

落石・土砂から人・建物・道路を守る  
高エネルギー吸収型防止柵  
「ハイジュールネット」



国土交通省新技術活用システム

NETIS 登録工法

QS-080010-VE

【平成30年度評価促進技術】

【NETIS掲載期間終了】



建設技術  
審査証明

建審証番：第0801号



**NIPPON STEEL**

日鉄神鋼建材株式会社

NIPPON STEEL KOBELCO METAL PRODUCTS CO.,LTD.

## ●ハイジュールネットの種類

### ハイジュールネット工法

#### 落石に対応する ハイジュールネット(HJN)

2008年8月NETIS登録  
2009年1月建設技術審査証明



#### 崩壊土砂に対応する ハイジュールネット(HJD)

2012年6月NETIS追加登録  
2013年12月建設技術審査証明



## ●ハイジュールネットの開発経緯

従来に比べて大きな落石事故がしばしば発生しており、それに対応する防護柵が求められている。



**2007年3月～2009年1月**  
**ハイジュールネット**  
**(高エネルギー吸収型落石防止柵)の開発**



昨今の地球温暖化の影響で各地で集中豪雨が発生し、土砂災害が多発していることから崩壊土砂捕捉用防護柵が必要



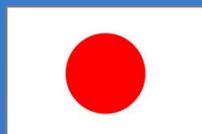
**2012年4月～2013年12月**  
**崩壊土砂対応型ハイジュールネット**  
**(高エネルギー吸収型土砂防止柵)の開発**



## ●ハイジュールネットの導入



スイス国のスイス連邦研究所自然災害部  
(WSL)で、認証された  
PFEIFER/ISOFER社の技術



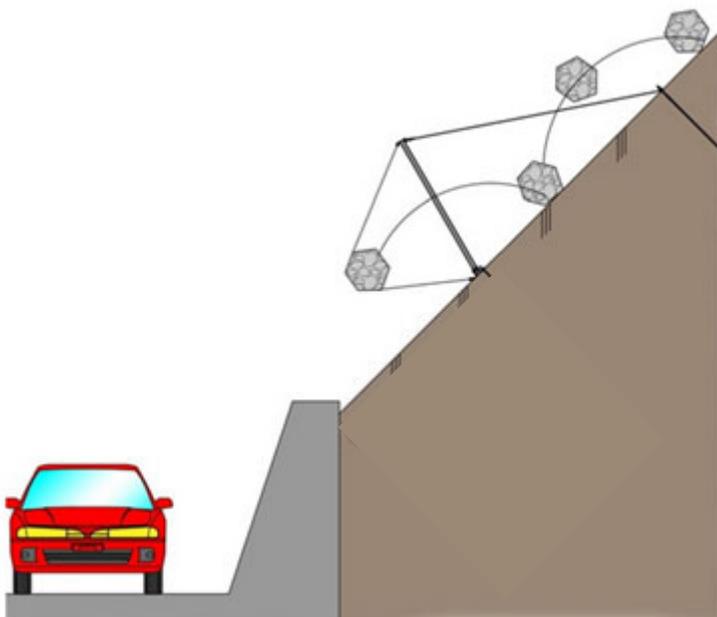
日本国内の地形に合った仕様で開発（2007年）

- ・ 斜面待ち受けタイプの高エネルギー吸収柵の工法が日本市場に少ない
- ・ ロックシェッドや落石防護壁に比べコストダウンが可能



## ●ハイジュールネットについて

落石発生源から落下終端に至る斜面途中に設置する**落石防護工**に分類され、一般の落石防止柵では対応出来ない落石エネルギーを対象とした、高エネルギー吸収型落石防止柵です。



落石エネルギー対応範囲

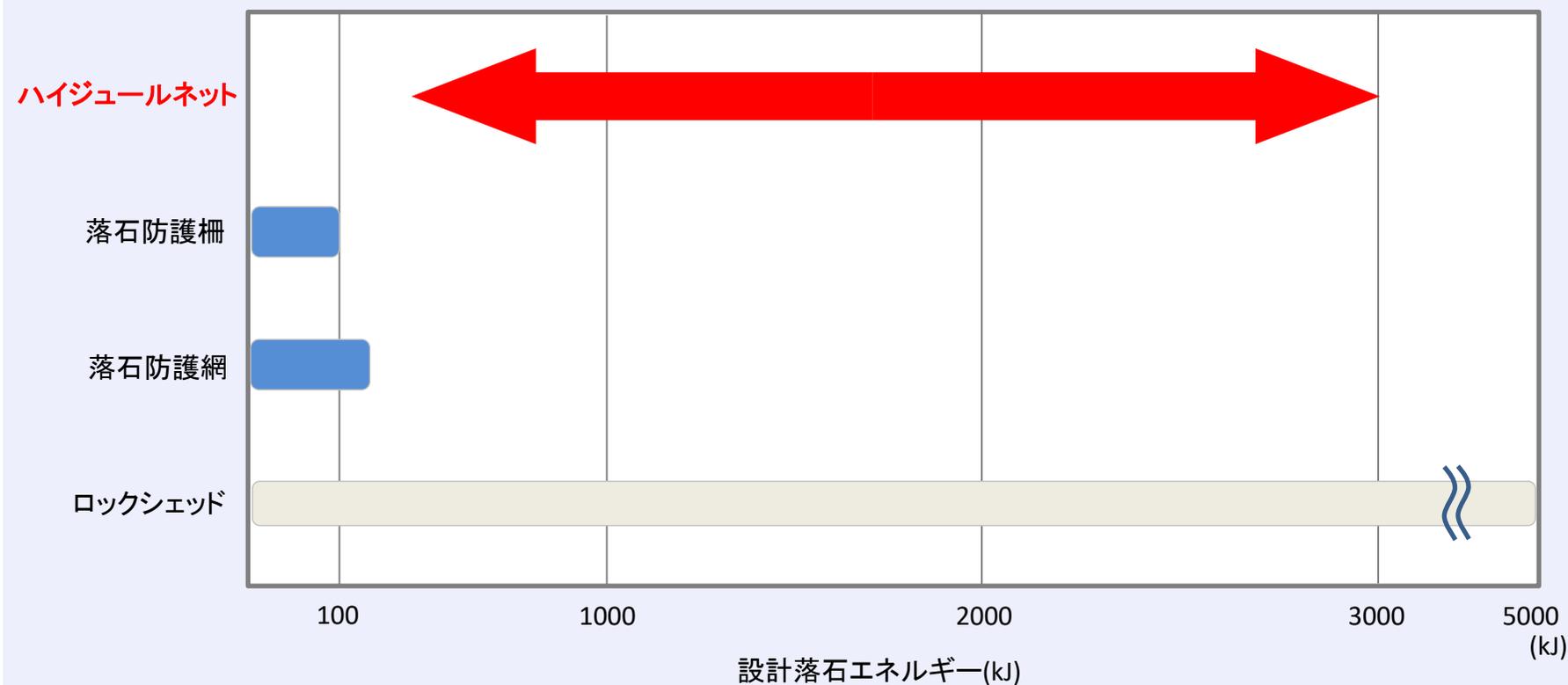
**250kJ～3000kJ**

制動距離

**5.0m～12m**

## ●ハイジュールネットの適応範囲

最小250kJから、最大3000kJまでの高エネルギーを吸収



※3000KJとは、9.6tの重鎮を32.0m上方から自然落下させた時に発生するエネルギーです。

# ●落石の運動エネルギー [落石対策便覧より]

$$E_i = (1 + \beta) \left( 1 - \frac{\mu}{\tan \theta} \right) m \cdot g \cdot H$$

$E_i$  : 落石の運動エネルギー [kJ]

$\beta$  : 回転エネルギー係数=0.1

$\mu$  : 等価摩擦係数=0.05~0.35

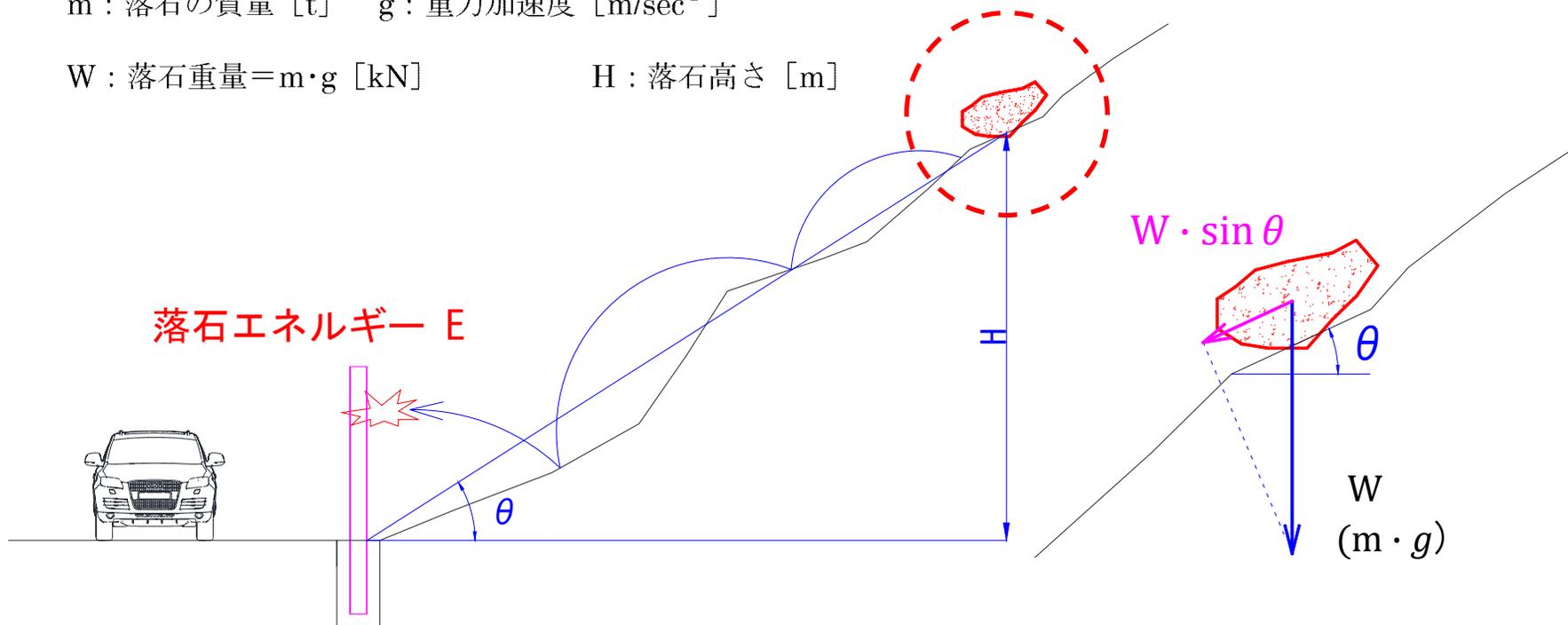
$\theta$  : 斜面勾配

$m$  : 落石の質量 [t]      $g$  : 重力加速度 [m/sec<sup>2</sup>]

$W$  : 落石重量 =  $m \cdot g$  [kN]

$H$  : 落石高さ [m]

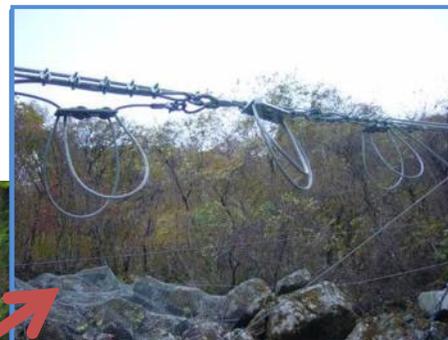
残存係数  
 斜面の土質、岩質、凹凸  
 勾配、落石の形状によって異なる



## ●ハイジュールネットの構成部材



支柱



上部ケーブル



ブレーキエレメント



ケーブルネット



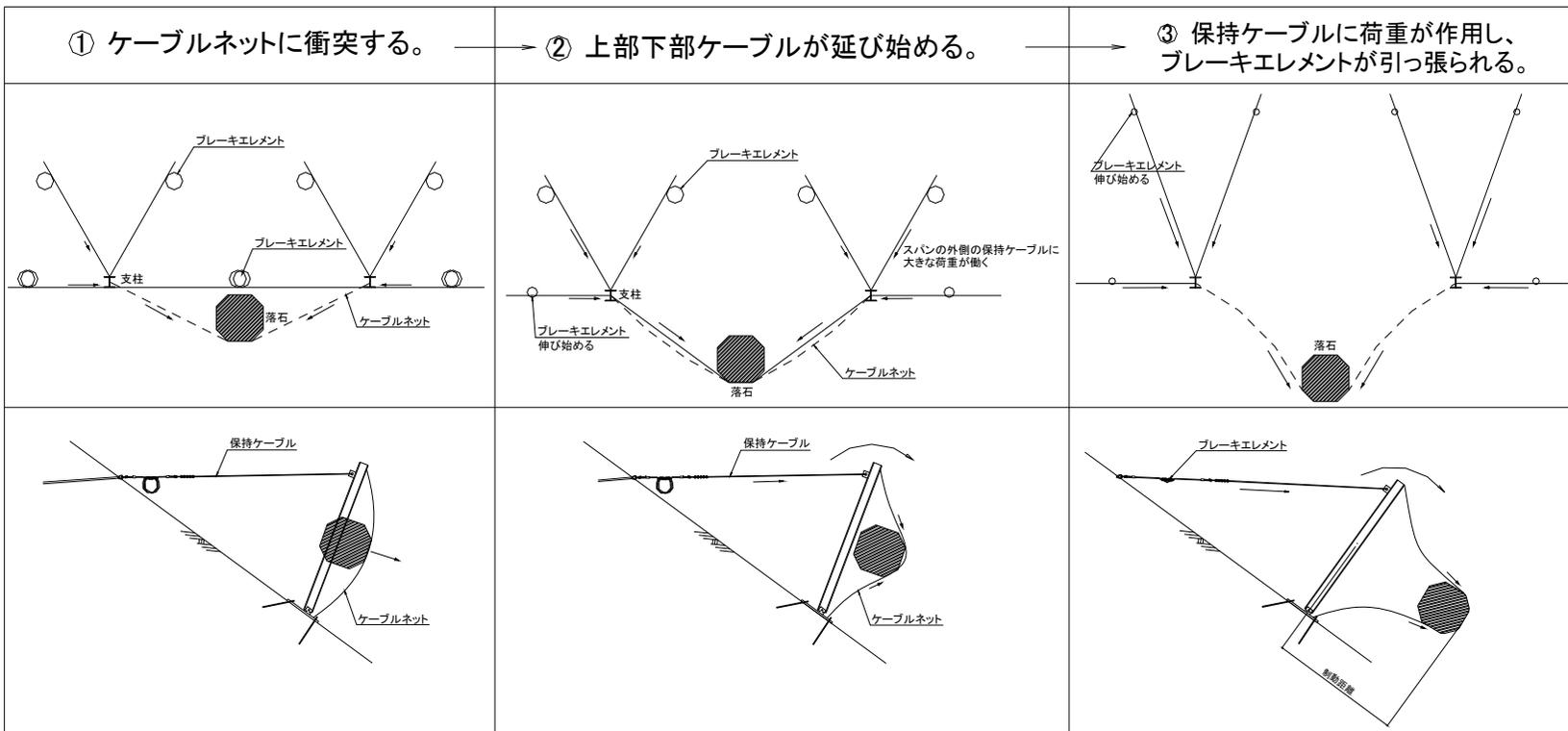
アンカー材



# ●エネルギー吸収のメカニズム



落石捕捉時には**ブレーキエレメント**が伸びることでエネルギーを吸収する。



## ●ハイジュールネットの種類

| 型 式             | 吸収エネルギー (kJ) | 有効柵高 (H)    | ケーブルネットの寸法              |
|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|
| <b>HJN-250</b>  | <b>250</b>   | <b>3~4m</b> | <b>300x300x (9/10)</b>  |
| <b>HJN-500</b>  | <b>500</b>   | <b>3~5m</b> | <b>200x200x (9/10)</b>  |
| <b>HJN-1000</b> | <b>1000</b>  | <b>3~6m</b> |                         |
| <b>HJN-1500</b> | <b>1500</b>  | <b>3~6m</b> | <b>150x150x (9/10)</b>  |
| <b>HJN-2000</b> | <b>2000</b>  | <b>4~7m</b> | <b>140x140x (10/12)</b> |
| <b>HJN-3000</b> | <b>3000</b>  | <b>4~7m</b> |                         |

対象エネルギー毎に6種類の型式を設定しているので経済的

## ●ハイジュールネットの特徴

### 自然に優しい工法

樹木の伐採も最小限にとどめ、現状  
を変えることなく設置する事が出来、  
周辺環境と同化します。

設置場所の地形も地質も制限をうけ  
ることなく設置が可能です。



## ●ハイジュールネットの特徴

### 優れた施工性

部材が軽量なため、急傾斜地での施工性に優れています。

### 修復性能の高さ

一度落石を受けても、現地にて簡易な補修で機能を回復します。



3.2tの重錘を32mの高さから落下



重錘を捕捉



切断したネットを補修



補修したネットで再度捕捉

● **施工事例（奄美大島 戸円工区） HJN-3000**



● 施工事例（大分県 木浦鉾山） HJN-1000



## ●ハイジュールネット(崩壊土砂対応型)のご紹介

### 崩壊土砂対策

発生した**崩壊土砂**を  
捕捉かつ停止させる工法



### 崩壊土砂用ハイジュールネット



## ●ハイジュールネット（崩壊土砂対応型）の開発

多発する土砂災害に対応するため、ハイジュールネット（型式H J N）の高エネルギー吸収システムを応用して、崩壊土砂対応型ハイジュールネット（型式H J D）を開発しました。



## ●建設技術審査証明取得

審査では、ハイジュールネットの開発会社であるイソフェール社が、本システムを応用して開発した崩壊土砂用防止柵の実証実験結果で、衝撃力 $200\text{ kN/m}^2$ の土砂捕捉性能が確認されたことも考慮し、以下の評価が得られた。

- (1) 衝撃力 $200\text{ kN/m}^2$ までの、崩壊土砂に対する捕捉性能が認められる。
- (2) 支柱間隔 $5\sim 8\text{ m}$ 、有効柵高 $3\sim 6\text{ m}$ で、所定の衝撃力を有する崩壊土砂を捕捉することが認められる。
- (3) 型式は、衝撃力が $100$ 、 $150$ 、 $200\text{ kN/m}^2$ の3タイプ。
- (4) 小規模な土石流に対しても対応できる。

●ハイジュールネット(崩壊土砂対応型)の種類

製品型式

| 型式                             | HJD-100         | HJD-150              | HJD-200          |
|--------------------------------|-----------------|----------------------|------------------|
| 土砂の衝撃力<br>(KN/m <sup>2</sup> ) | 100             | 150                  | 200              |
| 有効柵高(m)                        | 3~6             | 3~6                  | 3~6              |
| 支柱                             | H150x150        | H150x150<br>H175x175 | H175x175         |
| 支柱間隔(m)                        | 5~8             | 5~8                  | 5~6              |
| ケーブルネット形状                      | 200x200x (9/10) | 150x150x (9/10)      | 140x140x (10/12) |

主な検討項目は想定される崩壊土砂に対する、衝撃力・土砂量と柵高・堆積土圧と支柱間隔、ワイヤー張力とアンカー長などです。



# ●土砂の衝撃力と崩壊土量について

## 土砂の衝撃力 と崩壊土量

$$F = \alpha F_{sm} \quad (\text{国土交通省告示式 332 号より})$$

F : 待受け擁壁に作用する設計衝撃力 (kN/m<sup>2</sup>)

α : 待受け擁壁における衝撃力緩和係数

F<sub>sm</sub> : 国交省告示に示される次式による移動の力 (kN/m<sup>2</sup>)

$$F_{sm} = \rho_m g h_{sm} \left[ \left\{ \frac{b_u}{a} (1 - \exp(-2aH / (h_{sm} \sin \theta_u))) \cos^2(\theta_u - \theta_a) \right\} \exp(-2aX / h_{sm}) + \frac{b_a}{a} (1 - \exp(-2aX / h_{sm})) \right]$$

ここで、

F<sub>sm</sub> : 土石等の移動により建築物の地上部分に作用すると想定される力の大きさ (kN/m<sup>2</sup>)

ρ<sub>m</sub> : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の密度 (t/m<sup>3</sup>)

g : 重力加速度 (m/s<sup>2</sup>)

h<sub>sm</sub> : 土石等の移動時の当該土石等の移動の高さ (m)

b<sub>u</sub> : 次の式によって計算した係数

$$b_u = \cos \theta_u \{ \tan \theta_u - (((\sigma - 1)c) / ((\sigma - 1)c + 1)) \tan \phi \}$$

θ<sub>u</sub> : 急傾斜地の傾斜度 (°)

σ : 土石等の移動時の当該土石等の比重

c : 土石等の移動時の当該土石等の容積濃度

φ : 移動土石等の内部摩擦角 (°)

a : 次の式によって計算した係数

$$a = 2 / ((\sigma - 1)c + 1) f_b$$

f<sub>b</sub> : 土石等の移動時の当該土石等の流体抵抗係数

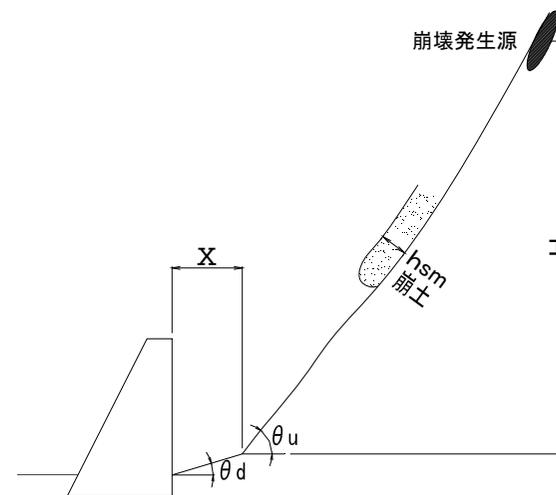
H : 急傾斜地の高さ (m)

θ<sub>a</sub> : 急傾斜地の下端に隣接する土地の傾斜度 (°)

X : 急傾斜地の下端から当該建築物までの水平距離 (m)

b<sub>a</sub> : 次の式によって計算した係数

$$b_a = \cos \theta_a \{ \tan \theta_a - (((\sigma - 1)c) / ((\sigma - 1)c + 1)) \tan \phi \}$$

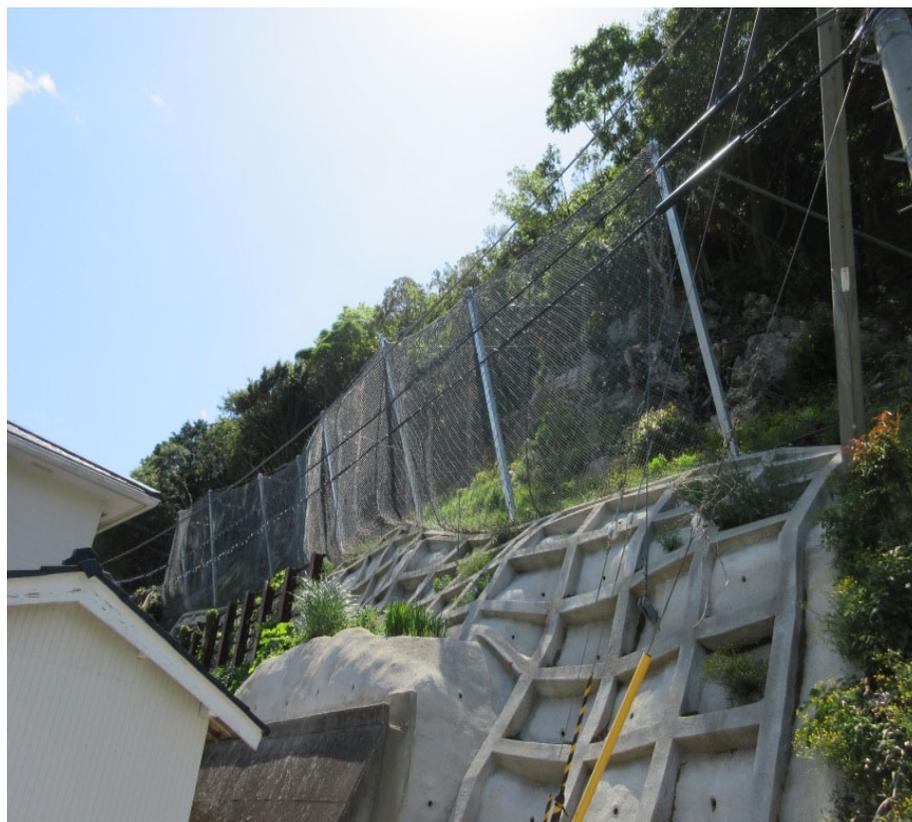


斜面高さごとの崩壊土量 (90%値) と崩壊幅

| 斜面高 (m)     | 崩壊土量 V (m <sup>3</sup> ) | 崩壊幅 W (m) | 単位崩壊土量 A=V/W (m <sup>3</sup> /m) |
|-------------|--------------------------|-----------|----------------------------------|
| 5 ≤ H < 10  | 40                       | 14        | 2.9                              |
| 10 ≤ H < 15 | 80                       | 17        | 4.7                              |
| 15 ≤ H < 20 | 100                      | 19        | 5.3                              |
| 20 ≤ H < 25 | 150                      | 21        | 7.1                              |
| 25 ≤ H < 30 | 210                      | 24        | 8.8                              |
| 30 ≤ H < 40 | 240                      | 25        | 9.6                              |
| 40 ≤ H < 50 | 370                      | 29        | 12.8                             |
| 50 ≤ H      | 500                      | 32        | 15.6                             |

全国地すべりがけ崩れ対策協議会「崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待ち受け擁壁の設計計算事例」平成6年より

● 施工事例（和歌山県 西牟婁郡 すさみ町） HJD-100-5.5



● 施工事例（神奈川県 葉山町 長柄地内） HJD-150-4.0





総合建材メーカーとして  
安心・安全・快適な  
国づくりに取り組む



**NIPPON STEEL**

**日鉄神鋼建材株式会社**

NIPPON STEEL KOBELCO METAL PRODUCTS CO.,LTD.