942-77-5551
南九州工場	〒889-4302	宮崎県えびの市大字末永字陣ノ迫2343-1	☎0984-33-3085

取扱店