

斜面防災総合カタログ

PREVENT &
PROTECT

前田工織

斜面防災対策工

【待受擁壁工】

QKウォール … p.16

【待受防護柵工】

ループフェンスEタイプ … p.50

スロープガードフェンスタイプLE … p.52

【覆式落石防護網工】

【ネット張工】

ECO落石ネット … p.22

マクロネット … p.30

【プレキャスト枠工】

ハイブロック・ハイブロックⅢ … p.28

【雪崩防護擁壁工】

ジオスノーウォール … p.14

【雪崩予防柵工】

ARCフェンスSタイプ … p.54

【雪崩防護柵工】

スロープガードフェンスタイプLS … p.56

【覆式落石防護網工】

GMネット … p.24

マクロネット … p.30

【ポケット式落石防護網工】

スロープガードネットRタイプ … p.32

【落石防護土堤工】

ジオロックウォール … p.10

【落石防護柵工】

ネイチャーネット工法 … p.18

ARCフェンス … p.34

SPARCフェンス … p.36

イーフェンス(E-FENCE) … p.44

ループフェンス … p.40

MJネット … p.42

マクロフェンス … p.38

【既設落石防護柵補強工】

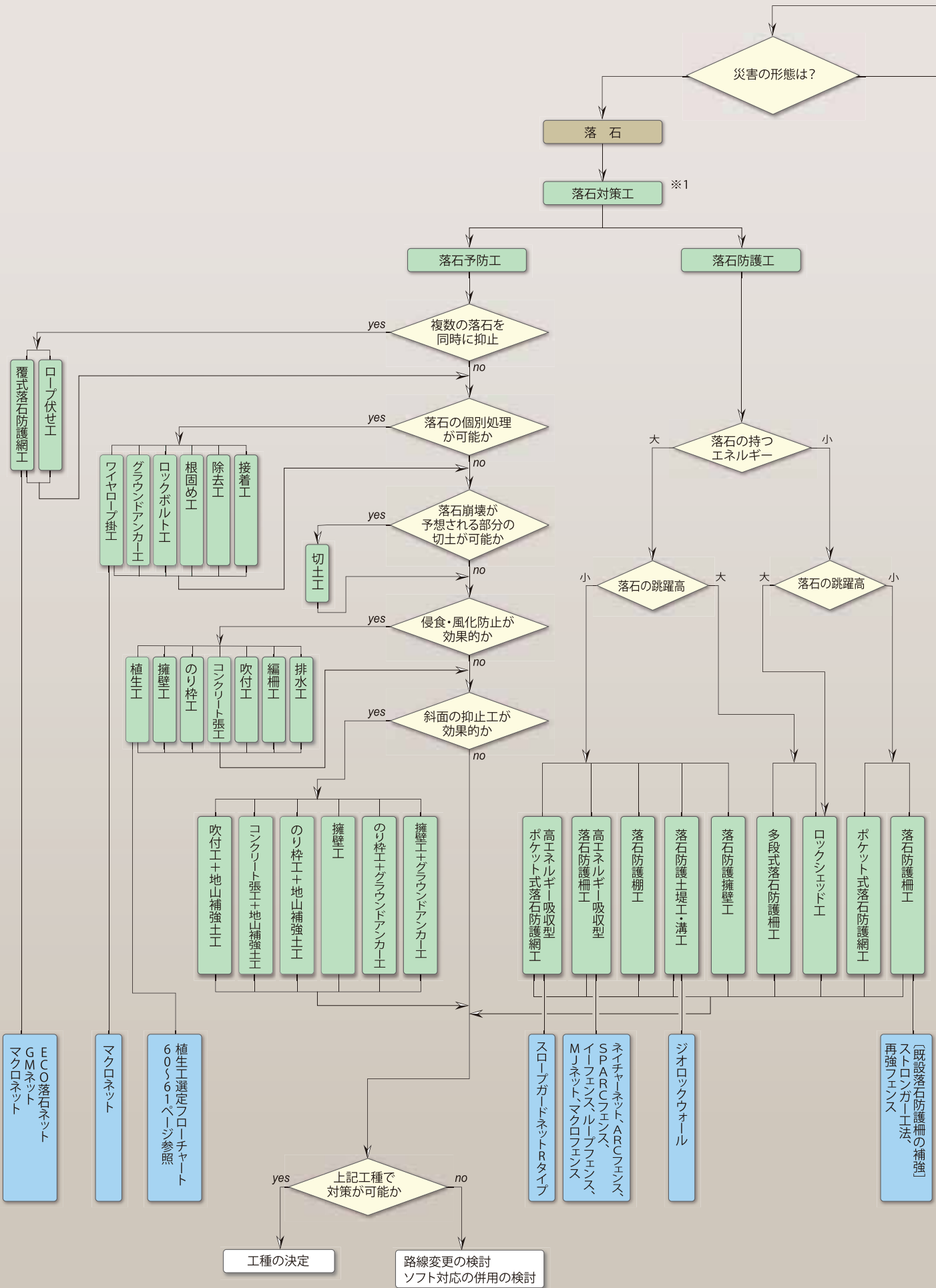
ストロンガー工法 … p.46

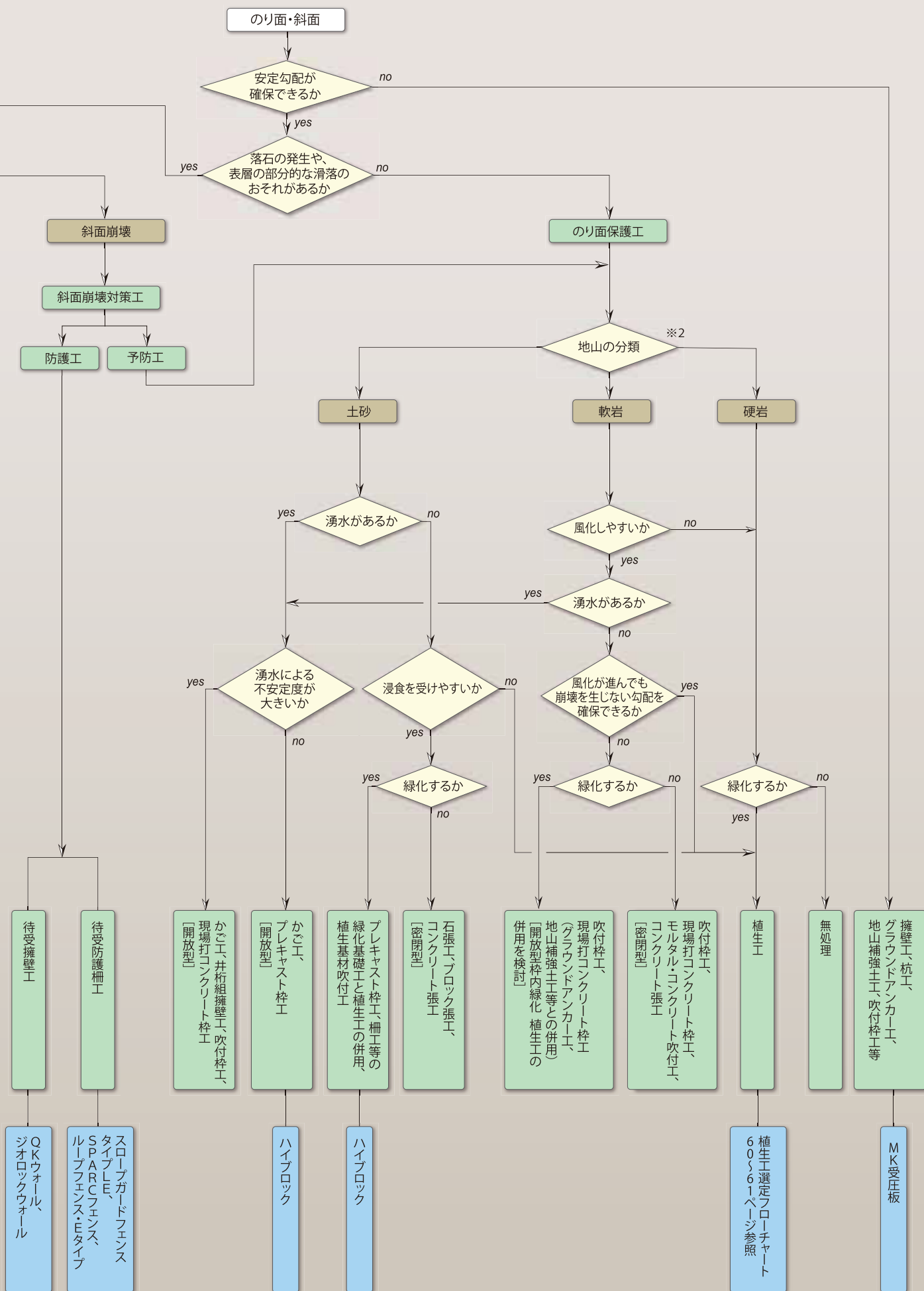
再強フェンス … p.48

【地山補強土工】

MK受圧板 … p.26

斜面防災対策工法選定チャート





※1 落石予防工と落石防護工は、並列的に比較することとし、必ず両工法を検討する。

※2 地山の分類は、「道路土工要綱共通編 1-4 地盤調査 9) 岩及び土砂の分類」に従うものとする。

公益社団法人日本道路協会：

落石対策便覧、2017.12、p.102

道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、2009.6、p.198～199

より作成

斜面防災対策商品一覧

落石防護土堤工
ジオロックウォール



p.10

雪崩防護擁壁工
ジオスノーウォール



p.14

待受擁壁工
QKウォール



p.16

落石防護柵工
ネイチャーネット工法



p.18

覆式落石防護網工
マクロネット工法



p.30

ポケット式落石防護網工
スロープガードネット R タイプ



p.32

落石防護柵工
ARC フェンス



p.34

落石防護柵工・待受防護柵工・雪崩防護柵工
SPARC フェンス



p.36

落石防護柵工
E-FENCE



p.44

既設落石防護柵補強工
ストロンガー工法



p.46

既設落石防護柵補強工
再強フェンス



p.48

待受防護柵工
ループフェンス E タイプ



p.50

侵食防止工
ガードレインシリーズ



p.62

植生工
ストローキャッチャーシリーズ



p.64

植生工
ストローシリーズ



p.65

植生工
ダイヤスチールマット



p.66

覆式落石防護網工・繊維ネット張工
ECO 落石ネット



p.22

覆式落石防護網工・ネット張工
GM ネット



p.24

地山補強土工
MK 受圧板



p.26

プレキャスト枠工
ハイブロック



p.28

落石防護柵工
マクロフェンス



p.38

落石防護柵工
ループフェンス



p.40

落石防護柵工
MJ ネット



p.42

待受防護柵工
スロープガードフェンスタイプ LE



p.52

雪崩予防柵工
ARC フェンス S タイプ



p.54

雪崩防護柵工
スロープガードフェンスタイプ LS



p.56

植生工
マルチベース



p.67

植生工
ポリマット



p.67

ジオロックウォール	p.10
ジオスノーウォール	p.14
QK ウォール	p.16
ネイチャーネット工法	p.18
ECO 落石ネット	p.22
GM ネット	p.24
MK 受圧板	p.26
ハイブロック	p.28
マクロネット工法	p.30
スロープガードネット R タイプ	p.32
ARC フェンス	p.34
SPARC フェンス	p.36
マクロフェンス	p.38
ループフェンス	p.40
MJ ネット	p.42
E-FENCE	p.44
ストロンガー工法	p.46
再強フェンス	p.48
ループフェンス E タイプ	p.50
スロープガードフェンスタイプ LE	p.52
ARC フェンス S タイプ	p.54
スロープガードフェンスタイプ LS	p.56
ガードレインシリーズ	p.62
ストローキャッチャーシリーズ	p.64
ストローシリーズ	p.65
ダイヤスチールマット	p.66
マルチベース	p.67
ポリマット	p.67

斜面防災対策商品一覧表

工法	商品名	対策種別			
		落石エネルギー	最大積雪深	崩壊土砂	
落石防護土堤工	ジオロックウォール	500～5500kJ			
覆式落石防護網工 ネット張工	ECO落石ネット				
覆式落石防護網工	マクロネット工法				
覆式落石防護網工 ネット張工	GMネット				
ポケット式落石防護網工	スロープガードネットRタイプ	50～200kJ			
落石防護柵工	ネイチャーネット工法	50～150kJ			
落石防護柵工	ARCフェンス	100kJ	1.0m程度		
落石防護柵工 待受防護柵工・雪崩防護柵工	SPARCフェンス	200kJ	3.0m		
落石防護柵工	イーフェンス(E-FENCE)	50～500kJ	3.0m		
落石防護柵工	ループフェンス	150～1000kJ	3.5m		
落石防護柵工	MJネット	150～3000kJ	3.5m		
落石防護柵工	マクロフェンス	750～5000kJ			
既設落石防護柵補強工	ストロンガー工法	50～120kJ			
既設落石防護柵補強工	再強フェンス	200kJ			
待受擁壁工	QKウォール			○	
待受防護柵工	ループフェンスEタイプ		4.5m	○	
待受防護柵工	スロープガードフェンスタイプLE			○	
プレキャスト枠工	ハイブロック	のり長10m以下(10m以上は小段を設ける)、1割より緩い			
地山補強土工	MK受圧板	地山補強土工・切土補強土工用受圧板			
侵食防止工	ガードレインシリーズ	盛土のり面と切土のり面(土壌硬度30mm以上で亀裂間隔が			
植生工	ストローキャッチャーシリーズ	盛土のり面と切土のり面(風化していないものを除く)			
植生工	ストローシリーズ(ワイヤーストロー)	盛土のり面と土壌硬度23mm未満の砂質土の切土のり面			
植生工	ストローシリーズ(ストローシート)	土壌硬度30mm未満の切土のり面(土壌硬度23mm未満の			
植生工	ダイヤスチールマット	土壌硬度27mm未満の切土のり面(風化していないものを除く)			
植生工	マルチベース	土壌硬度27mm未満の切土のり面(風化していないものを除く)			
植生工	ポリマット	土壌硬度27mm未満の切土のり面(風化していないものを除く)			
雪崩防護擁壁工	ジオスノーウォール	雪崩	6.0m(雪崩時)		
雪崩予防柵工	ARCフェンスSタイプ	50kJ	3.0m		
雪崩防護柵工	スロープガードフェンスタイプLS	雪崩	5.0m		

設置位置			柵高(m)	NETIS	メーカー・協会
斜面中腹	擁壁上	道路際			
○		○	2.0～5.0	HR-990009-V*	補強土防護擁壁 ・ジオロックウォール工法協会
○			ー		前田工織
○			ー		マクロ工法研究会
○		○	ー	KK-170038-A	前田工織
		○	ー		スロープカード工法研究会
○			2.0, 3.0	HR-090011-A*	前田工織
○			2.0, 3.0	CB-020004-VE*	ARCフェンス研究会
○			3.0	HR-130008-A	スロープガード工法研究会
○	○	○	2.0～5.0	HR-070018-A*	ビーセーフ
○	○	○	2.5～6.0	SK-020001-VE*	ループフェンス研究会
○			3.0～4.5	SK-010023-VE*	MJネット研究会
○			3.5～6.0	HR-090007-A*	マクロ工法研究会
既設H鋼式落石防護柵			2.0～3.5	HR-140004-A	ストロンガー工法研究会
既設落石防護柵			2.0～6.0	HR-110028-V	スロープガード工法研究会
		○	壁高：2.0～8.0 柵高：1.5, 2.0	CB-090036-A*	補強土防護擁壁 ・ジオロックウォール工法協会
○	○	○	2.0～6.5	SK-020001-VE*	ループフェンス研究会
○	○	○	2.0～5.5	HR-100008-VR	スロープカード工法研究会
(1割含む)のり面勾配					前田工織
					前田工織
10cm 以上のものと風化していないものを除く)				CB-150003-A	前田工織
					前田工織
					前田工織
砂質土と土壌硬度27mm以上で亀裂間隔が10cm以上のものを除く)					前田工織
					前田工織
					前田工織
					前田工織
○		○	2.0～14.0		補強土防護擁壁 ・ジオロックウォール工法協会
○			1.5～3.0		ARCフェンス研究会
○	○	○	3.0～6.5	HR-100008-VR	スロープカード工法研究会

※：掲載期間終了技術(2018年3月現在)

「ジオロックウォール」は、落石や岩盤崩壊による災害から道路などを保護する、待ち受け型の「落石防護補強土壁」です。土材料の特性から、施工性、環境性および衝撃吸収性能に優れます。

特長

- 主に土とジオシンセティックスで構成された柔な土構造物であり、その変形特性により衝撃エネルギーの吸収力に優れます
- 衝撃力はジオロックウォール内部で吸収されるため、底面には大きな反力が作用せず、比較的支持力の小さな地盤でも大掛かりな地盤改良が必要ありません
- 落石などにより損傷を受けたとしても、受撃体を交換することで容易に修復できます(II型, III型)
- 壁面を緑化することにより、景観に配慮した「補強土防護擁壁」を構築できます



実験

実物衝撃実験

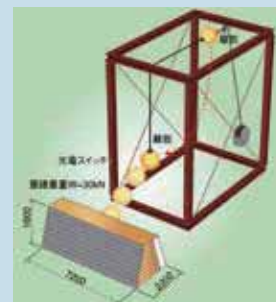
落石重量77kNと170kNの石を、直高40m、のり長50mの斜面から落下させジオロックウォールに衝突させた結果、高いエネルギー吸収性能が実証されました。



1/2.5 モデル衝撃実験

(旧日本道路公団共同研究)

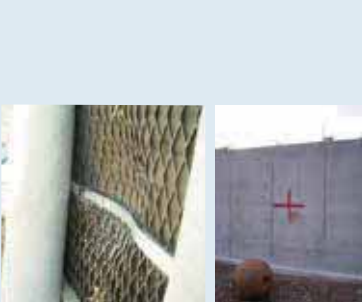
繰り返し载荷および破壊を想定した単载荷試験を行い、変形特性と吸収性能を確認しました。この実験により、落石エネルギーごとのジオロックウォールの形状が確立でき、現状に合った、より経済的な形状の提案が可能になりました。



剛構造との比較

(岐阜大学共同研究)

同エネルギーで重力式擁壁とジオロックウォールでの衝突試験を実施しました(安定検討で100kJに対応できる形状)。結果、ジオロックウォールは衝撃部分の局部変形のみにとどまりましたが、重力式擁壁では衝突面およびその背面にクラックが生じる結果となり、耐衝撃性の高さが確認できました。



構造

受撃体、伝達体、抵抗体の3種類の構造の組み合わせにより、I型、II型、III型の3つのタイプがあり、小規模から大規模な落石エネルギーまで対応が可能です。

● I 型

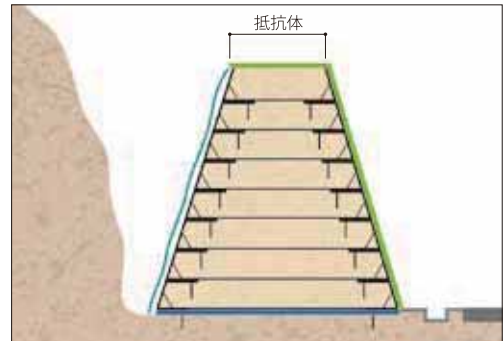
抵抗体のみで構築された小規模落石衝撃力対応型

対応エネルギー

～500kJ (落石径 ϕ =1.0m程度)

用 途

- ・小規模落石対策工
- ・急傾斜地土留め対策工
- ・導流堤など



● II 型

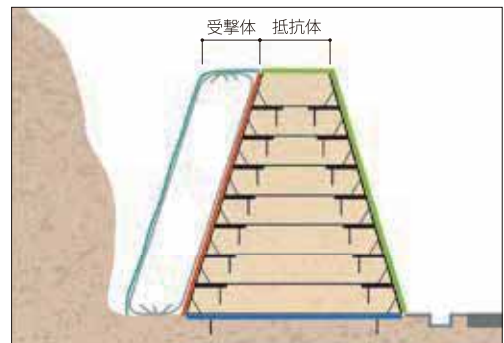
抵抗体に受撃体を組み合わせて衝撃吸収力を向上させた中規模衝撃力対応型

対応エネルギー

～1500kJ (落石径 ϕ =1.5m程度)

用 途

- ・中規模落石対策工
- ・土砂衝撃力を考慮する急傾斜地対策工 (立地スペースが確保できる場合) など



● III 型

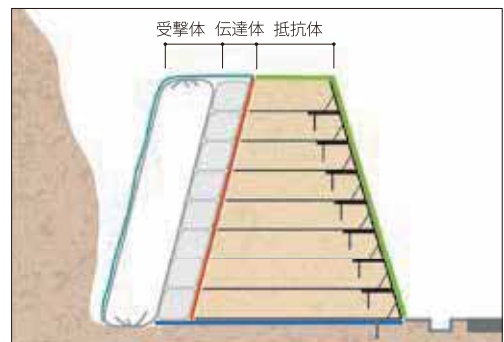
衝撃力の分散効果に優れた伝達体を抵抗体と受撃体の間に設置した高エネルギー吸収型

対応エネルギー

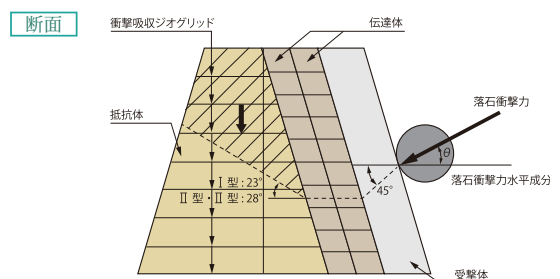
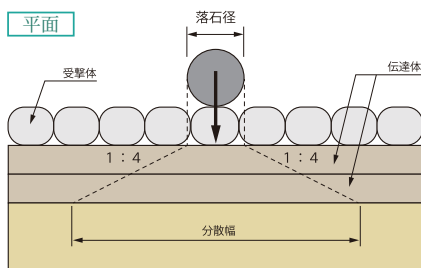
～5500kJ (落石径 ϕ =2.5m程度)

用 途

- ・巨大な落石や大規模斜面崩壊などの対策工



衝撃吸収メカニズム



- ① 受撃体の変形で落石エネルギーを吸収します。断面方向に分散された衝撃力は、伝達体に伝播されます。
- ② 伝達体で衝撃力を水平方向に高角度で分散させ変形しながら抵抗体に伝播させます。
- ③ 伝播された衝撃力により、抵抗体が断面方向上方に一定角度で破壊線を与えるように変形すると考えられるので、水平方向に分散されたこの部分の土塊とジオグリッドで、衝撃力に抵抗し、落石を完全に制止させます。

I 型



栃木県日光市上栗山



北海道新冠郡新冠町



北海道久遠郡せたな町



北海道山越郡長万部町

II 型



富山県中新川郡立山町



北海道夕張市鹿島



静岡県富士山富士宮口



広島県深安郡神辺町

Ⅲ型



岡山県久米郡美咲町



栃木県日光市五十里



栃木県日光市



北海道島牧郡島牧村

捕捉事例



東京都新島/Ⅲ型/推定落石エネルギー:約7000kJ/事故後の対応:防護マット破損部を取り換えました



宮城県大崎市鳴子/I型/推定落石エネルギー:約2500kJ/事故後の対応:全撤去後再構築をおこないました

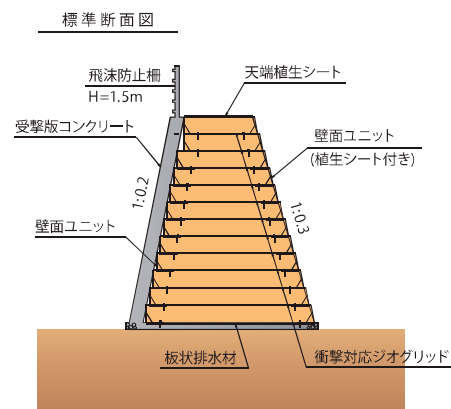
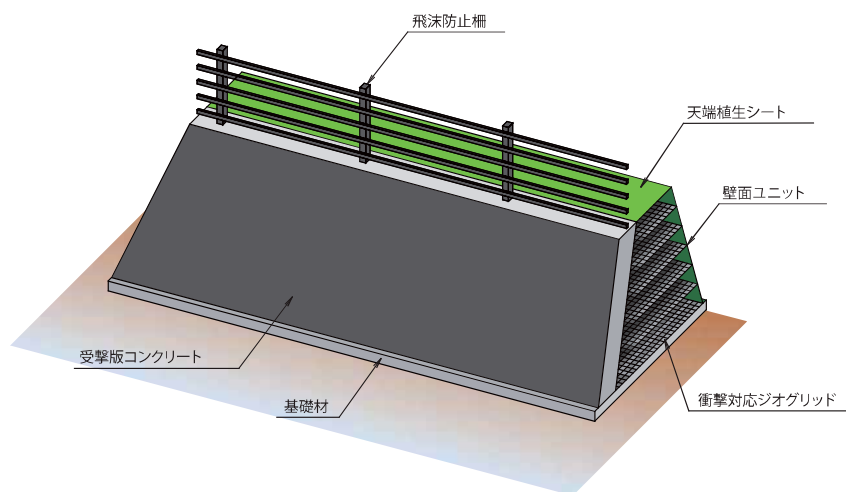
「ジオスノーウォール」は、雪崩による災害から道路などを保護または雪崩を安全なところまで誘導する、待ち受け型の「雪崩防護補強土壁」です。

特長

- 主に土とジオシンセティックスで構成された柔な土構造物であり、その変形特性により衝撃エネルギーの吸収力に優れます（積雪深6mまで対応可能です）
- 衝撃力はジオスノーウォール内部で吸収されるため、底面には大きな反力が作用せず、比較的支持力の小さな地盤でも大掛かりな地盤改良が必要ありません
- 壁面を緑化することにより、景観に配慮した「補強土防護擁壁」を構築できます



構造



雪崩を受ける面には、抵抗体に荷重が均一に作用するように鉄筋コンクリート製の受撃版を設置してあります。
雪崩の飛沫を防止する柵は、計画位置によって選別して使用します。

規格・仕様

壁高(m)	抵抗体天端幅(m)	抵抗体底面幅(m)	受撃版厚(m)	雪崩時の積雪深(m)	堆積区の雪崩層厚(m)
3.0	1.0	2.5	0.4	1.0～2.0	2.0～1.0
4.0		3.0		1.0～3.0	3.0～1.0
5.0		3.5		1.0～4.0	4.0～1.0
6.0	2.0	5.0		1.0～5.0	5.0～1.0
7.0		5.5		1.0～6.0	6.0～1.0
8.0		6.0		1.0～6.0	7.0～2.0
9.0		6.5		1.0～6.0	7.0～2.0
10.0		7.0		1.75～6.0	8.0～4.0

施工例



富山県（壁高5.0m）



山形県最上郡真室川町（壁高4.5m）



北海道芦別市（壁高7.0m）



長野県下水内郡栄村（壁高7.0m）



栃木県日光市（壁高9.5m）



北海道（壁高6.0m）

【待受擁壁工】
急傾斜対策補強土壁

QKウォール

「QKウォール」は、急傾斜地の崩壊による災害から道路や家屋などを保護する、待ち受け型の「急傾斜対策補強土壁」です。民家裏などの狭いスペースや急峻な地形での設置が可能で、急傾斜地の崩壊による災害の防止に効果的です。

特長

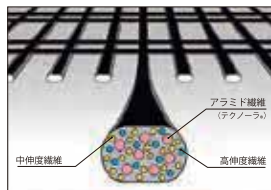
- ジオグリッドで盛土材を拘束することで、限られた用地内に安定した擁壁を構築することができます
- 衝撃力はQKウォール内部で吸収されるため、底面には大きな反力が作用せず、比較的支持力の小さな地盤でも大掛かりな地盤改良が必要ありません
- 壁面を緑化することにより、景観に配慮した「補強土防護擁壁」を構築できます



構造

壁面材

衝撃対応ジオグリッド(ロックデム)



伸び率の異なる繊維を織り込むことによりねばり(靱性)を発揮し、衝撃力による変形に追従しながら補強効果を維持します。

壁面ユニット(ガンユニット)



防護擁壁としての形状を維持するため垂鉛めっき加工とポリエチレンコーティングで防食性を高めたエクスパンダメタル加工品です。

緩衝層

防護マット(ミラクルガードシート)



受撃面の紫外線劣化を防止するとともに、落石などによる損傷を緩和するための遮光性の高い厚手の不織布です。



植生工

周辺環境に合わせ植生および擬似緑化を選択できます。



擬似緑化



植生

衝撃吸収メカニズム

- ① 補強土天端部に衝突した土砂衝撃力は、内部(擁壁部)に衝撃力を伝えます。
- ② 擁壁部の作用力は、外的安定により照査されます。

※設計は「土砂災害防止法(土砂災害警戒区等における土砂災害防止対策の推進に関する法律)」に準じて行います。

実験

実物衝撃実験

岐阜大学工学部社会基盤工学科との共同研究により、落石と土砂崩れを想定した実物実験が行われ、高い衝撃吸収性能が実証されました。



実物落石・土砂崩れ衝撃実験



重錘衝突実験

施工例



沖縄県国頭村（壁高4.5m）



静岡県伊豆市（壁高5.0m）



広島県庄原市西城町（壁高3.0m）



北海道苫前郡苫前町（壁高5.0m）

【落石防護柵工】
繊維製落石防護柵

ネイチャーネット工法

「ネイチャーネット工法」は、高強力・高靱性のネットと高強力・高伸度のロープを組み合わせた、柔軟性のある「高エネルギー吸収型落石防護柵」です。

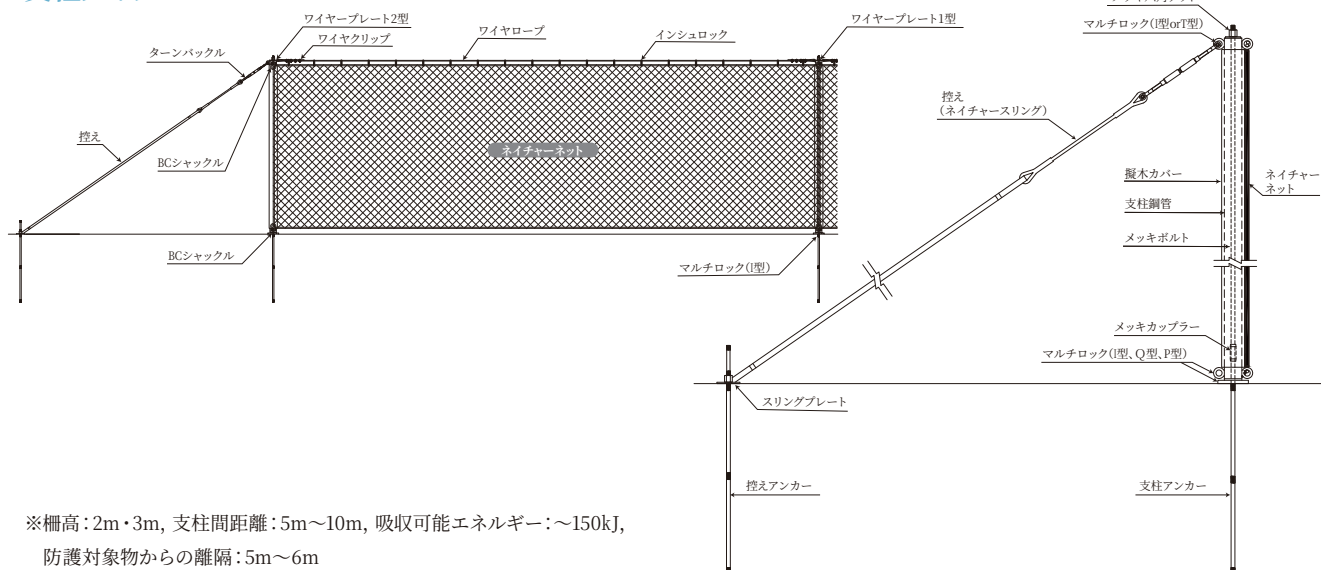
特長

- 落石エネルギー150kJまで対応します（実験により性能照査済）
- 高強力・高靱性のネットで、高い衝撃吸収性を有します
- 十分な強度を有し、耐久性（耐候性・耐薬品性・耐衝撃性）に優れます
- 軽量で、施工の省力化を図れます
- ラッシュェル編み構造であり、1か所切断が起こっても、それ以上編みがほどけることはありません

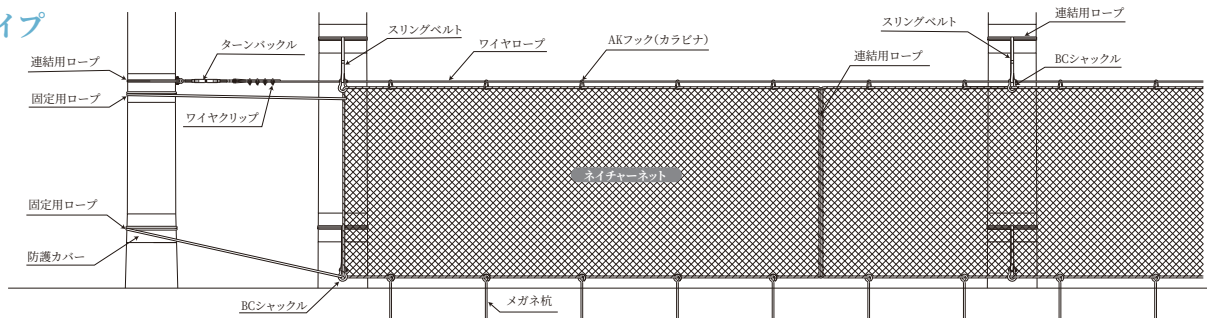


構造

支柱タイプ



立木タイプ



規格・仕様

タイプ	幅 (m) *1	長さ (m)	ネットの目合い (mm)	吸収エネルギー (kJ) *2
NE-50-L	2, 3	5, 10	50	50
NE-50	2, 3	5, 6, 7, 8, 9, 10	50	100

*1: 捲れ防止部 (0.5m) を除いた本体部の幅です。

*2: ネイチャーロープを併用した高エネルギー吸収タイプもご用意できます。ご相談ください。

実験

実物衝撃载荷実験

重錘の自由落下により、ネイチャーネットの耐衝撃性を確認しました。ネイチャーネットは重錘を捕捉し、十分安全であることが確認されました。衝撃载荷実験では、2台のクレーンで重錘を吊り上げ、一方を離脱すると重錘が振り子式に落下、重錘の運動方向が水平になった時点でもう一方を離脱して、ネイチャーネットに衝突させました。それぞれの衝撃規模で、ネイチャーネットは重錘を捕捉し、十分安全であることが確認されました。



重錘落下実験（自由落下）50kJ



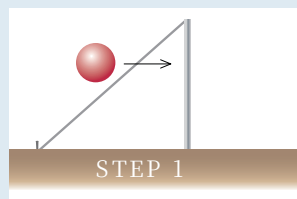
衝撃载荷実験（振り子式）100kJ



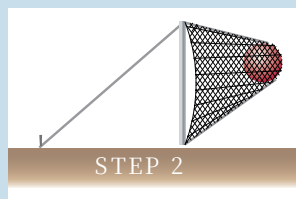
衝撃载荷実験（振り子式）150kJ

衝撃エネルギー吸収機構

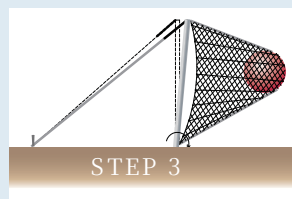
ネイチャーネット工法は、落石衝突時に、ネイチャーネット（受撃部）、支柱および控えなどそれぞれの部材が衝撃に抵抗しながら変形し、落石エネルギーを吸収します。



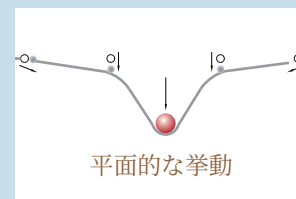
(衝突直前)



衝突後、ネイチャーネットが変形し、衝撃分散と引張り抵抗により衝撃エネルギーを緩和します。



ネイチャーネットからの衝撃力を受け、支柱が傾きます。控えの抵抗により、衝撃エネルギーを吸収するとともに支柱端部への負荷を低減します。



STEP1～3の動作がほぼ同時に行なわれ、フェンス構造全体が変形し、落石エネルギーを吸収します。

★落下防止措置対応タイプ（立木タイプ）

ロープ高所作業における危険の防止を図るため、労働安全衛生規則の一部を改正する省令が平成27年8月5日に交付されました。改正では、新たにロープ高所作業における危険の防止規定が設けられ、安全対策の強化を計ることとされました。墜落または物体の落下による労働者の危険を防止するため、あらかじめ当該作業に係る場所について調査・記録し、適応する作業計画を定め、指揮者の下で計画に基づいた作業を行う必要があります。

ネイチャーネットは「物体の落下による労働者の危険を防止するための措置」（安衛則第539条の5 第2項 第8号）に適したネットです。

支柱タイプ



青森県弘前市 (150kJ)



島根県松江市 (100kJ)



島根県松江市 (150kJ)



福井県南条郡 (150kJ)

捕捉事例



福井県福井市



立木タイプ



岐阜県高山市



福岡県伊良原ダム



山梨県



福岡県伊良原ダム

支柱タイプ＋立木タイプ



福岡県伊良原ダム



【落石防護網工】

耐候性ポリエステル製ネット

ECO落石ネット

「ECO 落石ネット」は、耐候性に優れたポリエステル繊維を使用したネットです。従来の合成繊維網に比べ、取り替えなどの維持管理負担を軽減できるため、ライフサイクルコストを低減します。

特長

- 耐候性に優れたポリエステル繊維の使用により、ライフサイクルコストを低減します
- 素材は全て化学繊維であるため錆などによる腐食が発生しません
- 軽量の部材であり、斜面上での作業負担を大きく低減できます
- ラッシュェル編み構造であり、一カ所切断が起こってもそれ以上編みが解けることはありません



規格・仕様

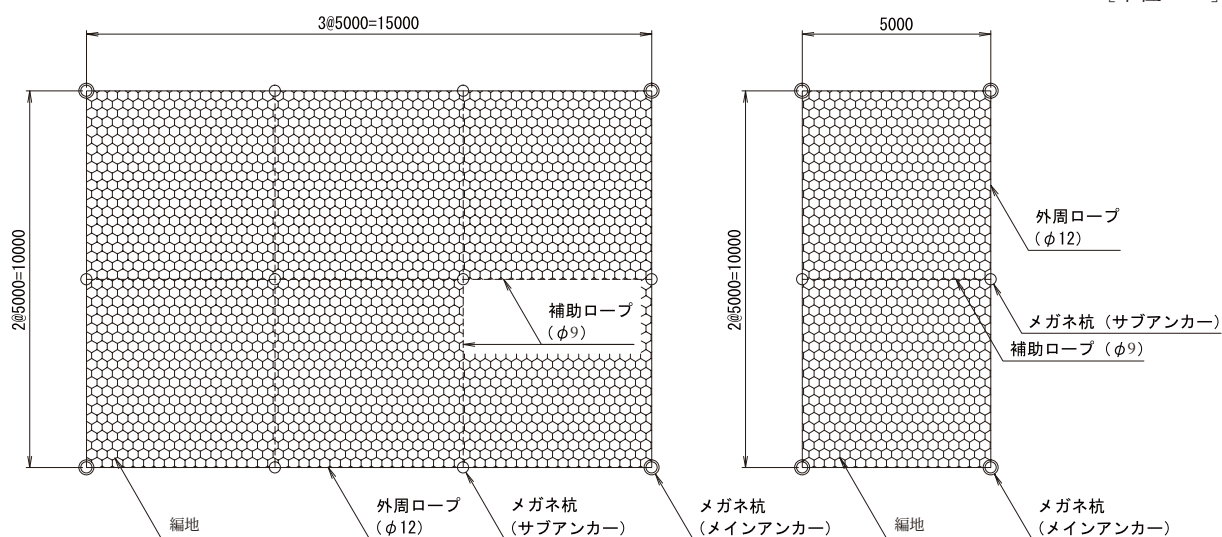
品番	幅×長さ (m)	素材	目合い (mm)	網糸引張力 (N/本)	網糸伸び率 (%)
NE-40-BKP 10*15	10×15	ポリエステル製 ラッシュェル網	25	680以上	40以下
NE-40-BKP 10*5	10×5				

敷設例

NE-40-BKP 10*15

NE-40-BKP 10*5

[単位:mm]



編地



メガネ杭
(左:メインアンカー, 右:サブアンカー)



連結用ロープ
(ネット間連結用)

実験

実物衝撃実験

直径40cmの載荷板を用いて静的荷重を載荷した結果、1.5t程度の荷重が作用した時に破断しました。また、60kgの重錘を高さ10mから落下させた動的載荷試験の結果、隅部の網地が破断しましたが、大きな損傷は認められず、十分な強さを有することを確認しました。



静的載荷試験



動的載荷試験

施工例



宮崎県（切土斜面）のり面保護



滋賀県米原市（自然斜面）のり面保護



山梨県（既存柵）のり面保護

【覆式落石防護網工】
軽量剛性繊維網

GMネット

「GMネット」は、耐候性ポリエステル繊維のラッセル網にモノフィラメントを形状保持材として挿入した、複合ポリエステル製ラッセル網です。剛性があるため、比較的大きな落石の覆い工として使用できます。

特長

- 通常の繊維網に比べて強度が大きく、大きな落石を抑止できます（金網覆い工同等）
- 耐候性ポリエステル繊維を使用しており、長期の屋外暴露にも高い耐久性を発揮します
- 素材は化学繊維であり錆などによる腐食が発生せず、沿岸部などでも高い耐久性を発揮します
- 軽量で、施工の省力化を図れます
- 形状保持性が高いネットであるため、現地加工が容易です



規格・仕様

品番	幅 (mm)	長さ (m)	網目 (mm)	引張強度 (kN/m)	結節強度 (N/本)
NE-GM-25 2.7*25	2700	25	45×30	21	950
NE-GM-25 2.7*50		50			
NE-GM-50 2.7*25	2700	25	87×53	14	1100
NE-GM-50 2.7*50		50			

※網目は「たて×よこ」を示します

※引張強度は「たて」を示します（結節強度〈参考値〉からの換算値です）

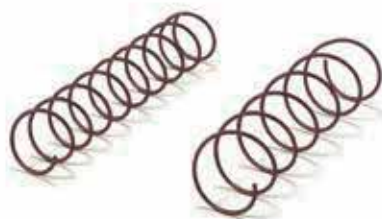
構造

従来の繊維ネットはロープ結束が主でしたが、GMネットは目合いが崩れないため、ジョイントコイルで容易に連結できます。



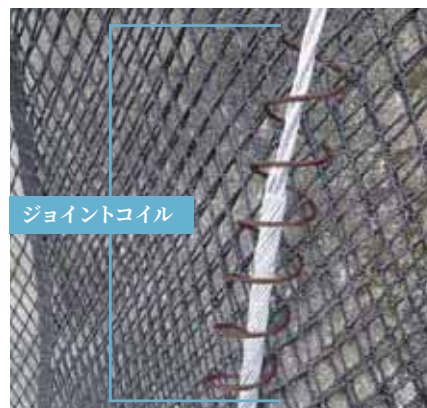
網地

ジョイントコイル(横用)



ジョイントコイル(縦用)

※材質：亜鉛－10% アルミニウム合金めっき鉄線（着色塗装）



実験

GMネットは各種試験を実施し、その性能を確認しています。

実物大載荷実験
(27kN 載荷)

実証実験



耐衝撃試験

性能試験



引張試験（面外）

性能試験



引張試験（面内）

性能試験



※同様の試験を線径3.2mm（目合い50mm）の菱形金網でも実施し、金網以上の性能を有することを確認しています（NE-GM-25）

施工例



簡易落石防護柵工



広島県(獣害対策兼小規模落石対策工)



石川県(覆式落石防護網工)



かごマット(汚濁防止対策)

【地山補強土工】

のり面工(独立受圧板)

MK受圧板

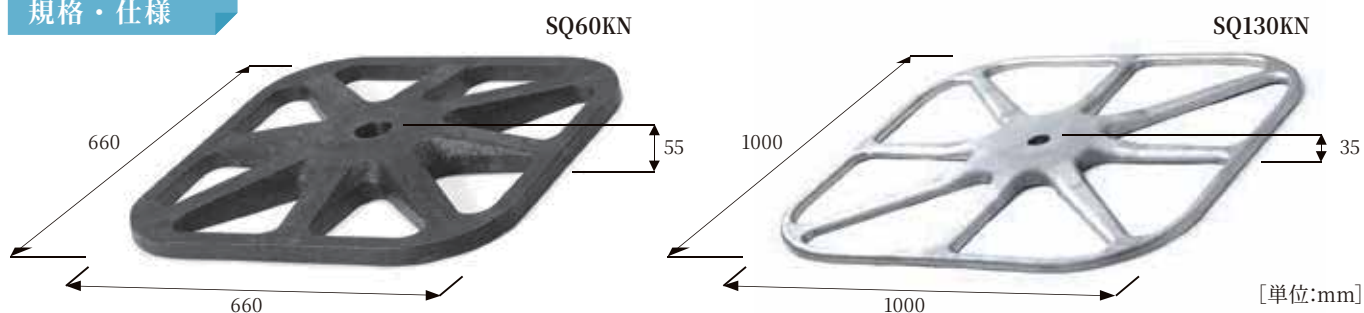
「MK 受圧板」は、鉄筋挿入工に用いるのり面工（受圧板）です。素材にリサイクルプラスチックやリサイクル可能なアルミニウム合金を用いることで、環境負荷を減らすことに繋がります。

特長

- 開口率が高く、のり面全体の緑化や木本類の保存と育成が可能です
- 十分な強度を有し、耐久性（耐候性・耐薬品性・耐衝撃性）に優れます
- 軽量の材料と、小規模な施工機械で、施工の省力化を図れます
- リサイクルプラスチックを利用し、限られた資源を有効活用します（SQ60KN）
- アルミニウム合金は高い強度とじん性に優れており、想定外の荷重が作用しても破壊しません（SQ130KN）



規格・仕様



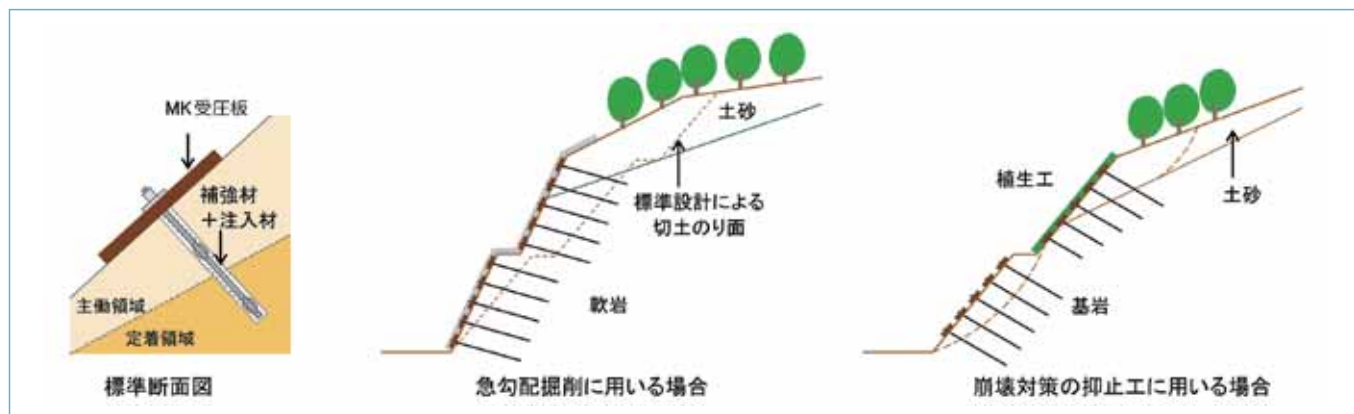
品番	設計アンカー力 (kN) *1	寸法 (mm)	質量 (kg)	のり面工低減係数*2	素材
SQ60KN	60	たて660×よこ660	8.5	0.7～1.0	リサイクルプラスチック
SQ130KN	133	たて1000×よこ1000	21	0.7～1.0	アルミニウム合金

*1: 設計アンカー力20kNのタイプもご用意できます。お問い合わせください。

*2: のり面工への作用力を算定するための係数です。

（「東日本高速道路㈱・西日本高速道路㈱・中日本高速道路㈱：切土補強土工設計・施工要領，平成19年1月」参照）

構造



施工例



自然斜面補強



切土のり面補強



老朽化擁壁補強

【のり面保護工】

リサイクルプラスチック製プレキャスト枠

ハイブロック

「ハイブロック」は、のり面や斜面の安定確保や緑化基礎の形成を目的とした、のり面保護工や斜面崩壊対策工に用いるリサイクルプラスチック製の軽量のプレキャスト枠です。

特長

- 軽量の材料を簡単に枠組みでき、また、コンクリート基礎も必要としないため、施工の省力化を図れます
- 十分な強度を有し、耐久性（耐候性・耐薬品性・耐衝撃性）に優れます
- 雨水等の表流水を排水しやすい形状で、のり面や斜面の浸食を防止します
- リサイクルプラスチックを利用し、限られた資源を有効活用します



規格・仕様

タイプ	品番	長さ(mm)	質量 (kg)*	設計勾配	格子面積 (㎡)	形状
ハイブロック	HB-A	1000	4.0	1:1.0より緩い (1:1.0を含む)	1.0	
	HB-B	900	3.0			
	HB-D	1414	5.5			
ハイブロックⅢ	HB3-A	1225	4.8	1:1.2より緩い (1:1.2を含む)	1.5	
	HB3-B	1125	3.8			
	HB3-D	1732	6.5			

*質量は参考値です。

構造

交点部にはアンカーを設置します

ハイブロックの交点部



HB-A



HB-D

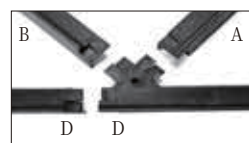
[アンカーの寸法 (参考値)]

軟岩部: D22×L500 土砂部 (盛土部含む): D22×L1000

ハイブロックⅢの交点部



HB3-A



HB3-D

[アンカーの寸法 (参考値)]

軟岩部: D19×L500 土砂部 (盛土部含む): D19×L1000

施工例



福島県



静岡県



愛知県



福島県

施工手順

- ① のり面の整形
- ② 基礎部となる D タイプの設置
- ③ 1 段目の設置 (D タイプに A タイプと B タイプを組合せ、水路の直線性を確認し格子部をアンカーで固定)
- ④ 2 段目以降の設置 (1 段目の位置と同様に、最上段の 1 段下まで、枠材の設置と固定を繰り返す)
- ⑤ 最上段の設置 (最上段に B 型と天端の D 型と組合せ、下段方向から、格子部をアンカーで固定)
- ⑥ 中詰工 (客土する場合は、良質土を枠工下端からよく締め固めながら枠の高さまで仕上げる。玉石等を詰める場合は、切込み砂利等で隙間を充填する)
- ⑦ 水路の清掃：降雨時の通水量を確保するため、水路上の異物や土等を取り除き、完成。



※間伐材と鉄芯を利用した木製軽量のり枠「ネイチャーフレーム」もご用意できます。

【覆式落石防護網工】
岩斜面表層部安定化工法

マクロネット工法

「マクロネット工法」は、高耐破網性の二重撚線亀甲金網を使用し、落石予防から落石防護まで多様な防護機能を発揮する落石覆い網工法です。

特長

- 落石後のデブリ荷重を考慮した設計が可能です
- ネットとアンカーで岩斜面表層部を安定化します
- 高強度のパネル式ワイヤネットが特定危険巨岩塊を固定します
- 高耐破網性の二重撚線亀甲金網を網材に使用しています



適用範囲

覆式落石防護網工	岩斜面表層部安定化工	特定岩塊固定工
二重撚線亀甲金網 DTネット	ネットとワイヤロープが一体となった MOネット	高強度ワイヤネットパネル PWパネル
		
落石発生源斜面を覆って、落石を安全に斜面下部まで誘導します	ワイヤロープの交点にアンカーを打設して1.5mまでの表層を安定化させ、不安定岩塊の抜け落ちを抑制します	特定の巨岩塊を斜面に圧着して固定します

施工例



兵庫県神崎郡神河町



島根県浜田市



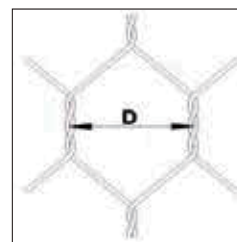
茨城県高萩市

規格・仕様

DT ネット

亜鉛アルミ合金メッキを施した、スチール製のワイヤを二重に撚り合わせ、亀甲形状とした高強度・高耐破網性金網。更に特殊ポリマーコーティングしたタイプもあり、高耐久性を重視する場合は、このタイプを推奨。

DTネット 標準タイプ			
メッシュ		線径 (mm)	
タイプ	D (mm)	メッシュ	外辺
8×10	80	2.7	3.4
		3.0	3.9



DTネットメッシュ詳細図

MO ネット (縦ワイヤー付高強度・高耐性ネット)

DTネットに縦方向1.5m間隔に8mmのガイドワイヤを配置。設置時に縦ワイヤ同士をレーシングワイヤで接続する。

MOネット標準タイプ寸法表			
タイプ	幅(m)	縦ロープ間隔(m)	横ロープ間隔(m)
MOネット	3.0	1.50	--

MOネット標準ワイヤメッシュ規格		
メッシュタイプ	D (mm)	線径 (mm)
8×10	80	3.00



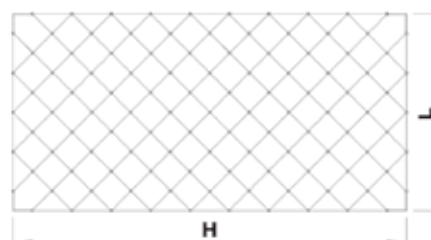
MOネット形状図

PW パネル (高強度ワイヤネットパネル)

ワイヤの交点を結合したワイヤネットパネル。(DTネットと併用) 端部をアンカーに固定し、危険岩塊落下エネルギーを抑制可能。

PWパネル棟準寸法	
メッシュ寸法 (mm)	400×400; 300×300
パネル高さH (m)	6.0
パネル長さL (m)	3.0

PWパネル メッシュ・外辺ロープ規格	
メッシュロープ	
ロープ径 (mm)	φ=12.0
外辺ロープ (オプション)	
ロープ径 (mm)	φ=12.0



PWパネル形状図

【ポケット式落石防護網工】

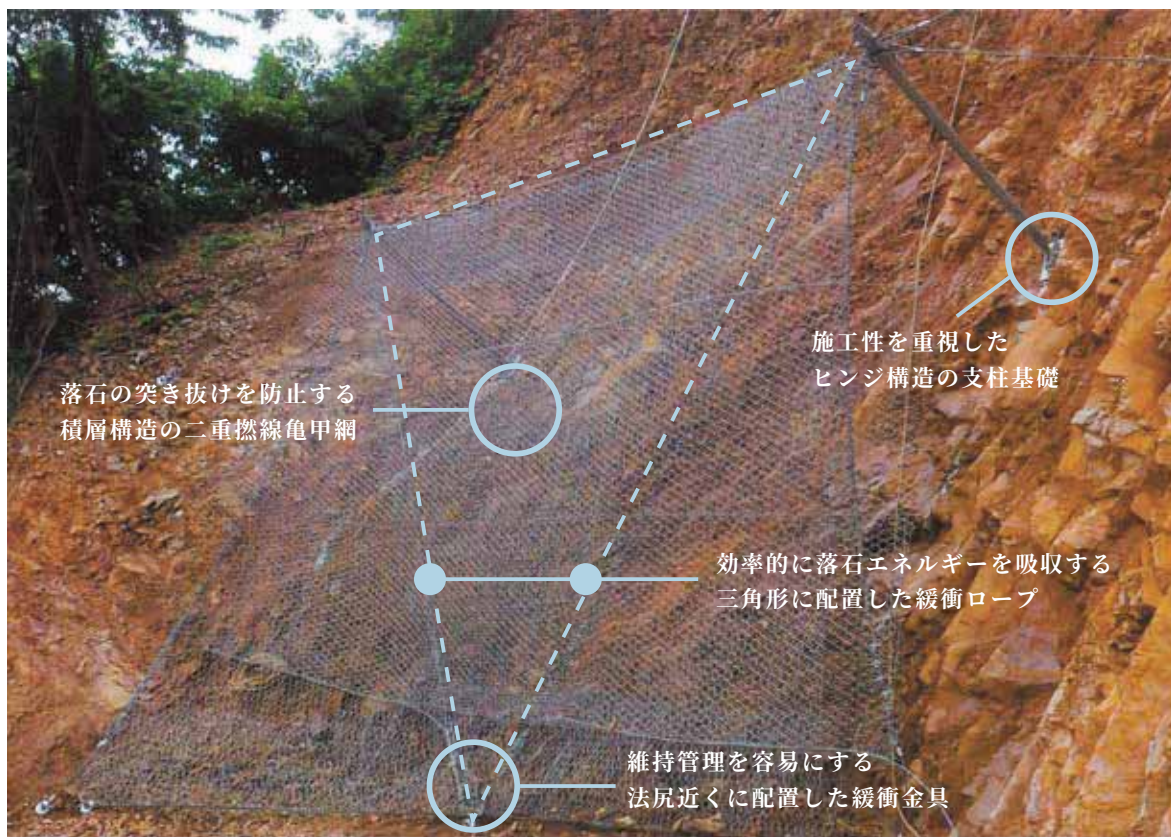
中規模エネルギー吸収型ポケット式落石防護網

スロープガードネットRタイプ

「スロープガードネットRタイプ」は、落石の危険性のある斜面をワイヤロープと金網で覆って、落石を安全にのり尻まで誘導するポケット式落石防護網工法です。

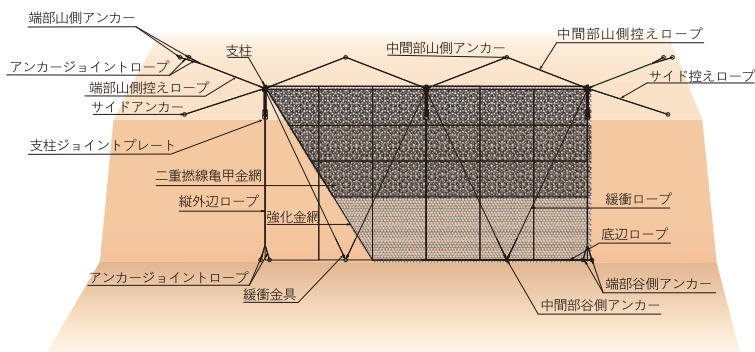
特長

- 200kJ程度での落石対策において優れた経済性を発揮します

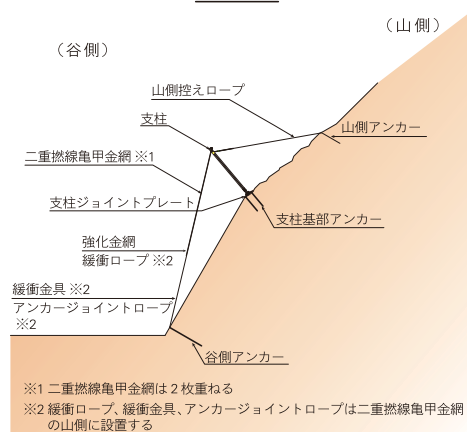


構造

正面図



横断図



実験

実規模重錘衝撃実験

緩衝金具・ワイヤロープ・複数枚重ねた金網で構成した金網部の供試体(※)を架台に設置して、重錘の自由落下により再現した30～200kJのエネルギーを加えました。それぞれの衝撃規模で、供試体による重錘の捕捉を確認しました。

※積層構造の金網は、耐パンチング性能、エネルギー吸収性能、修復性能に優れており、ローコストで安全性の高い防護面の形成に寄与します。



落石エネルギー吸収機構

落石が金網に衝突した際に、落石の衝撃力と速度が減衰します。金網の変形によってワイヤロープに張力が生じ、所定の荷重が加わると、ワイヤロープが緩衝金具を滑り出します。ワイヤロープと緩衝金具の摩擦により落石エネルギーを吸収します。ワイヤロープは所定の荷重を保持しながら緩衝金具を滑るので、金網やアンカーへの負荷を低減し、部材の損傷を防ぎます。

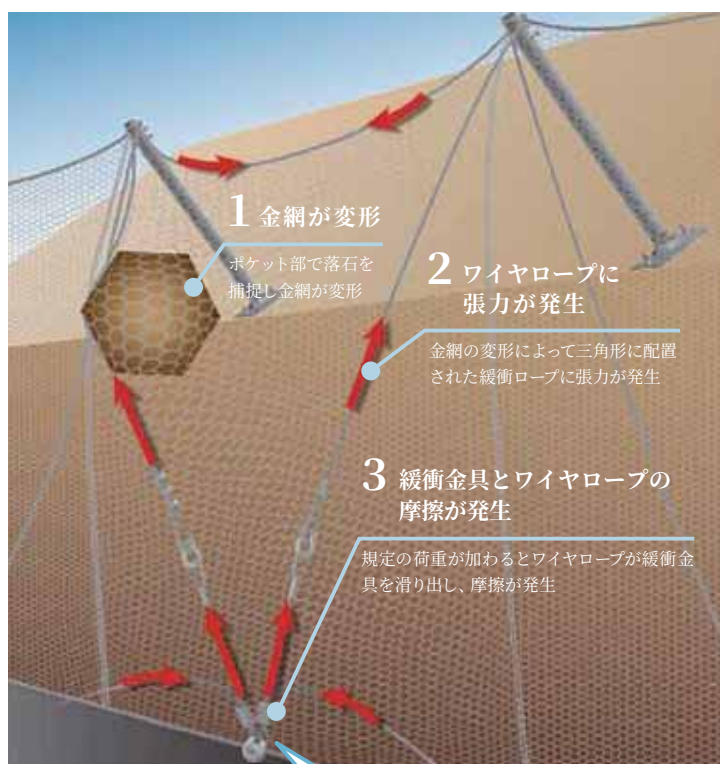
落石がスロープガードネット R タイプに衝突

金網が変形

ワイヤロープに張力が発生

緩衝金具とワイヤロープの摩擦による
エネルギー吸収

落石の停止



ワイヤロープと
緩衝金具に
摩擦が発生



エネルギー吸収型小規模落石防護柵

ARCフェンス

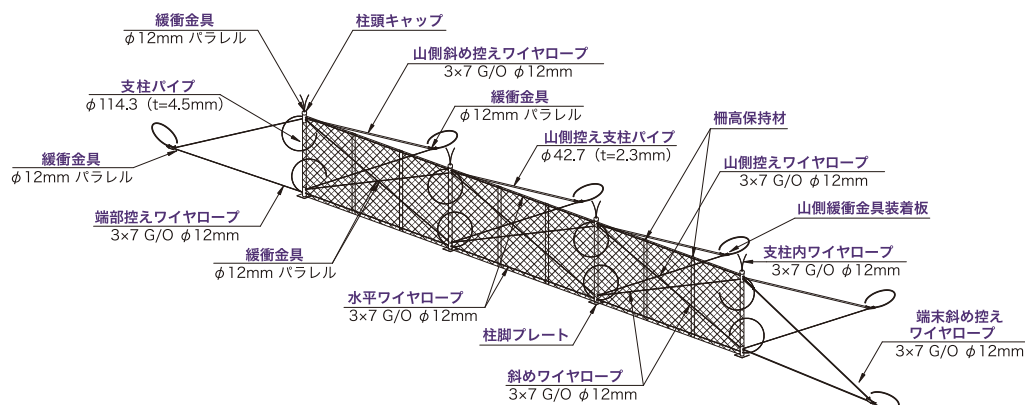
「ARC フェンス」は、効率よく落石エネルギーを吸収する構造を持った落石防護柵です。落石を柔構造で受け止めることにより、100kJ までの落石エネルギーに対応しています。

特長

- 落石エネルギー 100kJ まで対応します
(実験により性能照査済)
- エネルギーを効率よく吸収する構造です
- 設置・撤去・維持管理が容易です
- 自然に優しい環境負荷低減型工法です
- 経済性に優れたコンパクトな工法です



構造



Nタイプ

従来のフェンスで斜面に
直角な面に防護ネットを
設置しています



Pタイプ

捕捉した落石がネットと地山との隙間から抜け落ちるのを防止するために、防護ネットをL型に地山にも沿って張ります

規格・仕様

	スパン長					
	5m	6m	7m	8m	9m	10m
Nタイプ 柵高2m	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ
柵高3m	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ
Pタイプ 柵高2m	100kJ	—	—	—	—	—
柵高3m	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ	100kJ

実験

実物衝撃载荷実験(振り子式)

2 台のクレーンで重錘を吊り上げ、一方を離脱すると重錘が振り子式に落下、重錘の運動方向が水平になった時点でもう一方を離脱して、ARC フェンスに衝突させ、100kJ のエネルギーを加えました(4.7kN の重錘を 21.5m の高さから落下)。

それぞれの衝撃規模で、供試体による重錘の捕捉と変形量を確認し、各条件における最大変形量を設定しました。

タイプ	柵高 (m)	支柱間隔 (m)	設計最大変形量 (m)
Nタイプ	2.0 3.0 共通	5.0	3.5
		6.0	4.0
		7.0	4.5
		8.0~10.0	5.0
Pタイプ	2.0	5.0	3.0
	3.0	5.0~10.0	4.0



施工例



静岡県熱海市 柵高：3.0m, 施工延長：320.0m



兵庫県養父市 柵高：3.0m, 施工延長：127.0m



長野県安曇野市 柵高：2.0m, 施工延長：55.0m



島根県浜田市 柵高：2.0m, 施工延長：25m

【落石防護柵工】【待受防護柵工】【雪崩防護柵工】
落石防護・雪崩予防・堆積土砂対策兼用柵

SPARCフェンス

「SPARC（スパーク）フェンス」は、繰り返す200kJ以下の落石に対して、捕捉性能やエネルギー吸収性能の低下が非常に小さい維持管理軽減型落石防護柵です。メンテナンス頻度とコストの低減を実現します。

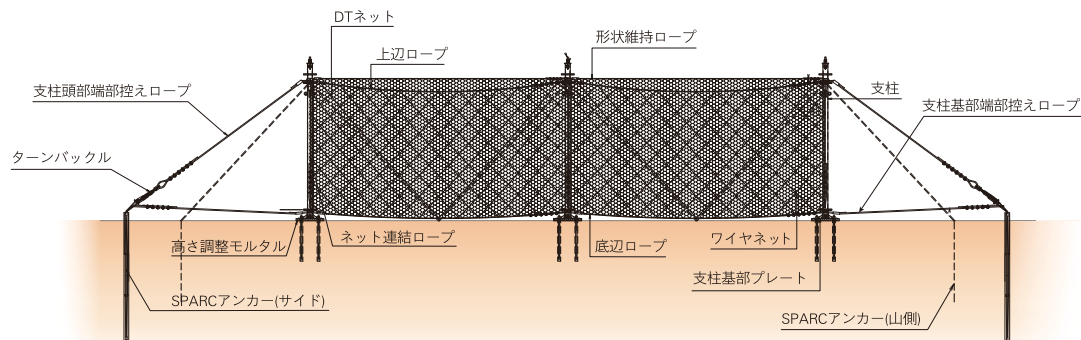
特長

- 落石エネルギー200kJまで対応します
(実験により性能照査済)
- 繰り返しの落石捕捉が可能なので、メンテナンス頻度が軽減します
- 3.0mまでの積雪にも対応します
- 堆積土砂に対応した設計です

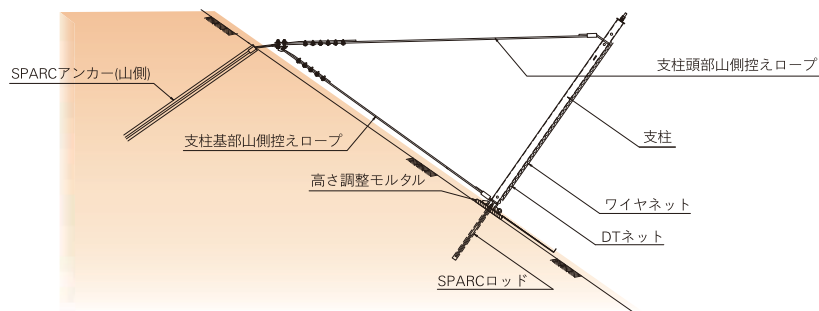


構造

正面図



断面図



設計適用表 1

解析によって算出した積雪に対するSPARCフェンスの適用範囲は以下の通りです。

『道路防雪便覧』に準拠

グライド係数N 設計積雪深Hs	2.0	3.2	3.9	4.8
2.0m	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
2.5m	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
3.0m	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ

標準タイプ ロープ強化タイプ ロープ・支柱強化タイプ ※6.0mスパン、斜面勾配45°で検討。

『集落雪崩対策工事技術指針（案）』に準拠

グライド係数N 設計積雪深Hs	2.0	3.2	3.9	4.8
2.0m	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
2.5m	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
3.0m	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ

設計適用表 2

解析によって算出した土圧に対するSPARCフェンスの適用範囲は以下の通りです。

土圧の作用高H 斜面勾配θ	0.5m	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m	3.0m
35°	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
40°	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
45°	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
50°	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ
55°	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ	標準タイプ

標準タイプ ロープ強化タイプ

※6.0mスパン、土砂の単位体積重量 $\gamma=18\text{kN/m}^3$ 、内部摩擦角 $\phi=25^\circ$ で検討。

実験

実物衝撃载荷実験(振り子式)

2 台のクレーンで重錘を吊り上げ、一方を離脱すると重錘が振り子式に落下、重錘の運動方向が水平になった時点でもう一方を離脱して、SPARC フェンスに衝突させ、最大 200kJ のエネルギーを加えました。

それぞれの衝撃規模で、供試体による重錘の捕捉と変形量を確認しました。



実験ケース	支柱位置 柵高 (m)	柵間隔 (m)	重錘重量 (kN)	落下高さ (m)	入力 エネルギー (kJ)	衝突位置	衝突高さ (m)	载荷種別	最大重錘 衝撃力 (kN)	最大 変形量 (m)
Type01-100C	3.150	6.000	6.8	14.8	100	中央スパン	2.000	繰返载荷	114	2.4
Type02-100C	3.150	6.000	6.8	14.8	100	中央スパン	2.000	単载荷	106	2.4
Type02-200C	3.150	6.000	10.0	20.0	200	中央スパン	2.000	繰返载荷	197	2.8
Type02-200E	3.150	6.000	10.0	20.0	200	端部スパン	2.000	単载荷	180	2.7

施工例



宮城県仙台市



北海道上磯郡木古内町



石川県加賀市



青森県三戸郡三戸町

【落石防護柵工】

高エネルギー吸収型落石防護柵

マクロフェンス

「マクロフェンス」は、エネルギー 5000kJ までの高領域の落石に対応する性能実証型の落石防護柵です。高エネルギー吸収ネットと効果的に配置した緩衝装置により、落石捕捉時の変形量を最小限に抑えます。

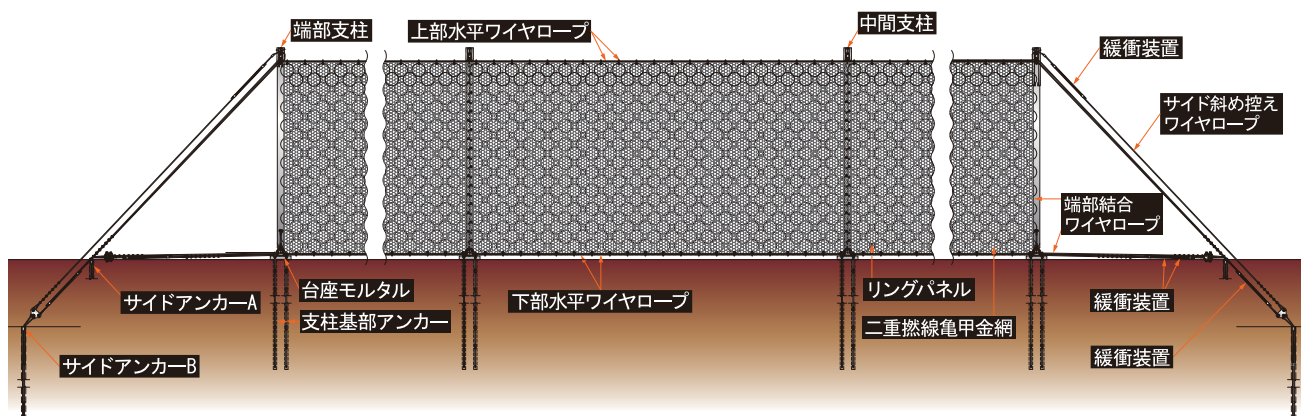
特長

- 落石エネルギー 5000kJ まで対応します（実験により性能照査済）
- 落石捕捉時の変形が比較的小さく、従来品に比べ、防護対象物近くへの設置が可能です
- 樹木伐採、地山掘削が少ない環境負荷低減型工法です
- 軽量の部材で構成されており、現場での組立てが容易であるため、斜面上でも優れた施工性を発揮します



構造

一般構造図例（2000kJ タイプ）



緩衝装置

マクロフェンスには、各種ワイヤロープにアルミ合金製の鋼管状の緩衝装置が取り付けられています。落石衝突時に、ワイヤロープに一定以上の張力が発生すると、アルミ鋼管が変形して、落石エネルギーを吸収します。

落石捕捉後は、変形した緩衝装置を交換することで、容易に維持管理が行えます。ワイヤロープとの摩擦でエネルギーを吸収する緩衝装置と比較して維持管理のタイミングを視覚的に確認しやすい構造です。

緩衝装置詳細図

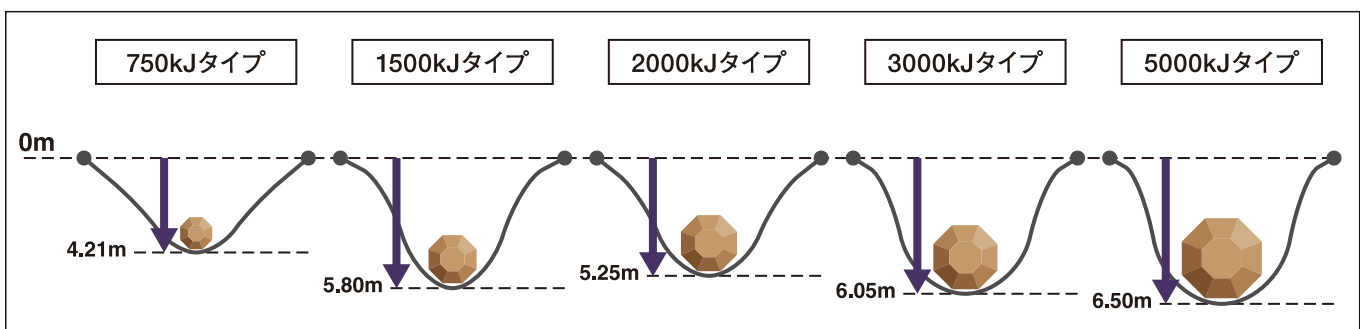


ワイヤロープに張力が発生し、アルミ鋼管が変形

規格・仕様

タイプ	実験ケース	柵高	ワイヤネット
750kJタイプ	STK400 鋼管 $\phi 114.3$ $t=4.5$	3.5m	メッシュパネル 素線径 $\phi 7$ 、メッシュ目合い 300×300
1500kJタイプ	SS400 H形鋼 $H150 \times 150 \times 7 \times 10$	4.0m	リングパネル 素線径 $\phi 3$ 、リング径 $\phi 350$ 、素線巻数 5巻
2000kJタイプ	SS400 H形鋼 $H175 \times 175 \times 7.5 \times 11$	5.0m	リングパネル 素線径 $\phi 3$ 、リング径 $\phi 350$ 、素線巻数 7巻
3000kJタイプ	SS400 H形鋼 $H175 \times 175 \times 7.5 \times 11$	5.0m	リングパネル 素線径 $\phi 3$ 、リング径 $\phi 350$ 、素線巻数 10巻
5000kJタイプ	SS400 H形鋼 $H250 \times 250 \times 9 \times 14$	6.0m	リングパネル 素線径 $\phi 3$ 、リング径 $\phi 420$ 、素線巻数 15巻

タイプ別の落石捕捉時のネット変形量



実験

実物衝撃载荷実験(自由落下)

750～5000kJに相当する落石エネルギーを重錘の自由落下で再現して、フェンスの安全性を確認しました。実験は欧州の落石防護工性能評価基準「ETAG027」と、スイスの実験基準に基づいて実施されています。



施工例



静岡県賀茂郡西伊豆町

・2000kJタイプ、柵高：5.0m、施工延長：50m



群馬県吾妻郡嬖恋村

・5000kJタイプ、柵高：6.0m、施工延長：30m

【落石防護柵工】

高エネルギー吸収型落石防護柵

ループフェンス

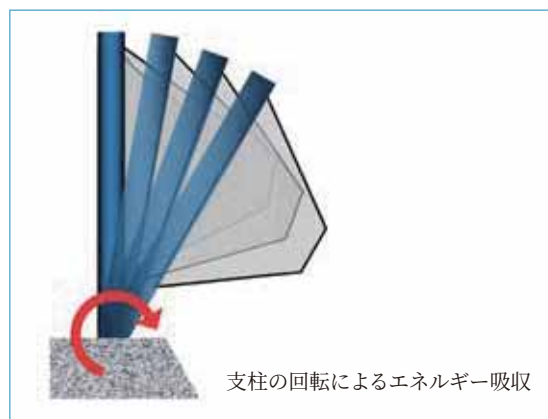
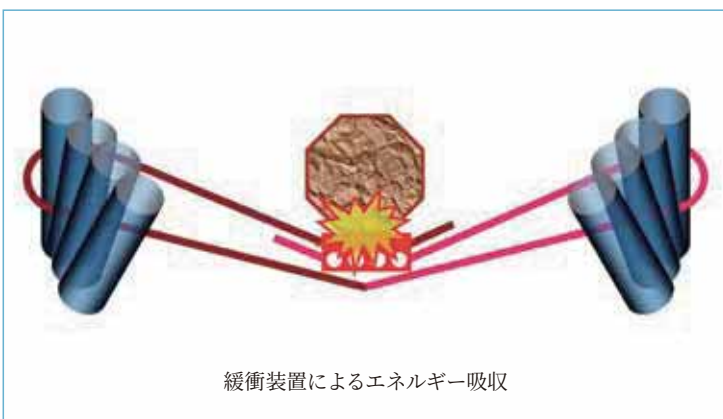
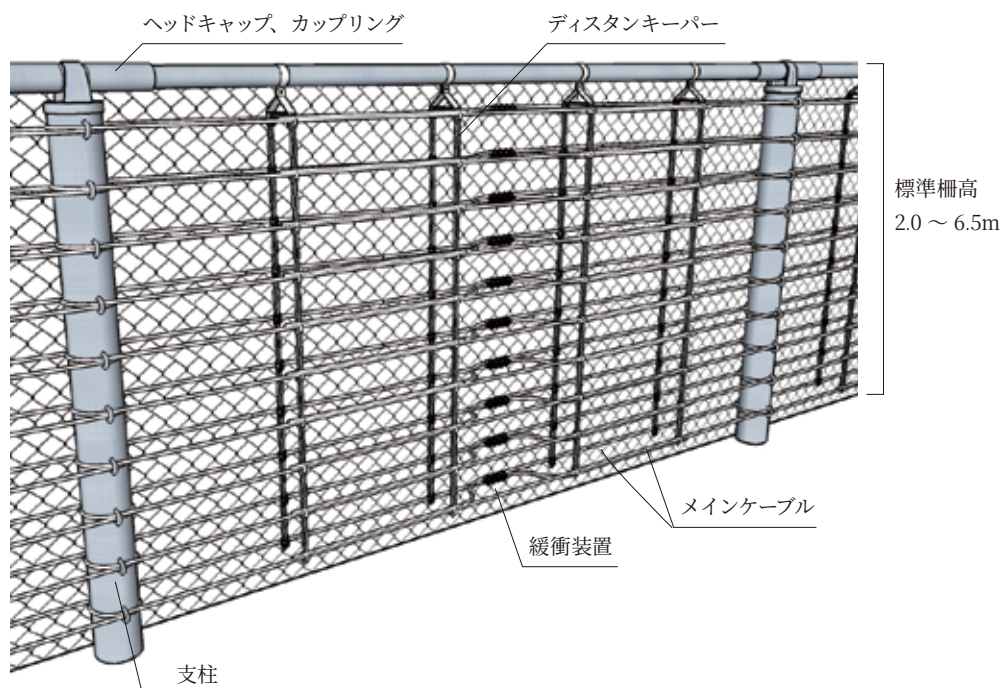
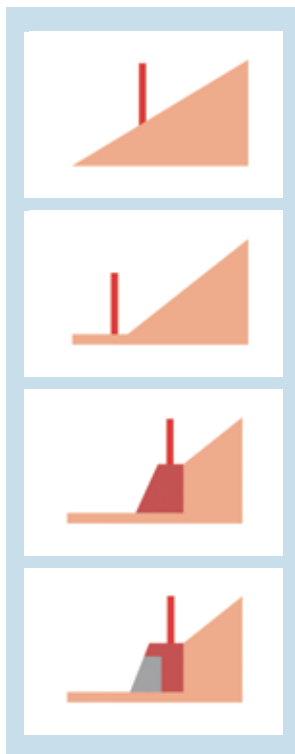
「ループフェンス」は、最大 1000kJ の落石を捕捉できるエネルギー吸収性能を持っています。

支柱間をループ状に巻きつけられたワイヤロープが緩衝装置内をスリップすることで理想的なエネルギー吸収が可能となりました。

特長

- 最大で 1000kJ の落石エネルギーに対応可能です
- ワイヤ 1 本に対し緩衝装置が 1 個と組立部品が少なく、施工が容易です
- ワイヤロープがループ状に巻付けられているため、落石捕捉時の張出し量が小さくなります。つまり道路際に設置可能です
- 落石時には、山側と谷側のロープが同時に働き、結果的にワイヤロープ間隔を狭める効果があります。つまり小径の落石に対し有効です
- 最大吸収能力、10m スパンおよび端末スパン等の実物実験を行い、性能確認済です

構造



実験

重錐の鉛直自由落下による衝撃载荷実験は、すべて欧州基準に基づいています。



国内最大級である 1000kJ の実物実験

支柱間隔 10m での実物実験



端末スパンに対する実物実験

施工例



北海道山越郡長万部町



静岡県掛川市



滋賀県犬上郡多賀町



岡山県浅口市



秋田県湯沢市



群馬県那須塩原市

【落石防護柵工】

超高エネルギー吸収落石防護柵

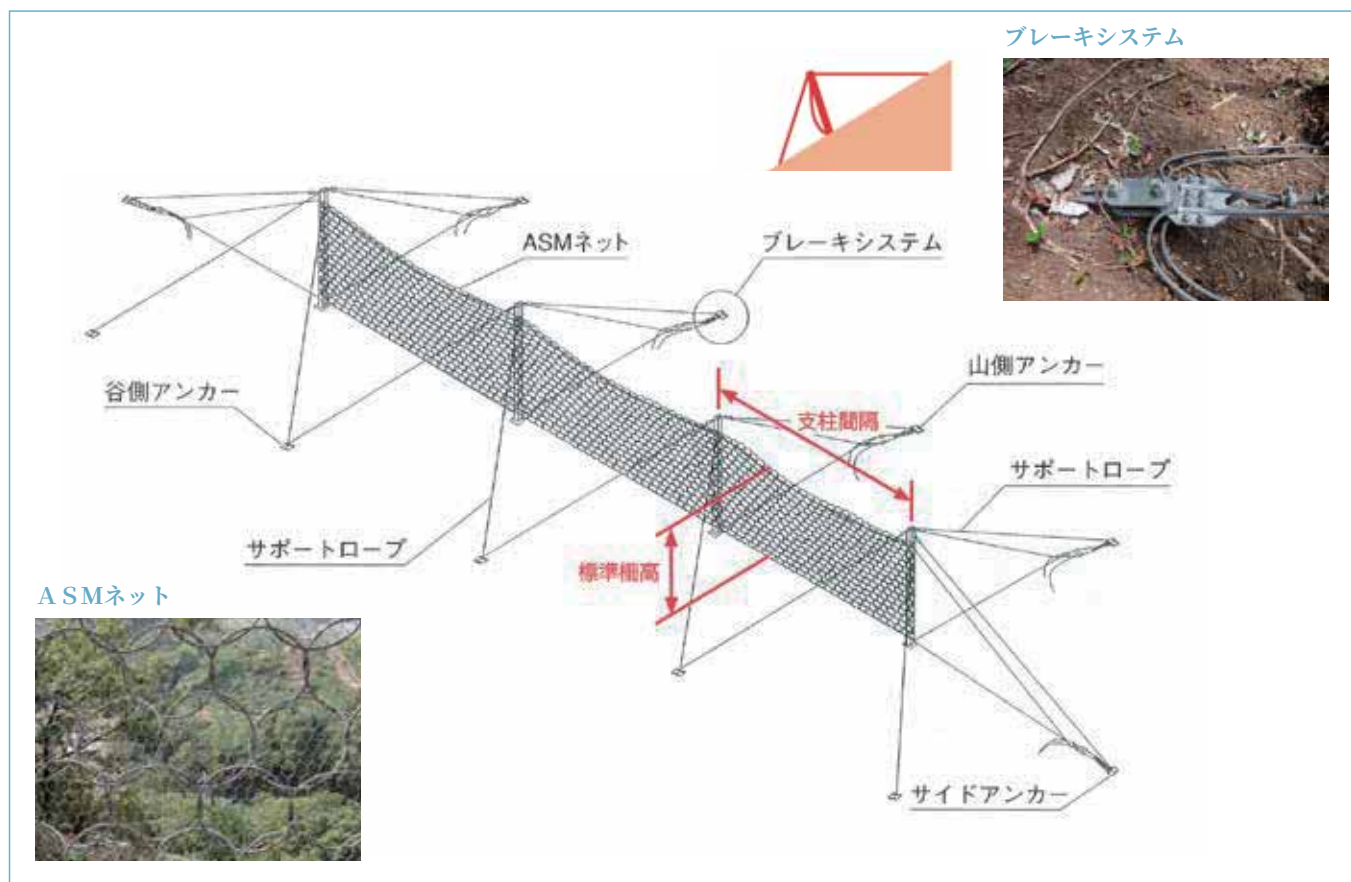
MJネット

ワイヤリングで作られた ASM ネット (ASM=アンチサブマリン) は、湾内に侵入する潜水艦を捕獲するために軍事利用されていたものです。MJ ネットは、ASM ネットに加え、本体を斜面に固定するワイヤーにブレーキシシステムを装備し 150kJ から最大 3,000kJ の落石エネルギーまで対応できる製品です。

特長

- 150kJ ～最大 3000kJ の落石エネルギーに対応可能です
- 現場で製作する構造物が少なく、施工が容易です
- スリムな形状は自然と調和し、景観を壊しません

構造



規格・仕様

仕様 \ 種類	C-015	C-025	C-075	C-10	C-15	C-30
エネルギー吸収能力*1	150kJ	250kJ	750kJ	1000kJ	1500kJ	3000kJ
標準柵高*2	3.0m	3.0m	3.5m	3.5m	4.0m	4.5m
支柱間隔*3	5.0～10.0m	5.0～10.0m	5.0～10.0m	5.0～10.0m	5.0～10.0m	5.0～10.0m

*1: 標準柵高、支柱間隔の変更により若干変化することがあります。

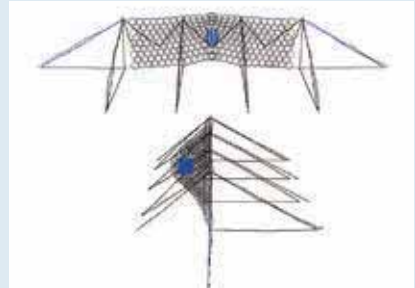
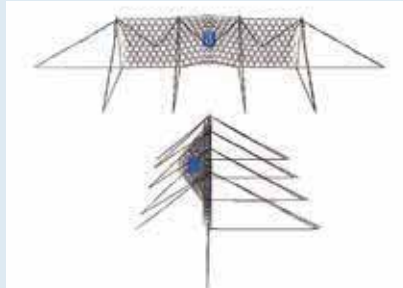
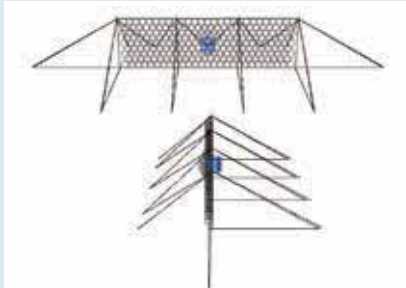
*2: 表示は標準寸法であり、変更も可能です。ただし、変更により吸収エネルギーが若干変化することがあります。

*3: 10.0mを標準として吸収エネルギーが算出されているため、支柱間隔を短縮した場合には、吸収能力が若干減少することがあります。

※ご要望により上記以外のモデルの製作も可能です。(仕様は予告無く変更する場合がありますのでご了承ください)

解析

動的解析（粒子法）によるシミュレーション



施工例



北海道虻田郡倶知安町



秋田県鹿角市



長野県上高井郡高山村



静岡県浜松市天竜区



広島県三次市



大分県中津市

【落石防護柵工】

簡易型高性能落石・雪崩防護柵

E-FENCE（イーフェンス）

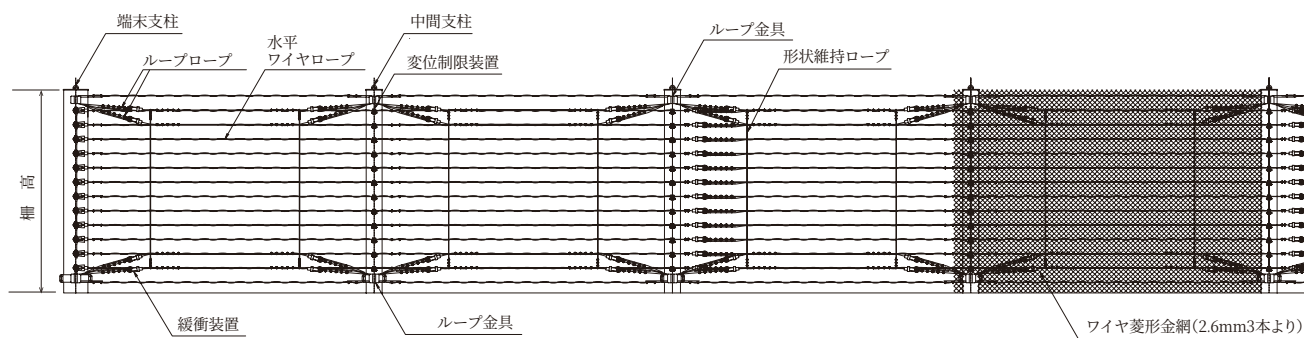
「E-FENCE」は、落石防護柵と雪崩予防柵の性能を兼ね備えた防護柵です。コンクリートを使わず、かつ全ての部材がリサイクル可能な環境低負荷低減型です。路側擁壁タイプ、路側地山根入れタイプ、山腹タイプと様々な場所に対応しています。

特長

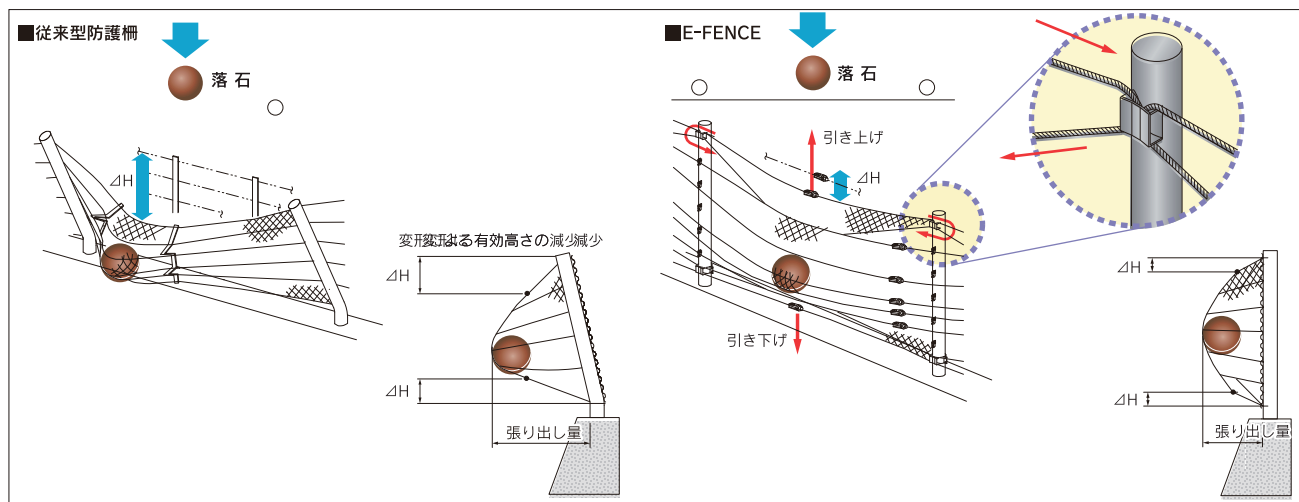
- 防護柵全体で落石エネルギーを吸収できます（500kJ まで対応）
- 有効高さの減少を抑止するループロープ構造です
- 現場でのトルク管理が不要な高性能緩衝装置を有しています
- 積雪時には通常の雪崩予防柵として機能します（積雪深は 5.0m まで標準対応）
- 斜面掘削がわずかなので、施工期間が短くて済みます



構造



有効高さ低減効果および滑車効果



実験

2種の重錐を異なった4箇所に衝突させ、性能を確認しています。



300KJにおける実物衝突実験の様子



変位制限装置が解除され広範囲にてエネルギーを吸収します



衝突後ループ構造により柵高減少を抑え支柱の変位もわずか

施工例



愛媛県南宇和郡愛南町（路側擁壁タイプ）



群馬県利根郡みなかみ町（路側地山根入れタイプ）



長野県北安曇郡白馬村（山腹タイプ）

【落石防護柵工】

既設 H 鋼式落石防護柵補強工法

ストロンガー工法

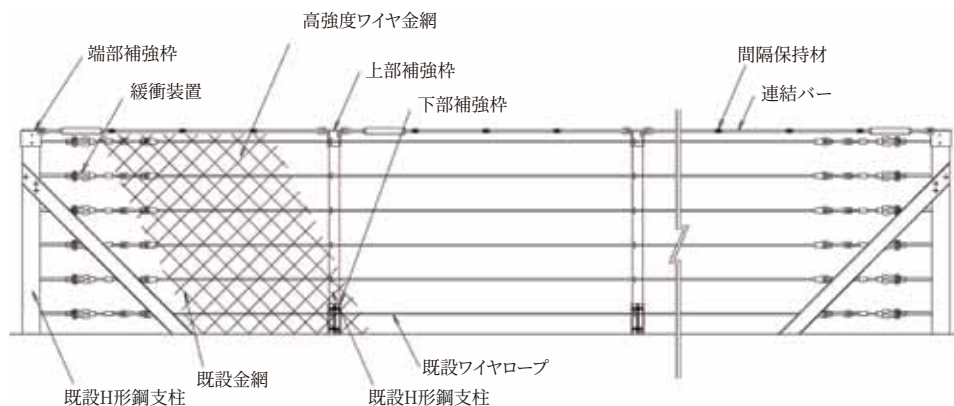
「ストロンガー工法」は、既存の落石防護柵をそのまま利用し、特別な加工を施すことなく簡易に補強・柵高のかさ上げを行うことができる工法です。

特長

- ワイヤロープに小型緩衝金具を取り付けることにより、吸収エネルギーを高めます（50～120kJ 程度）
- 新設・既設問わず、H 鋼式落石防護柵に対応できます
- 既設 H 鋼式落石防護柵を加工不要で補強するため、短期間で施工され経済的です
- 工具による締込み作業のみで、溶接作業、ガス・有機溶剤の使用、汚濁水等の心配はありません
- 既設 H 鋼式落石防護柵を解体不要で補強するため、大規模な交通規制や迂回路が不要です



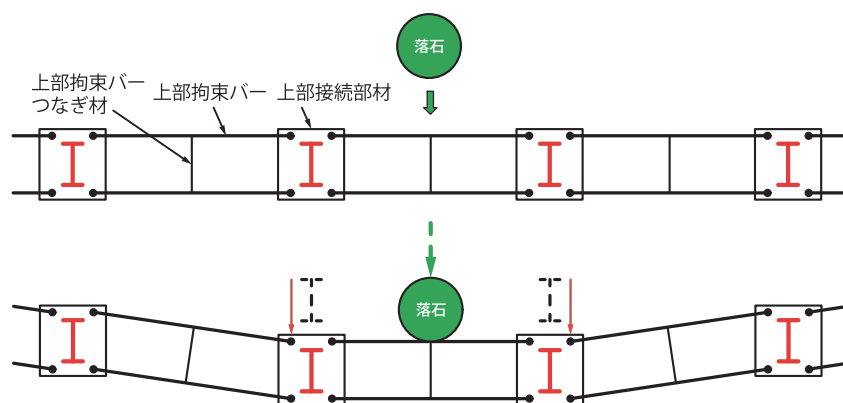
構造



上部接続部材



下部接続部材



補強部材により、H鋼支柱のねじれを予防します。



高強度ワイヤ金網
(2.6mm 3本より、50×50)

実験

実物衝撃载荷実験(自由落下)

重錘の自由落下により、H 鋼式落石防護柵補強後の吸収エネルギーと破損状況を確認しました。

ストロンガー工法による補強後は、支柱は変形するものの支柱の破断等には至らず、また重錘も捕捉しておりストロンガー工法の補強方法の妥当性を確認しました。また、支柱に直撃させた場合においても、隣接する複数の支柱により吸収エネルギーを分担することにより、支柱の破断には至らないことを確認しました。



施工例



富山県(補強タイプ/可能吸収エネルギーの向上)



福井県(かさ上げタイプ/柵高不足に対する対策工)



長野県(かさ上げ補強タイプ/柵高不足に対する対策工・可能吸収エネルギーの向上)



山梨県(部分かさ上げタイプ/必要な箇所のみかさ上げ)

【既設落石防護柵補強工】
既設落石防護柵補強工法

再強フェンス

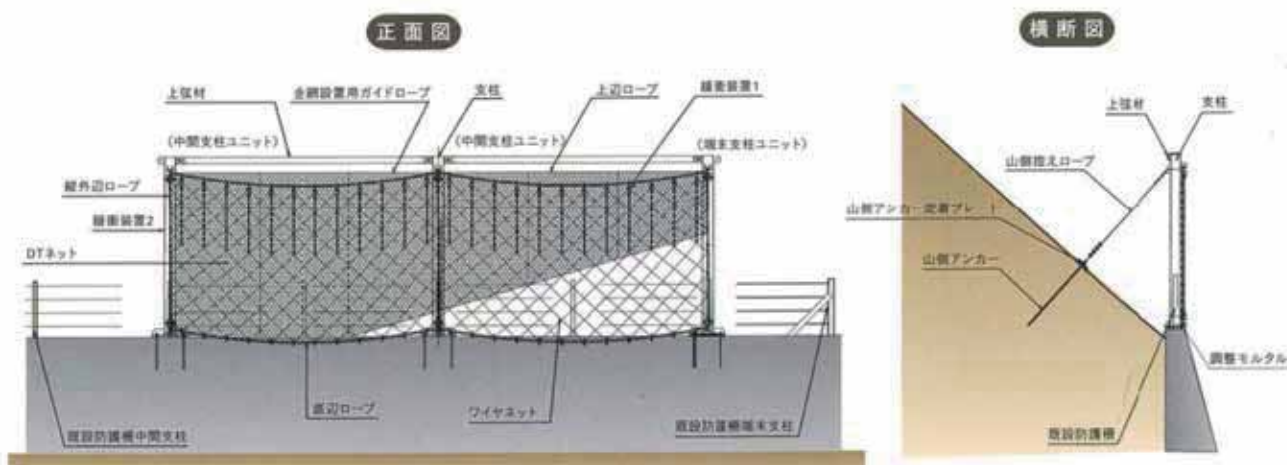
「再強フェンス」は、既設落石防護柵の柵高不足や耐力不足を補うために開発された経済性・環境性・施工性に優れた工法です。既設柵の撤去・再設置を行わずに、従来の落石防護柵を補強します。

特長

- 既設柵を再利用し、コストを削減します
- 大掛かりな作業は不要で、現場で一から組み立てる手間もかかりません
- 廃材の発生を最小限に抑えることが可能です
- 樹木の伐採範囲や斜面の掘削量を最小限に抑えます
- シンプルなフェンス構造で、破損した部分の交換が容易です



構造



実験

実物衝撃载荷実験により各部材と全体構造の性能を確認しました。

ワイヤネット単独の重錐落下実験（自由落下）



落石を防護する支持面であるワイヤネット単独のエネルギー吸収性能を確認し、実構造の基礎資料としました。

実物モデルでの衝撃载荷実験（振り子式）



再強フェンスの妥当性を実構造により確認し、全体の挙動の確認及び性能を照査しました。

200kJの落石エネルギーを捕捉する性能を有していることを確認しました。

施工例



群馬県みどり市東町 柵高：6.0m



富山県黒部市宇奈月町（黒部峡谷トロッコ電車 鐘釣駅）
柵高：3.0m（着色タイプ）



兵庫県美方郡新温泉町
【補強前】柵高：2.0m、対応落石エネルギー：50kJ
【補強後】柵高：4.0m、対応落石エネルギー：200kJ



群馬県高崎市箕郷町
【補強前】柵高：2.0m
【補強後】柵高：3.0m、対応落石エネルギー：100kJ

ループフェンス・Eタイプ

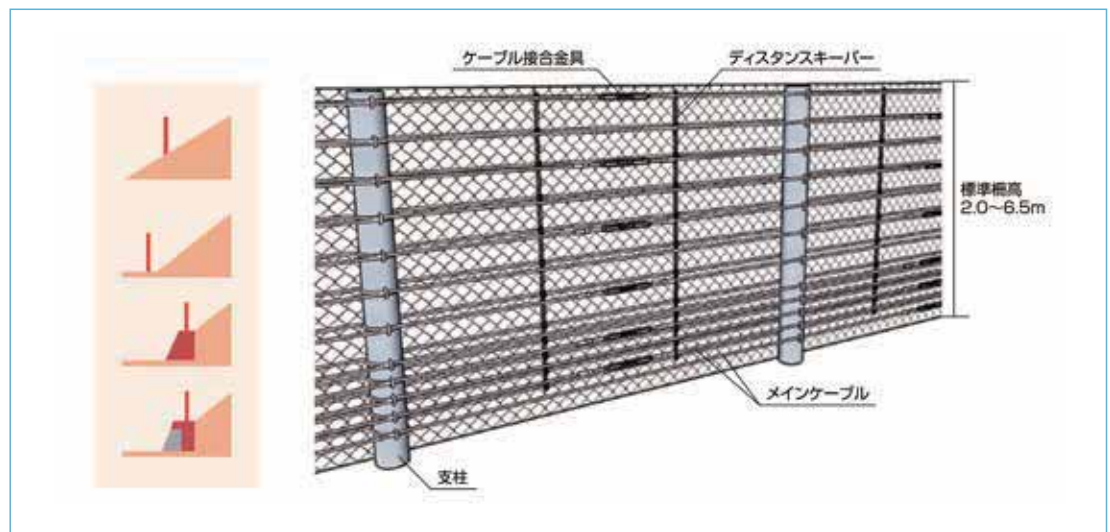
「ループフェンス・Eタイプ」は、従来から高エネルギー吸収型落石防護柵として用いられてきたループフェンスをベースとした、技術・実績ともに信頼性の高い崩壊土砂防護柵です。

特長

- 支柱は土砂衝撃に適した仕様にてφ 216.3/267.4/318.5mm を揃え、条件に応じた選択が可能です
- メインケーブルは脱着が容易で、メンテナンス性に優れています。
- チェーン式のディスタンスキーパーは、残留変形を起こさないため再利用が可能です
- 部品構成がシンプルであるので、部分開放等にてメンテナンスを行います



構造



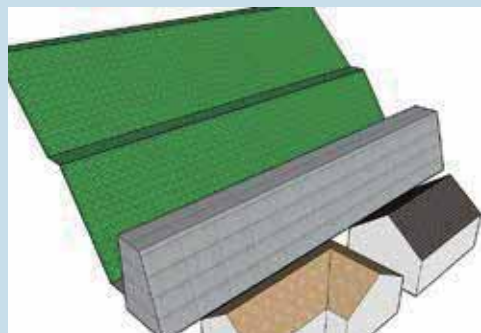
配置例

効果的な配置例

メリット

- 切土整形が殆どない
- 土地の範囲がきわめて少ない
- 景観になじみ、圧迫感がない

切土+重力式擁壁の場合



ループフェンス・Eタイプの場合



実験

崩壊土砂を衝突・堆積させる実物実験にて、その高い性能を確認しています。



実物を用いた公開実験



衝突土砂



堆積土砂

優れたメンテナンス

部分解放することで、条件の悪い現場でも迅速な復旧作業が可能です。



山側での除去作業例



谷側での除去作業例

施工例



北海道ひだか町



長野県上伊那郡辰野町



福井県大飯郡おおい町



兵庫県芦屋市

【待受防護柵工】

鉛直式崩壊土砂防護柵

スロープガードフェンス タイプ LE

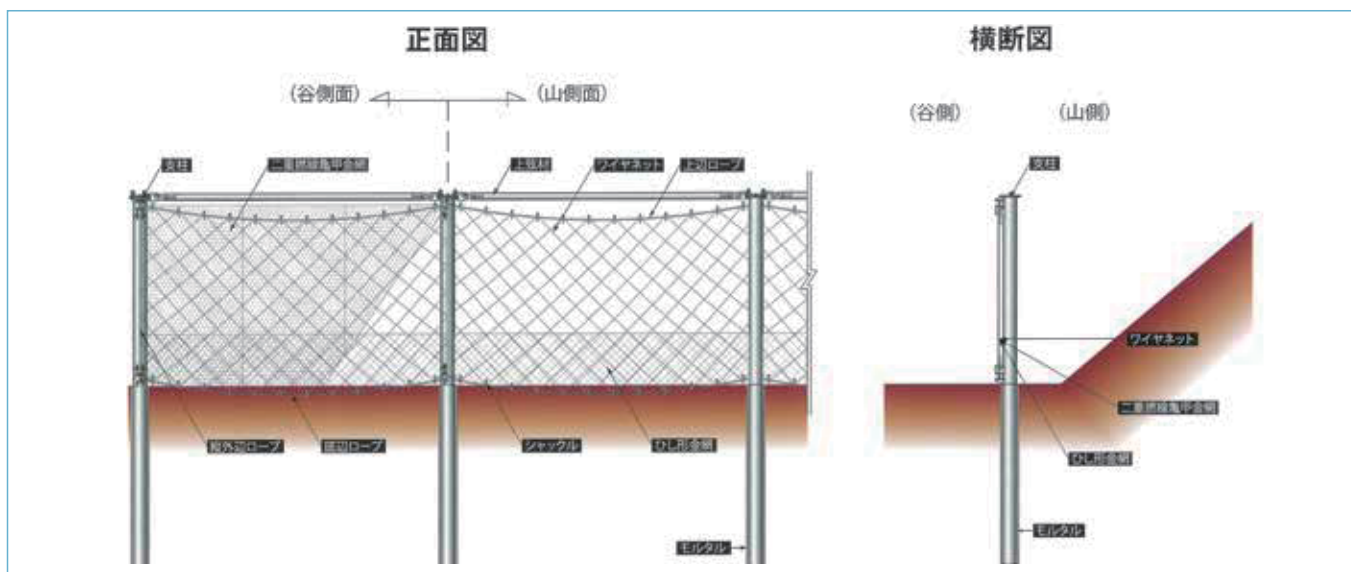
「スロープガードフェンス タイプ LE」は、崩壊土砂を受け止める待ち受け型の土砂防護柵です。支柱の基礎部が杭構造になっているため、軟弱な地盤や土砂を堆積させるスペースが少ない箇所でも設置を検討することができます。

特長

- 「軟弱地盤」や「スペースの少ない狭隘地」でも効果的に設置ができる杭基礎構造です
- 現場の条件に合わせて最適な基礎構造タイプを選定できます
- 維持管理性と土砂捕捉性能が高いパネル式ワイヤネットを使用しています
- 実規模実験により、100kJ までの落石にも対応が可能であることを確認しています



構造



復旧作業事例

受撃面に設置しているパネル式ワイヤネットは、支柱間ごとに取り外しが可能です。被災後の堆積土砂排出の際には、ワイヤネットを取り外し、道路側から直接、堆積土砂の排出作業を行うことができます。



土砂捕捉状況



パネル式ワイヤネット・金網の取り外し状況



排土状況

実験

土砂衝撃力と堆積土圧を再現した実規模実験を行っています。

土砂衝撃力に相当する 疑似荷重載荷実験



土砂衝撃力に関しては、あらかじめ载荷した土のうへ重錐を自由落下させ、性能を確認しました

土圧力に相当する 疑似荷重載荷実験



各支柱間に180kNの大型土のうを载荷して、堆積土圧への対応を確認しました

実物衝撃载荷実験（自由落下）



100kJ 規模の重錐の捕捉を確認しました

施工例



茨城県高萩市秋山



山形県南陽市



静岡県静岡市



北海道千歳市幌見内（環境色塗装タイプ）

【雪崩予防柵工】

斜面設置型軽量雪崩予防柵

ARC フェンス S タイプ

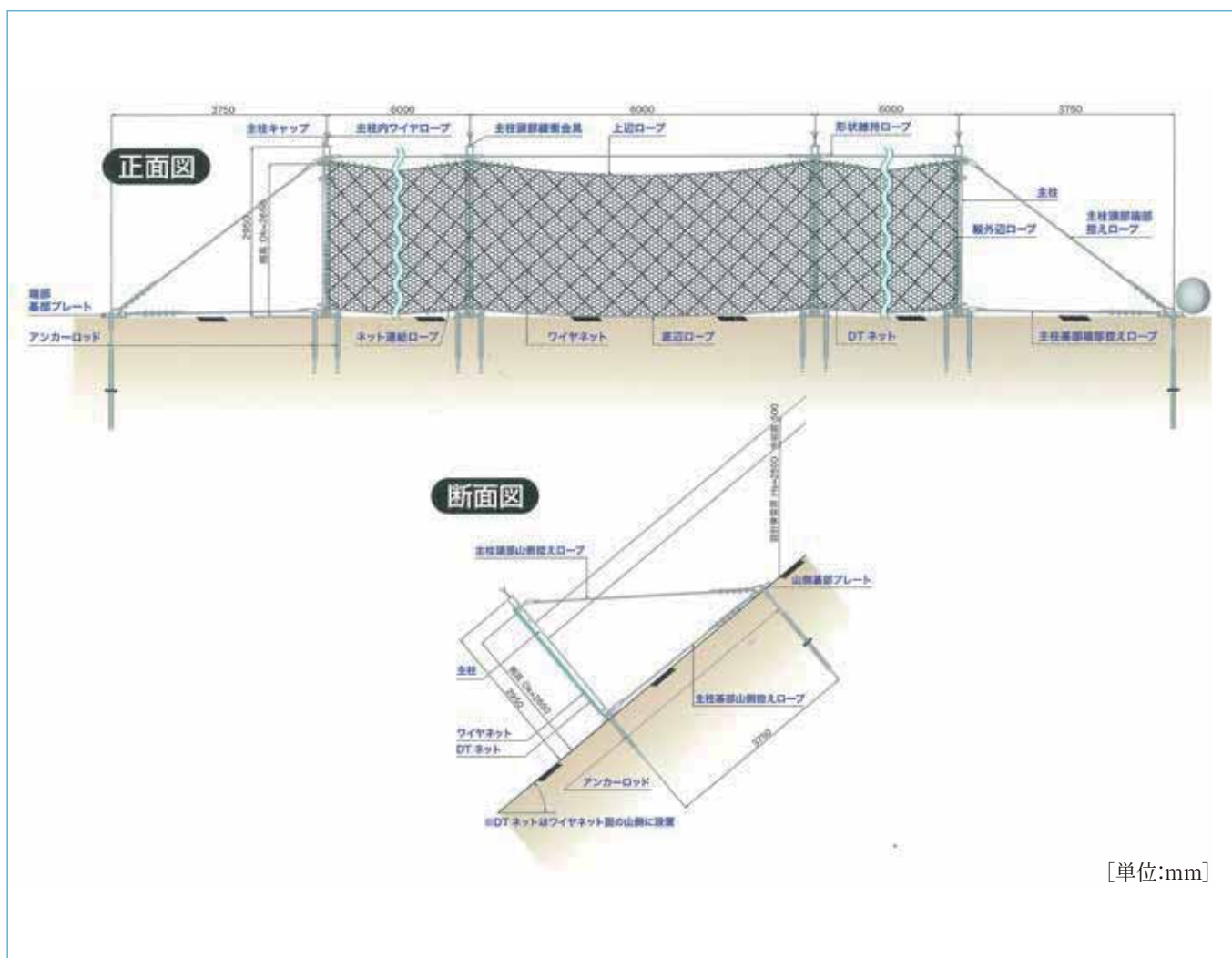
「ARC フェンス S タイプ」は、主に斜面上に設置する雪崩予防柵です。落石防護柵 ARC フェンスを改良して、雪圧を受けても十分な耐力を持つ雪崩予防柵として開発された工法であるため、落石の危険のある積雪斜面など適用可能な箇所が拡大しています。

特長

- 積雪深 3.0m までの雪崩予防に最適です
(グライド係数 3.2 以上は 2.5m まで)
- 落石エネルギー 50kJ まで対応可能です
- 雪の抜け落ちがない連続構造です
- 地形の変化を最小限に留めることができる、周辺環境への影響が少ないシンプルな構造です
- 軽量の部材を組み合わせた工法で、大型重機を使用せず人力施工が可能です



構造



実験

実物衝撃载荷実験(振り子式)

ARCフェンス Sタイプの落石防護柵としての適用範囲を照査するために、実物衝撃载荷実験を行いました。その結果、50kJの落石エネルギーに対応することが確認されています。また、新開発のワイヤネットの採用によって、落石捕捉時のネットの変形量を従来工法(当社製品比)に比べて小さく抑えることができます。



No.	重錐重量 (kg)	落下高さ (m)	積荷エネルギー (kJ)	ネット変形量 (m)
1	200	15	30	1.5
2	200	20	40	1.8
3	470	11	50	1.8

施工例



福島県南会津郡只見町



山形県



北海道二世郡八雲町



新潟県

スロープガードフェンス タイプ LS

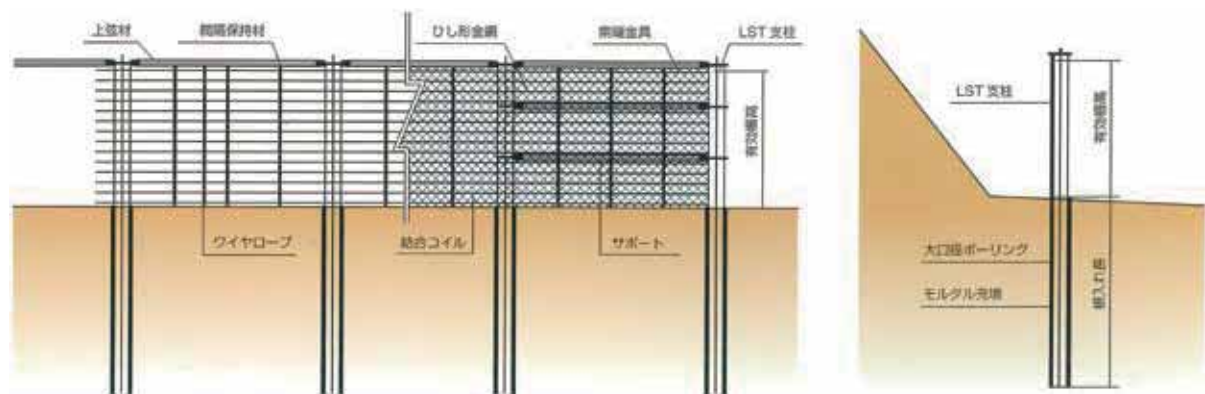
「スロープガードフェンス タイプ LS」は、雪崩予防柵、せり出し防止柵としてだけでなく、雪崩衝撃力が作用する雪崩防護柵としても使用することができる万能な雪崩対策工法です。

特長

- 軟弱な地盤でも地盤改良が必要ない上部・基礎一体型の構造です
- 土砂崩壊防護柵を雪崩対策工法として応用した雪崩防護柵であり、雪崩衝撃力を考慮することが可能です
- 支柱を鉛直に建て込むため、雪尻がでにくく従来工法に比べて雪崩発生の危険がありません
- 「軟弱地盤」でも地盤改良や杭基礎の検討をする必要がなく、施工期間やコストの縮減が可能になります



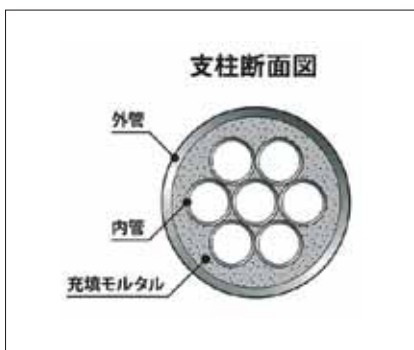
構造



軟弱な地盤でも地盤改良が必要ない上部・基礎一体型の構造

スロープガードフェンスは、支柱本体が杭構造であるため基礎構造と併用することができます。軟弱な地盤条件の現場に設置する際に、地盤改良や杭基礎の検討をする必要がなく、施工期間やコストの縮減が可能になります。

支柱部材に使用されているLST鋼管は、鋼管内部に小口径鋼管を束ねて設置して、モルタルを充填した特殊補強支柱部材です。全方向に対して高い強度を有しており、あらゆる方向からの雪崩などの外力に対応することが可能です。



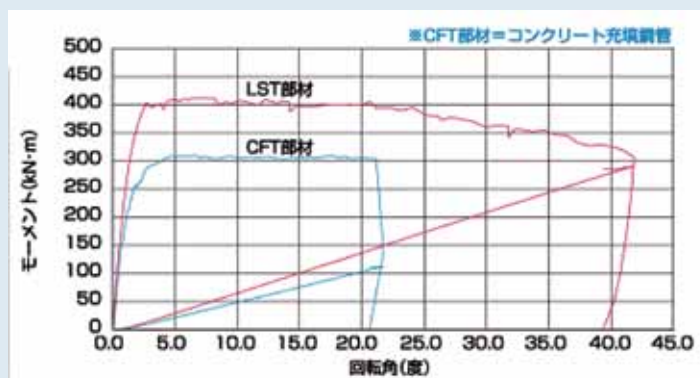
実験

LST鋼管の耐力は、重錘落下実験及び静的載荷実験により確認されています。

静的載荷実験では、LST鋼管内部の小口径鋼管の変形効果により外側鋼管の応力集中を防止するため、最大変形40度を超えても支柱は破断せず、耐力を保持したまま変形を続けました。長時間の継続的な荷重にも対応することが可能な耐荷材と言えます。



静的載荷実験の状況



LST 鋼管の変形角と曲げ耐力の関係

施工例



北海道小樽市(柵高 6.5 m)



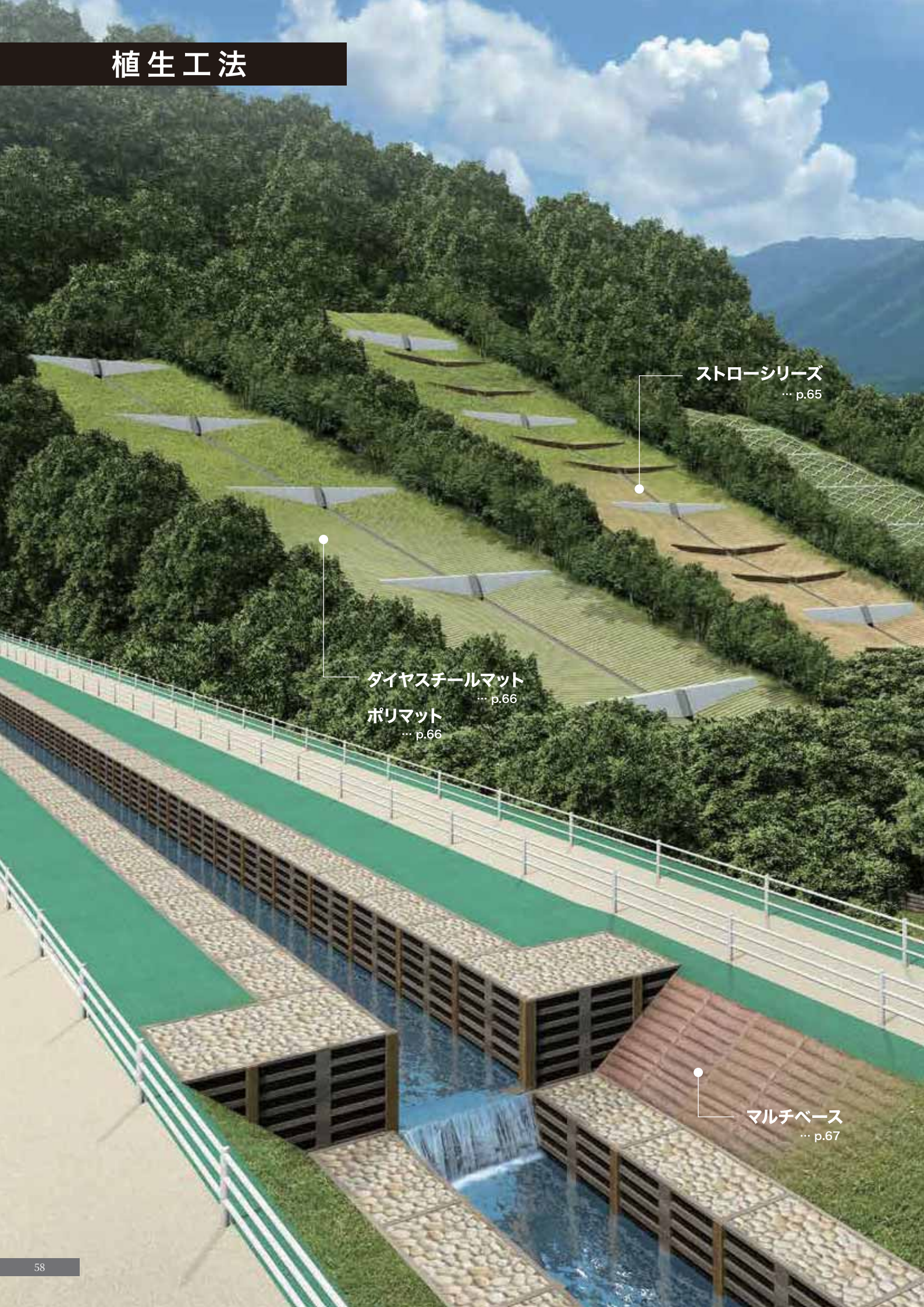
新潟県上越市(柵高 4.5m)



新潟県長岡市(柵高 11.5m)



新潟県小千谷市(柵高 5.0m)



ストローシリーズ
… p.65

ダイヤスチールマット
… p.66
ポリマット
… p.66

マルチベース
… p.67



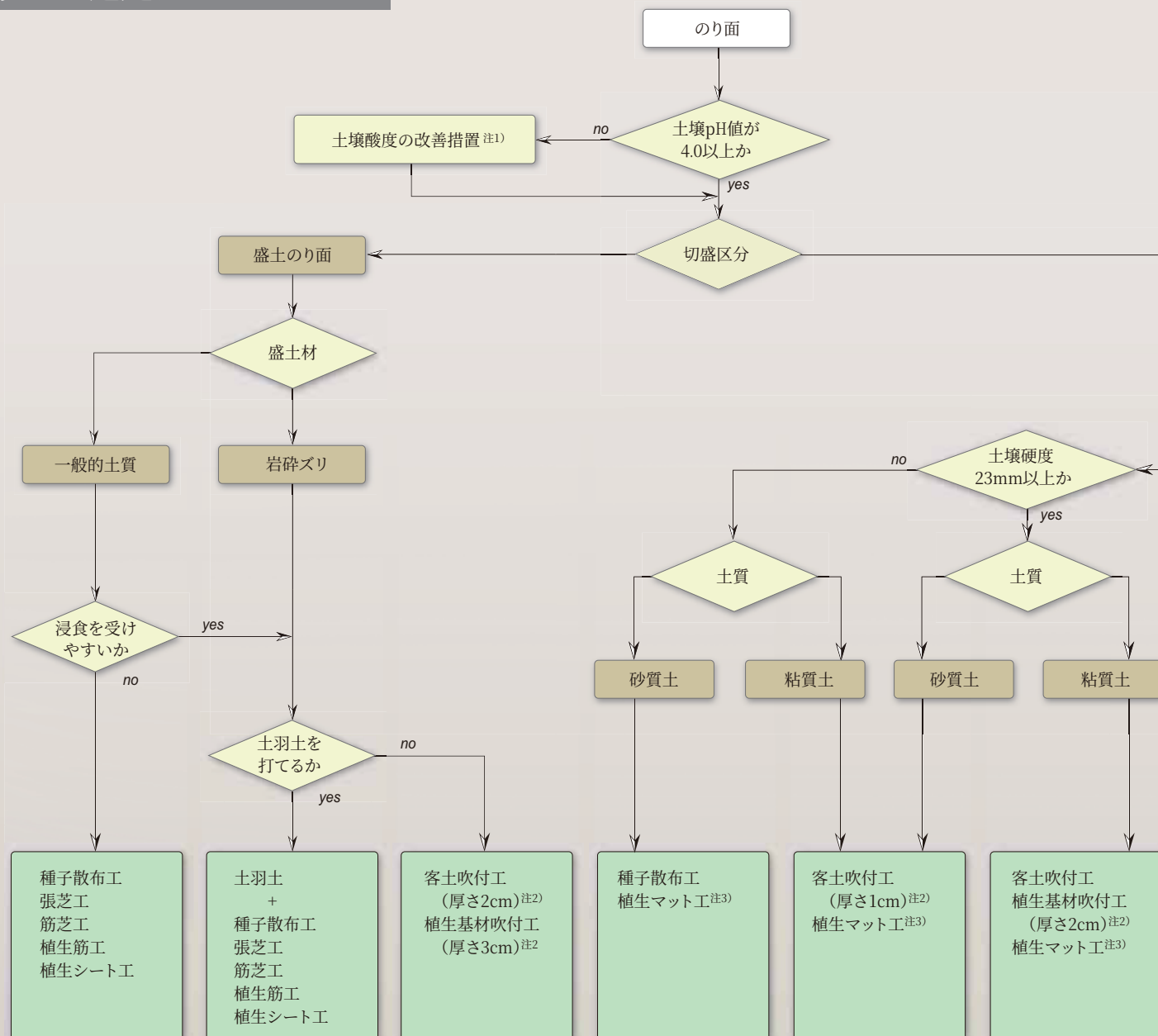
ガードレインシリーズ

… p.62

ストローキャッチャーシリーズ

… p.64

植生工選定チャート



注1): 土壌酸度の改善措置が不可能な場合はブロック張工などの構造物工のみの適用を検討する。

注2): 吹付厚さは緑化目標も考慮して決定する。

注3): 植生マットを適用する場合には、植生基材が封入されたもので、その機能が同条件での植生基材吹付工の吹付厚さに対応した製品を使用する。

適用
商品

ガードレインマット

ガードレインシート (スタンダードタイプ、タイプR)

510、510/HBK、510/SK タイプ

510/H、510/HBK/H、510/SK/H タイプ

510、510/HBK/、510/SK タイプ

50タイプ

60タイプ

100タイプ

ワイヤーストロウ

ワイヤーストロウ

Gタイプ

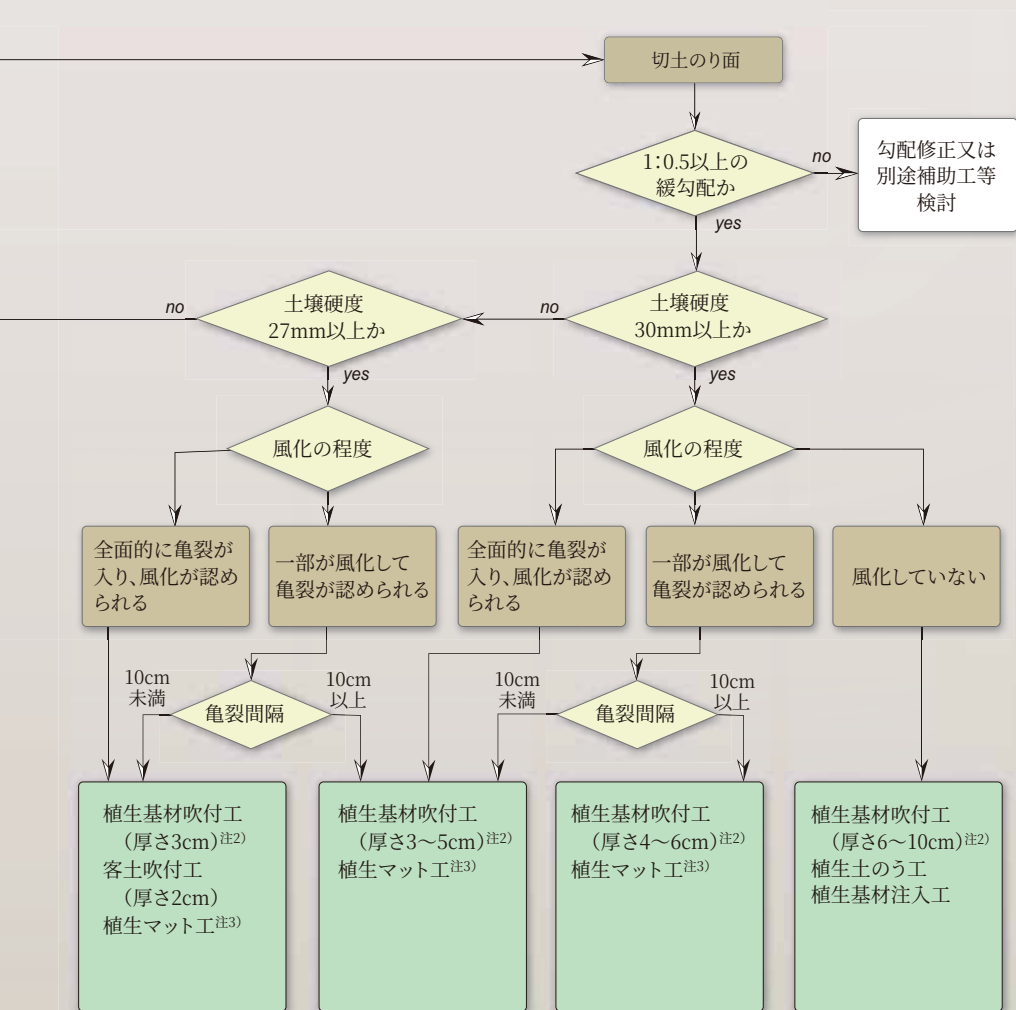
II型

II型

III型

88タイプ

88タイプ



(社)日本道路協会：「道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)」より引用 (p.228～229)

【菱形金網】

製品と一体化された菱形金網(Φ2mm, 50mm目合)で、斜面の土砂や石礫の崩落を抑止します。積雪、風およびニホンジカの踏圧に対しても、斜面からずれ落ちにくくします。

【亀甲金網】

製品と一体化された亀甲金網(Φ0.7mm, 40mm目合)で、強度を保ちながら、あらゆるのり面になじみます。あわせて、斜面からずれ落ちにくくします。

【ワラ】

国産のワラ材を使用しており、ワラの目付量が大きいので、高い侵食防止効果を発揮します。また、ワラのもつ保温性や保水性によって、のり面の環境を良好に保ちます。

【ポリエチレンネット】

腐食しにくいポリエチレンネットで、長期間にわたってのり面を保護します。

		商品名	素材
ガードレインマット (GS - GB - 30)	(GS - GB - 10)	ガードレインシリーズ	不織布 ポリエチレンネット (菱形・亀甲金網)
		ストローキャッチャーシリーズ	ワラゴモ 有機植物ネット (菱形・亀甲金網)
	ストローキャッチャーⅡ型	ストローシリーズ	亀甲金網 特殊加工ワラゴモ
Sタイプ	I型	ダイヤスチールマット	菱形金網 ポリエチレンネット
		マルチベース	亀甲金網 特殊加工ワラゴモ 有機植物ネット
180タイプ	120タイプ	ポリマット	ポリエチレンネット

【植生工（植生マット・植生シート）】
土壌流出防止材

ガードレインシリーズ

「ガードレインシリーズ」は、雨滴による衝撃を緩和しながら植生に必要な水分を土中に浸透させることが可能な土壌流出防止材です。

特長

- 植生基材が流出を抑える多重構造です
- 不織布の効果により、施工直後から種子や土壌の流出を防止します
- 雨水によるシート（マット）の溶解が起こらないため、長期間にわたり侵食を防止できます
- 植生袋の厚みにより、大型種子の補足効果が高まります（ガードレインマット）
- 工場生産のため、安定した品質を確保します

ガードレインシート
スタンダードタイプ

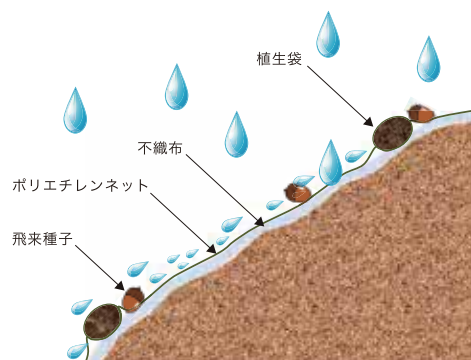
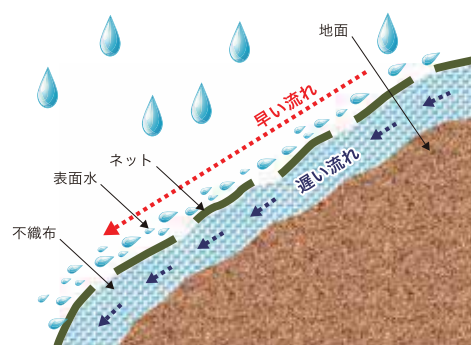
ガードレインシート
タイプR



ガードレインマット

ガードレインマット
(菱型金網付)

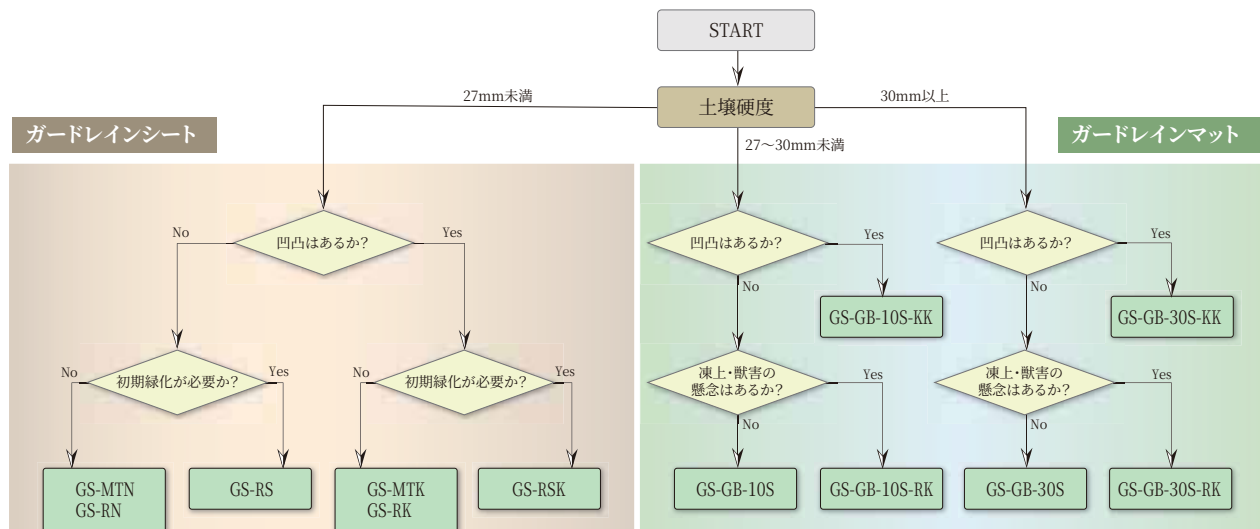
ガードレインマット
(亀甲金網付)



規格・仕様

製品名	品番	幅 (m)	長さ (m)	種子・肥料	素材
ガードレインシート スタンダードタイプ ＜耐侵食強化型＞	GS-MTN	1, 2	25	なし	不織布・ポリエチレンネット
	GS-MTK	1	10	なし	不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
ガードレインシート タイプR ＜耐侵食・緑化バランス型＞	GS-RN	1, 2	25	なし	不織布・ポリエチレンネット
	GS-RS	1		あり	
	GS-RK	1	10	なし	不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-RSK	1		あり	
製品名	品番	幅 (m)	長さ (m)	植生基材 (g/m ²)	素材
ガードレインマット ＜切土・軟岩対応型＞	GS-GB-10S	1	10	1000	不織布・ポリエチレンネット
	GS-GB-10S-KK				不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-GB-10S-RK				不織布・ポリエチレンネット・菱形金網
	GS-GB-30S	1	5	3000	不織布・ポリエチレンネット
	GS-GB-30S-KK				不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-GB-30S-RK				不織布・ポリエチレンネット・菱形金網

ガードレインシリーズ選定フロー（適用範囲）



施工例



施工前



施工 1 ヶ月後



施工 4 ヶ月後



砂防工事



載荷盛土



風力発電取付道路

施工手順



のり面を平滑に整形
浮石、雑草等の除去



のり肩部分の固定



シートをのり肩より展開
アンカー、止め釘で固定



隣接するシートを所定の位置で
ラップ
アンカー、止め釘で固定

※製品は設置箇所の凹凸に馴染ませるように展開して施工してください。

【植生工（植生シート）】
郷土種定着型植生シート

ストローキャッチャーシリーズ

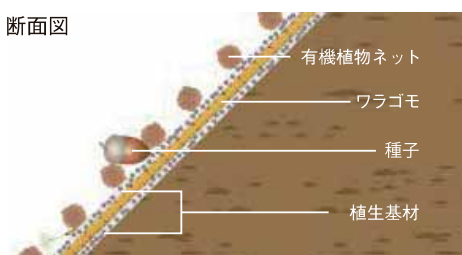
「ストローキャッチャーシリーズ」は、周辺植物の種子を有効活用することによって、本来あるべき姿のままでの自然の回復を目指す「郷土種定着型植生シート」です。

特長

- 立体構造のある有機植物（ヤシ繊維）ネットを使用することで、種子補足能力をアップさせます
- 侵食防止効果の高い自然素材である、稲わらを使用しています
- 郷土種緑化に適した遅効性肥料を配合しています
- 軽量で施工性が抜群です



断面図



規格・仕様

製品名	品番	幅 (m)	長さ (m)	肥料袋間隔 (m)	外層材料
ストローキャッチャー	SC-510	1.0	8.0	肥料袋なし	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット
	SC-510/H	1.0	8.0	0.5	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット
ハイブリッド ストローキャッチャー	SC-510/HBK	1.0	8.0	肥料袋なし	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット・亀甲金網
	SC-510/HBK/H	1.0	8.0	0.5	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット・亀甲金網
スーパー ストローキャッチャー	SC-510/SK	1.0	8.0	肥料袋なし	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット・菱形金網
	SC-510/SK/H	1.0	8.0	0.5	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット・菱形金網
ストローキャッチャーII型 (岩質用)	SC-II	1.0	6.0	厚層植生袋	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット
	SC-II/KK	1.0	6.0	厚層植生袋	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット・亀甲金網
	SC-II/RK	1.0	6.0	厚層植生袋	特殊加工ワラゴモ・有機植物ネット・菱形金網

施工例



1年後



2年後



【植生工（植生シート）】

金網付植生シート / 金網付張芝

ストローシリーズ

「ストローシリーズ」（ストローシート（金網付植生シート）、ワイヤーストロー（金網付張芝））は、従来の「種子吹付工法」「ワラゴモ張り工法」「金網工法」を一つにした製品です。そのため、複雑な作業手順がなくなり、容易に施工できます。

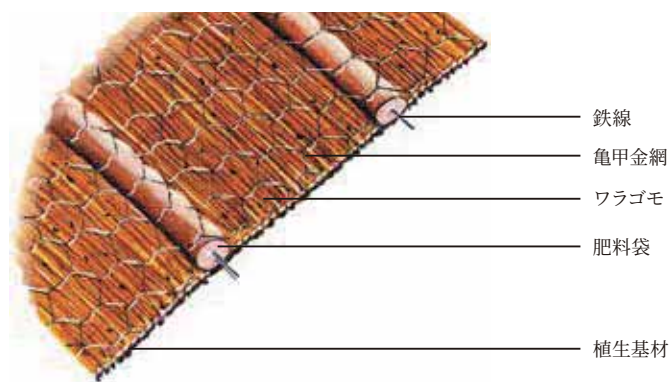
特長

- 植生基材を付着させたワラゴモに金網を装着した多重構造で、基材に安定性があります
- ワラゴモは保水効果が高く、降雨などによる侵食防止効果を発揮します
- ワラゴモは保温効果が高く、凍上・融解の厳しい地区においても対応可能です
- 軽量で施工性に優れます
- 遅効性肥料を配合しており、安定した植生が持続します（ストローシート）
- 工場生産のため、安定した品質を確保します

ストローシート



ワイヤーストロー



規格・仕様

製品名	品番	幅 (m)	長さ (m)	肥料袋間隔 (m)	配合種子	外層材料	適用範囲
ストローシート	SS-50	1.0	10.0	0.5	牧草種主体	亀甲金網 (φ0.7×40mm)	土壌硬度30mm 未満
	SS-60Z	1.0	10.0	0.6	在来種主体		土壌硬度27mm 未満
	SS-100	1.0	10.0	1.0	牧草種主体		土壌硬度23mm 未満
ワイヤーストロー	WS-1000	1.0	10.0	肥料袋なし	牧草種主体	特殊加工ワラゴモ	土壌硬度23mm 未満
	WS-1000Z	1.0	10.0	肥料袋なし	在来種主体		

施工例



3ヶ月



【植生工（植生マット）】
金網付植生袋

ダイヤスチールマット

植生袋を菱形金網とポリエチレンネットに装着した「ダイヤスチールマット」は、表層滑落を防ぎのり面を確実に安定させます。

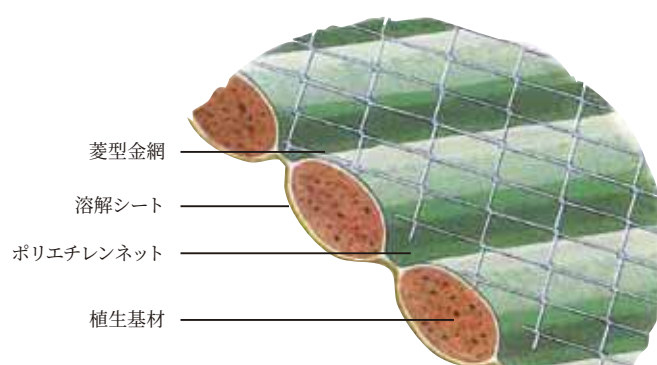
特長

- 湧水や流出に強い多重構造です
- 有機質材を多用し、安定した植生を図れます
- 工場生産による安定した品質と優れた施工性で、冬季施工が可能です

DM-S



DM-G



規格・仕様

品番	幅 (m)	長さ (m)	植生基材 (本/m ²)	外層材料	適用範囲
DM-S	1.0	3.0	8.6	菱形金網 (φ2.0×50mm)	軟岩用
DM-G	1.0	6.0	2.8	ポリエチレンネット	土砂・礫混り土用

施工例



1年8カ月後



【植生工（植生マット）】

特殊被覆植生袋

マルチベース

植生袋を亀甲金網、ワラゴモおよび有機植物ネットに装着した「マルチベース」は、自然分解する素材を用いたエコロジー製品で、表土の安定と保水性に優れています。

特長

- 湧水や流出に強い多重構造です
- 有機質材を多用し、安定した植生を図れます
- 工場生産のため安定した品質を保証します



左：MB-III、右上：MB-II、右下：MB-I

規格・仕様

品番	幅 (m)	長さ (m)	植生基材 (本/m ²)	外層材料	適用範囲
MB-I	1.0	3.0	8.6	亀甲金網 (φ0.7×40mm)	軟岩用
MB-II	1.0	5.0	4.2	特殊加工ワラゴモ	風化岩用
MB-III	1.0	6.0	2.8	有機植物ネット	土砂・礫混り土用

施工例



半年後



【植生工（植生マット）】

ネット付植生袋

ポリマット

植生袋をポリエチレンネットに装着した「ポリマット」は植生基材を多く使用しており、のり面を確実に安定させながら緑化を図ります。

特長

- 有機質材を多用し、安定した植生を図れます
- 工場生産のため、安定した品質を確保します



左からPM-180、PM-120、PM-88

規格・仕様

品番	幅 (m)	長さ (m)	植生基材 (本/m ²)	外層材料	適用範囲
PM-180	1.0	3.0	8.6	ポリエチレンネット	軟岩用
PM-120	1.0	4.0	6.0		風化岩用
PM-88	1.0	5.0	4.2		土砂・礫混り土用

施工例



2年後



製造・発売元

前田工織株式会社

東京本社／〒105-0011 東京都港区芝公園2-4-1

東京営業部 芝パークビルA館12F

TEL.03-6402-3944 FAX.03-6402-3945

福井本社／〒919-0422 福井県坂井市春江町沖布目38-3

福井営業部 TEL.0776-51-9200 FAX.0776-51-9236

札幌支店／TEL.011-733-3360 FAX.011-733-3365

仙台支店／TEL.022-726-6670 FAX.022-726-6671

新潟支店／TEL.025-250-7803 FAX.025-250-7806

名古屋支店／TEL.052-971-8020 FAX.052-971-8021

大阪支店／TEL.06-6201-0313 FAX.06-6201-0668

広島支店／TEL.082-262-5555 FAX.082-262-5565

四国支店／TEL.089-998-3577 FAX.089-998-3511

福岡支店／TEL.092-282-1033 FAX.092-282-1035

盛岡営業所／TEL.019-606-3386 FAX.019-606-3078

金沢営業所／TEL.076-288-6077 FAX.076-288-6078

沖縄営業所／TEL.098-860-3404 FAX.098-860-3418

岡山事務所／TEL.086-805-0355 FAX.086-805-0357

鹿児島事務所／TEL.099-295-3226 FAX.099-295-3256

<https://www.maedakosen.jp/mdk>

日本は、急峻な山地や崖地が多い上に、プレートとプレートの境界に位置するため地震や火山活動も活発です。台風や集中豪雨などの気象条件も加わり、自然災害が発生しやすい国土となっています。

地球温暖化等の気候変動の影響により、過去に比べて異常気象などの発生の可能性が高まっている今、前田工織は、予防「PREVENT」と防護「PROTECT」で災害に強い「まち」「くに」づくりを支援する工法・製品をご提案いたします。