

高エネルギー吸収型鉛直式落石防護柵

# スロープガードフェンス®タイプLR

## SLOPE GUARD FENCE TYPE LR

最大1200kJまでの落石エネルギーに対応する鉛直式落石防護柵  
崩壊土砂や雪崩対策との兼用が可能なハイブリッド構造



## 特長

Feature

スロープガードフェンス® タイプLRは、落石や土砂崩れの危険性がある斜面に近接する道路際や民家裏などに設置するハイブリッド構造の高エネルギー吸収型鉛直式落石防護柵です。

- 1 対応落石エネルギー500kJと1200kJの2タイプをラインアップ
- 2 杭基礎構造のため、軟弱な地盤や狭隘地への施工が可能
- 3 崩壊土砂や雪崩対策との兼用が可能なハイブリッド構造
- 4 落石捕捉後の維持管理が容易



特長

構造

施工手順

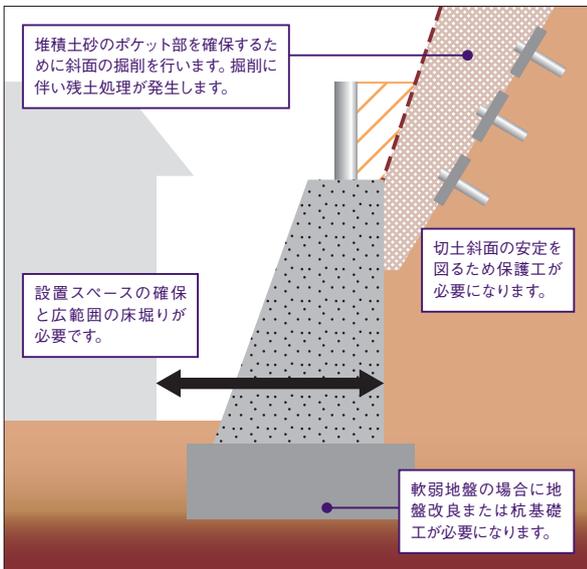
実験

## 軟弱な地盤や設置スペースの少ない狭隘地でも 経済的に施工ができる杭基礎構造の防護柵

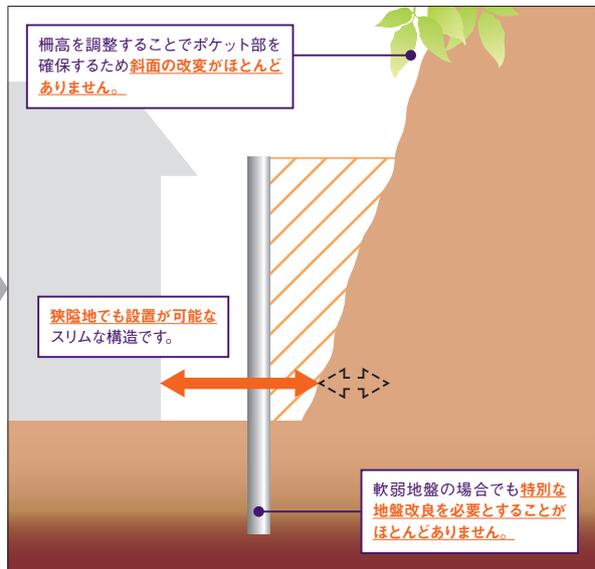
コンクリート製の重力式擁壁のような従来工法では、現場の地盤条件が悪い場合、擁壁を設置するために地盤の改良が必要となることがあります。また、設置スペースが少ない狭隘地では、土砂や雪崩を堆積させるポケット部を確保するために、斜面を掘削して改変しなければならないこともあります。

基礎部と一体化した支柱部材を有するスロープガードフェンス®タイプLRは、軟弱な地盤においても、条件によっては地盤の改良をせずに設置することができます。設置スペースが少ない現場では、柵高を調整することで土砂や雪崩を堆積するポケット部を設けることができるため、斜面の改変やそれに伴って発生する残土の処理などのコストを最小限に抑えることができます。

### 従来工法 (重力式擁壁)



### スロープガードフェンス®タイプLR



### 道路脇や施設裏の狭い現場への設置事例

重力式擁壁の設置スペースが無く、かつ地盤条件が悪いため斜面を掘削することが難しい現場に適しています。

(写真は、スロープガードフェンス®タイプLE)



特長

構造

施工手順

実験

## 特長

Feature

### 崩壊土砂や雪崩対策との兼用が可能なハイブリッド構造

スロープガードフェンス® タイプLRの阻止面は、水平方向に設置したワイヤロープとワイヤネットの異なる部材を連結して組み合わせたハイブリッド構造です。阻止面に荷重が作用すると、ワイヤネットの変形にワイヤロープが追随して変形することで、構造物全体で効率良くエネルギーを吸収し、変形量を最小限に抑えます。このハイブリッド構造は、落石だけでなく崩壊土砂や積雪荷重にも対応することが可能です。





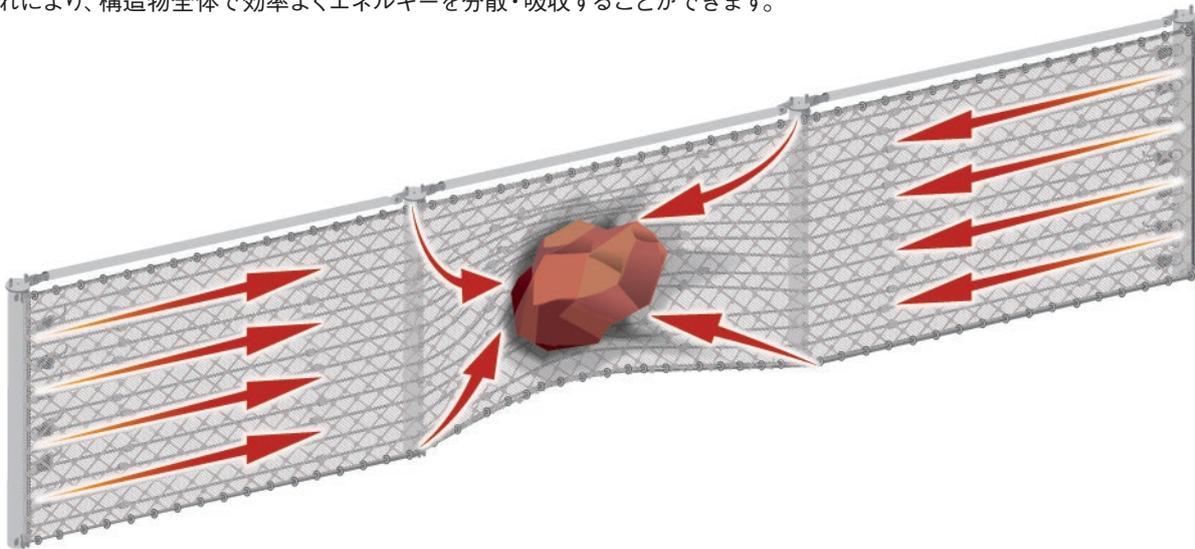
土砂捕捉イメージ



積雪捕捉イメージ

## エネルギー吸収の仕組み

阻止面に落石が衝突したとき、ワイヤネットは変形しながら、ワイヤネットと連結した全てのワイヤロープに荷重を伝達します。これにより、構造物全体で効率よくエネルギーを分散・吸収することができます。



### TOPICS

#### 落石捕捉後の維持管理が容易

スロープガードフェンス®タイプLRは、落石や崩壊土砂を捕捉したとき、損傷状況に応じて部材の交換やワイヤロープの引き直しが必要となります。支柱においては、落石の実規模性能照査実験において、繰り返しの使用が可能であることを確認しています。被災後の部材交換が必要最小限で済むため、維持管理が容易でコストを抑えることができます。

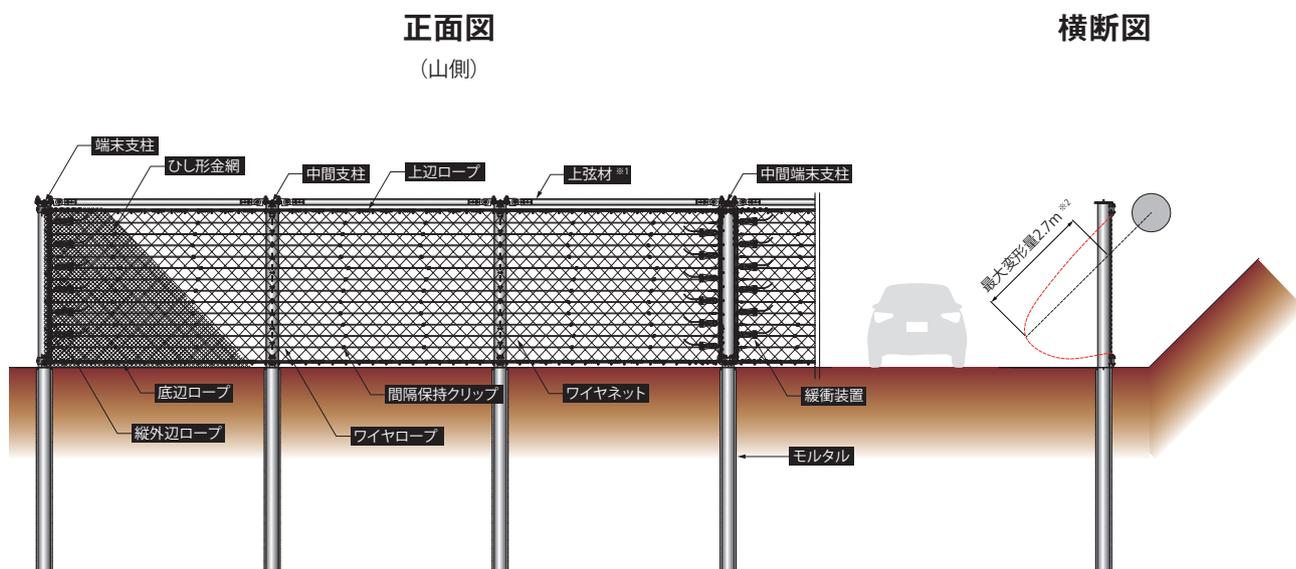
#### 落石を捕捉したときの交換部材

タイプ	阻止面				支柱
	ワイヤロープ	ワイヤネット	緩衝装置	間隔保持材	
SGF-LR500	—	○	○	—	—
SGF-LR1200	—	○	○	○	—

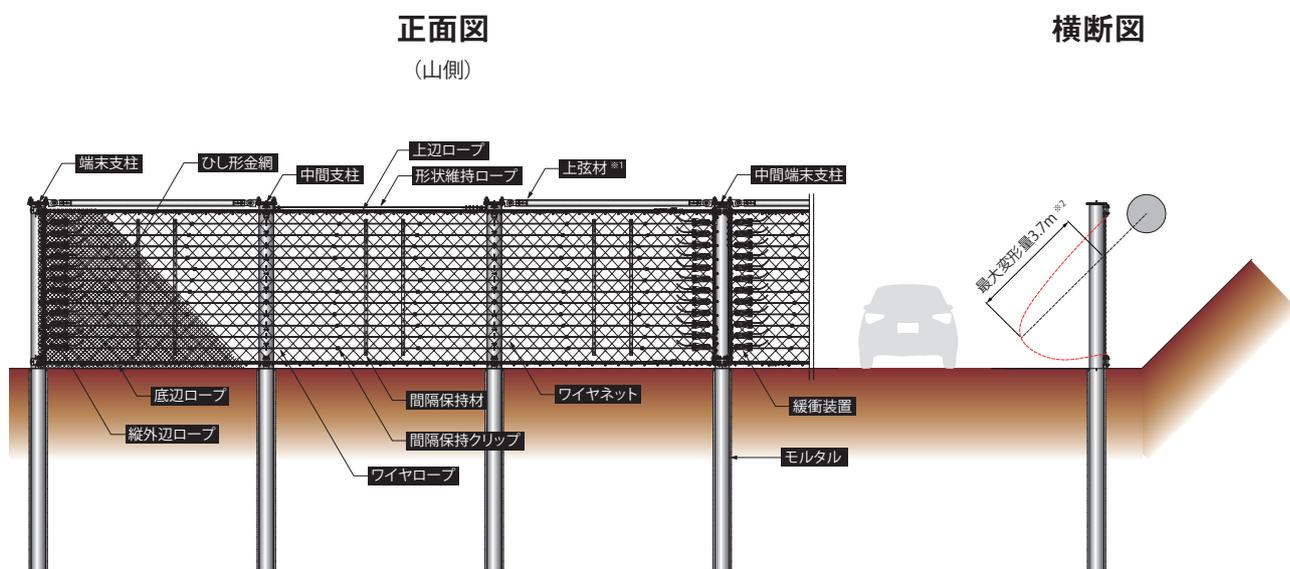
## 構造

Construction

### 一般構造図例 SGF-LR500



### 一般構造図例 SGF-LR1200



※1. 上弦材は、支柱の縦断方向への変形を抑制する部材です。施工現場における支柱耐力に十分な余裕がある場合は、上弦材の代わりに形状維持ロープを設置することができます。

※2. 道路際への設置に関しては、ネットの最大変形量を考慮した設計が推奨されます。

スロープガードフェンス®タイプLRは、支柱、ワイヤネット、ワイヤロープ、緩衝装置、金網で構成されています。水平方向に設置したワイヤロープとワイヤネットを組み合わせたハイブリッド構造で、落石が阻止面に衝突したときの衝撃エネルギーを構造物全体で効率よく分散、吸収します。また、ワイヤネットは上辺ロープにも連結されているため、柵高の低下を抑制します。実物供試体による衝撃載荷実験での残存柵高は、初期柵高の85%以上を保持しました。

特長

構造

施工手順

実験

## 現場の条件に合わせて最適な基礎構造タイプを選定

スロープガードフェンス®タイプLRの基礎構造は、支柱部材が基礎部と一体化した構造（杭基礎タイプ）の他に「ソケット基礎タイプ」があり、工事の安全性や経済性などが最も効果的に実現される基礎構造を選ぶことができます。

### ソケット基礎タイプ

支柱基礎部の根入れが長くなる現場で経済的なメリットを発揮する、コスト削減型の基礎構造です。

#### このような現場で活用が期待されます

- ☑ 支柱の根入れが長くなる地盤条件の悪い現場
- ☑ 斜面の近くで土砂や雪を堆積させるポケット部を確保するために柵高を高くする必要がある現場
- ☑ 土砂衝撃力や斜面雪圧が大きくなる条件の現場
- ☑ クレーン車での荷揚げが難しい現場

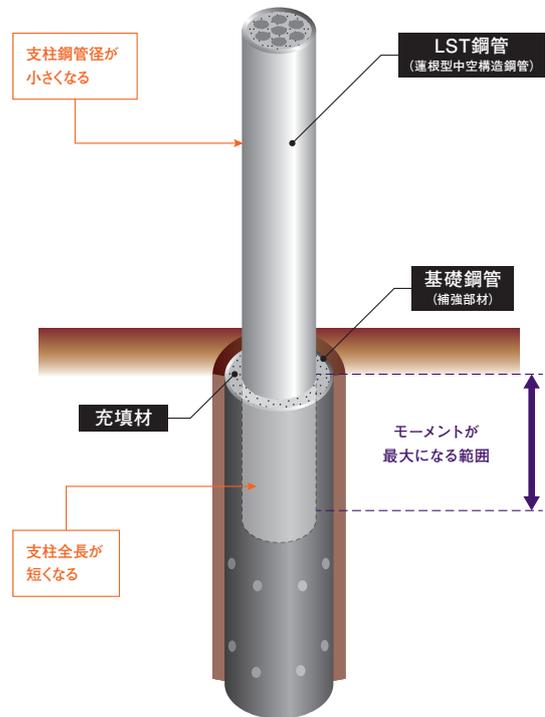
#### メリット

- 曲げモーメントが最大となる範囲のみの耐力を向上させることができます
- 支柱の鋼管径を小さくすることができます
- 支柱長が短くなり、部材の搬入性と現場での作業性が向上します
- 補強部材である基礎鋼管が孔壁を保護するケーシングを兼ねます

#### 杭基礎タイプと比較したコスト削減効果(当社比)

条件：移動土砂の力130kN/m<sup>2</sup>、土圧の作用高さ5m、根入れ長6m、延長100m  
ソケット基礎を用いた場合、以下のメリットが見込まれます。

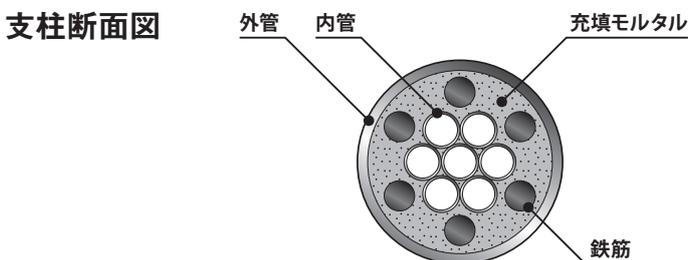
概算工事費 10~20% 削減	地中部のLST鋼管長 3m 短縮	支柱重量 30% 軽減
--------------------	---------------------	----------------



施工時のようす

## 高耐力の支柱部材

支柱部材は、外部鋼管内に複数の小口径鋼管や鉄筋を配置し、隙間にモルタルを充填した「連根型中空構造鋼管 (LST)」を採用。従来のコンクリート充填鋼管を大きく超える高耐力と軽量化を実現しました。



静的荷重載荷実験状況  
支柱部材の耐力は、実物の支柱供試体を用いた載荷実験によって確認されています。

## 施工手順

Process

### 1 削孔工



支柱建込み位置に、大口径ボーリングマシンを用いて削孔します。  
クレーンを据えられない狭隘な現場では、やぐらを組み立てて施工します。

### 2 支柱建込み工



削孔した穴に支柱を建て込みます。

### 3 支柱調整工



支柱の角度、高さ、間隔、ブラケットの向きを調整します。

### 4 上弦材設置工



必要に応じて支柱頭部に上弦材または形状維持ロープを設置します。

### 5 モルタル充填工



支柱の外周部分にモルタルを注入し、充填します。

特長

構造

施工手順

実験

## 6 各種ロープ設置工



所定の位置にワイヤロープ、上辺ロープ、底辺ロープ、縦外辺ロープを取り付けます。必要に応じて間隔保持材を設置します。

## 7 ワイヤネット設置工



上辺ロープ、底辺ロープ、縦外辺ロープにシャックルでワイヤネットを取り付けます。ワイヤネットとワイヤロープの所定の交点位置に間隔保持クリップを取り付けます。

## 8 金網設置工



ワイヤネットに金網を設置します。

## 9 完成



特長

構造

施工手順

実験

※ 施工手順の写真はスロープガードフェンス®タイプLEまたはタイプLSのものであり、実際のものとは異なります。

## 実験

Test

スロープガードフェンス®タイプLRは、実物供試体による衝撃载荷実験を行い、道路土工構造物技術基準で規定されている要求性能2を満たしていることが確認されています。【金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系 構造工学研究室 柘谷浩教授監修】  
実験は、落石対策便覧（2017年12月改訂版 / 公益社団法人日本道路協会）の実験による性能検証の条件に適合しています。



重錘捕捉状況 SGF-LR500

重錘捕捉状況 SGF-LR1200

### ■実験方法：実物供試体に対する重錘自由落下実験

供試体の諸元と载荷条件、結果

	SGF-LR500	SGF-LR1200
柵高	3.5m	3.5m
延長	15.0m(3スパン, 支柱4本)	15.0m(3スパン, 支柱4本)
重錘形状(※)	多面体	多面体
重錘材質(※)	鋼製殻+コンクリート	鋼製殻+コンクリート
重錘密度(※)	2.6t/m <sup>3</sup>	2.5t/m <sup>3</sup>
重錘重量	1,513kg	3,479kg
落下高さ	35.0m	35.2m
衝突速度(※)	26.2m/s	26.3m/s
载荷エネルギー	519kJ	1200kJ
阻止面変形量	2.7m	3.7m

(※) 落石対策便覧(2017年12月改訂版)実験条件



実物供試体に対する重錘自由落下実験  
動画はこちらからご覧いただけます



特長

構造

施工手順

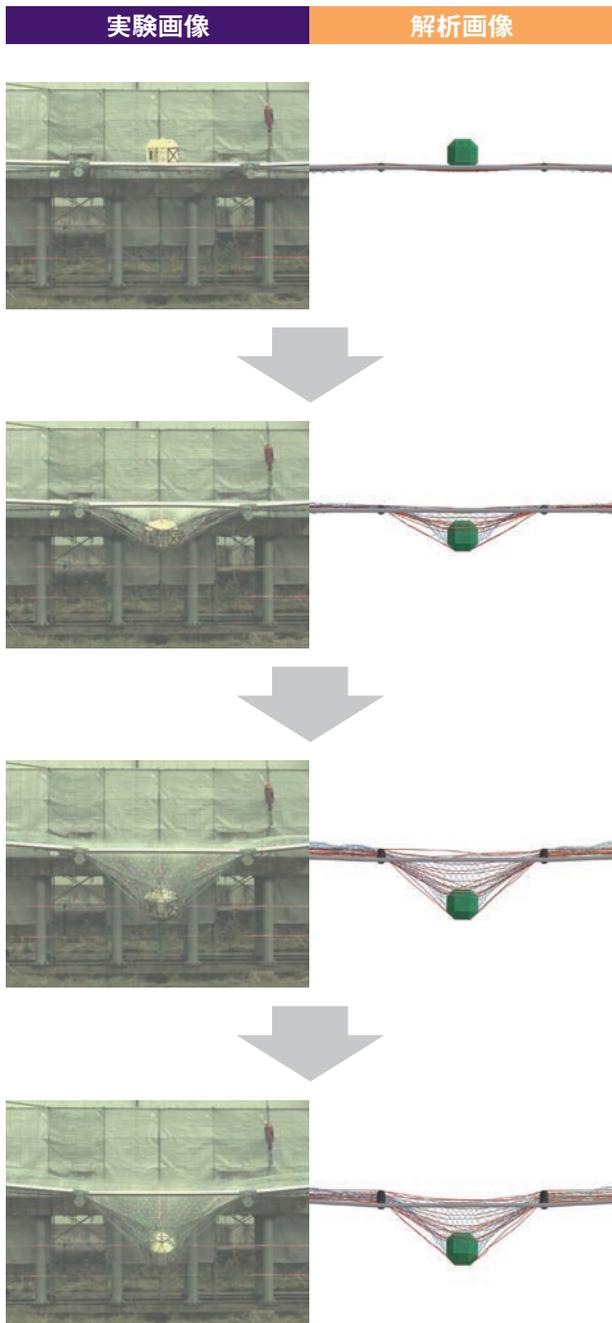
実験

数値解析による重錘自由落下実験のキャリブレーション

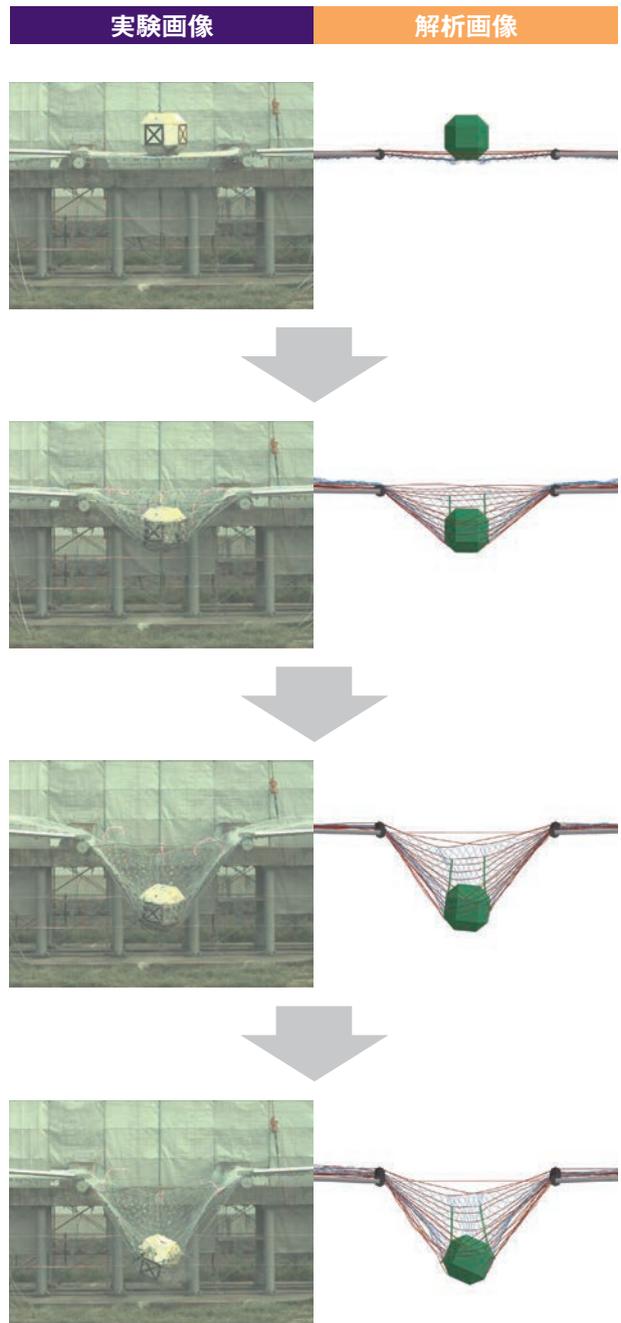
スロープガードフェンス®タイプLRは、大変形有限要素解析ソフトLS-Dynaを用いて、重錘自由落下実験のキャリブレーションを行っています。

LS-Dynaを用いた数値解析手法は、実験で阻止面に重錘が衝突したときの变形挙動や各部の応答値を概ね再現できており、実験と異なる作用条件における有用な性能検証手法であることを確認しました。

SGF-LR500



SGF-LR1200



特長

構造

施工手順

実験



#### 本社

〒957-0106 新潟県北蒲原郡聖籠町大字蓮瀧5322-26  
TEL 025-278-1551 / FAX 025-278-1559

#### 東京支社・東京支店

〒105-0014 東京都港区芝1-5-9 住友不動産芝ビル2号館6F  
TEL 03-6435-2680 / FAX 03-6435-2682

#### 九州支店

〒811-2305 福岡県糟屋郡粕屋町袖須86-1  
TEL 092-624-0032 / FAX 092-624-0148

#### 東北営業所

〒980-0802 宮城県仙台市青葉区二日町16-15 プライムゲート晩翠通3F  
TEL 022-748-4823 / FAX 022-748-4824

#### 北陸営業所

〒921-8155 石川県金沢市高尾台1-442 ベネフィットステージ3F  
TEL 076-227-9305 / FAX 076-227-9306

#### 新潟事務所

〒950-0973 新潟県新潟市中央区上近江4-2-20 日生第2ビル2F  
TEL 025-280-9981 / FAX 025-280-9982

#### 韓国・ソウル事務所

〒410-838 T2-705 Jungbalsanro24 Ilsandong-gu Goyang Kyoung-gi Korea  
TEL +82-31-902-1303 / FAX +82-31-902-1305

#### 九州工場

〒822-0003 福岡県直方市大字上頓野4611-6  
TEL 0949-28-9202 / FAX 0949-28-9419

#### 東日本支店

〒957-0106 新潟県北蒲原郡聖籠町大字蓮瀧5322-26  
TEL 025-278-1560 / FAX 025-278-1566

#### 関西支店

〒660-0072 兵庫県尼崎市大庄川田町13  
TEL 06-6430-2333 / FAX 06-6430-2334

#### 北海道営業所

〒060-0061 北海道札幌市中央区南1条西11-327-26 ワンズ南1条ビル6F  
TEL 011-211-6761 / FAX 011-211-6762

#### 福島営業所

〒960-8136 福島県福島市八島町4-24 シャトー八島102号  
TEL 024-573-2651 / FAX 024-573-2658

#### 長野事業所・長野営業所

〒381-0034 長野県長野市高田上高田1388 NAGANO A-1ビル2F  
TEL 026-269-0561 / FAX 026-269-0562

#### 島根事務所

〒697-0006 島根県浜田市下府町154-3  
TEL 0855-25-5966 / FAX 0855-25-7210

#### 新潟東港工場

〒957-0106 新潟県北蒲原郡聖籠町大字蓮瀧5322-26  
TEL 025-278-1558 / FAX 025-278-1559

当工法の取扱いはスロープガード工法研究会が行っております。