MAEDAKOSEN

斜面防災
総合カタログ

SLOPE DISASTER MANAGEMENT





前田工繊

MAEDAKOSEN

安全・安心な「まちづくり」の実現へ

前田工繊は、災害に対して予防（PREVENT）と防護（PROTECT）の観点から製品・工法を提案し、持続可能な国土の形成に貢献します。



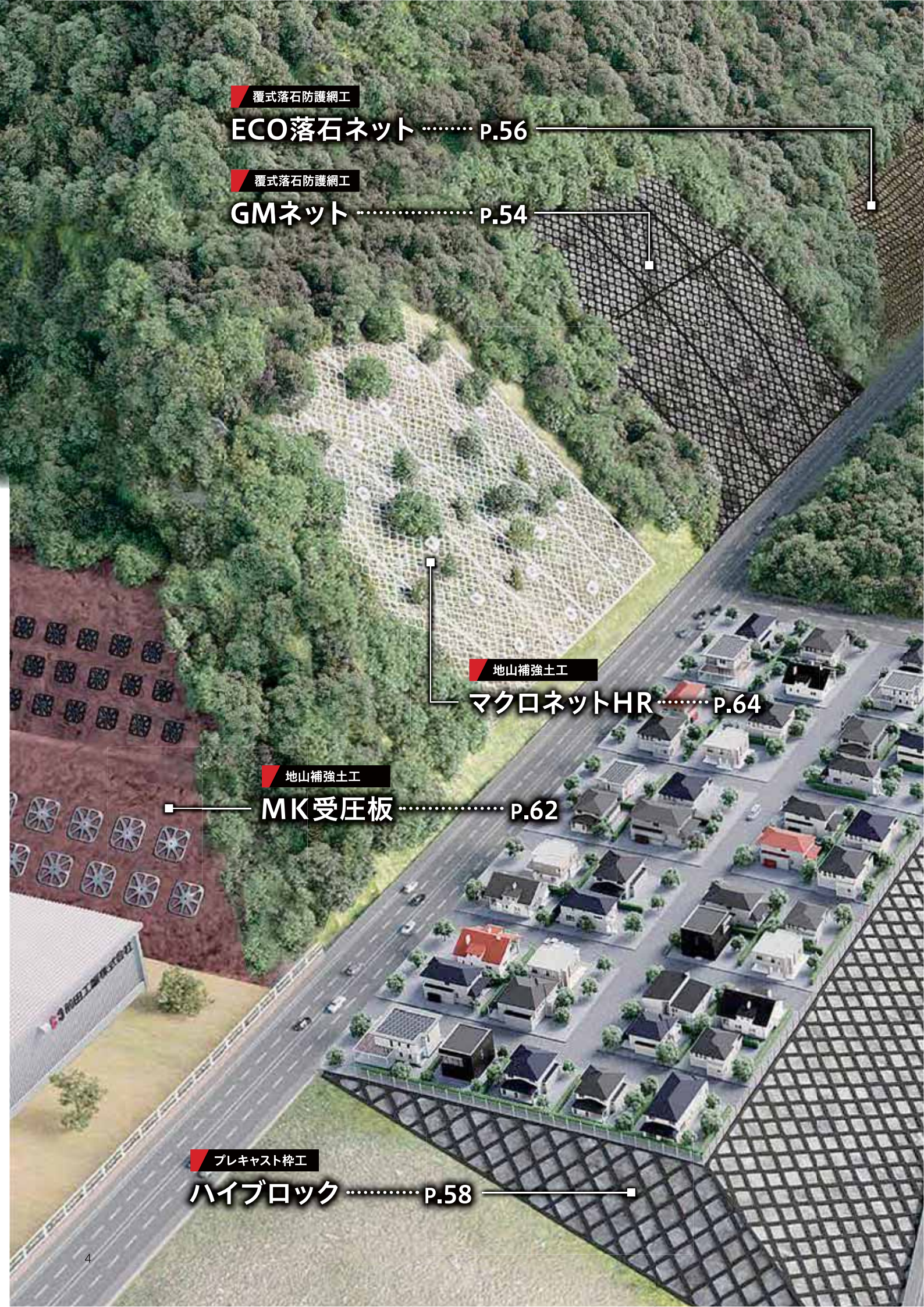


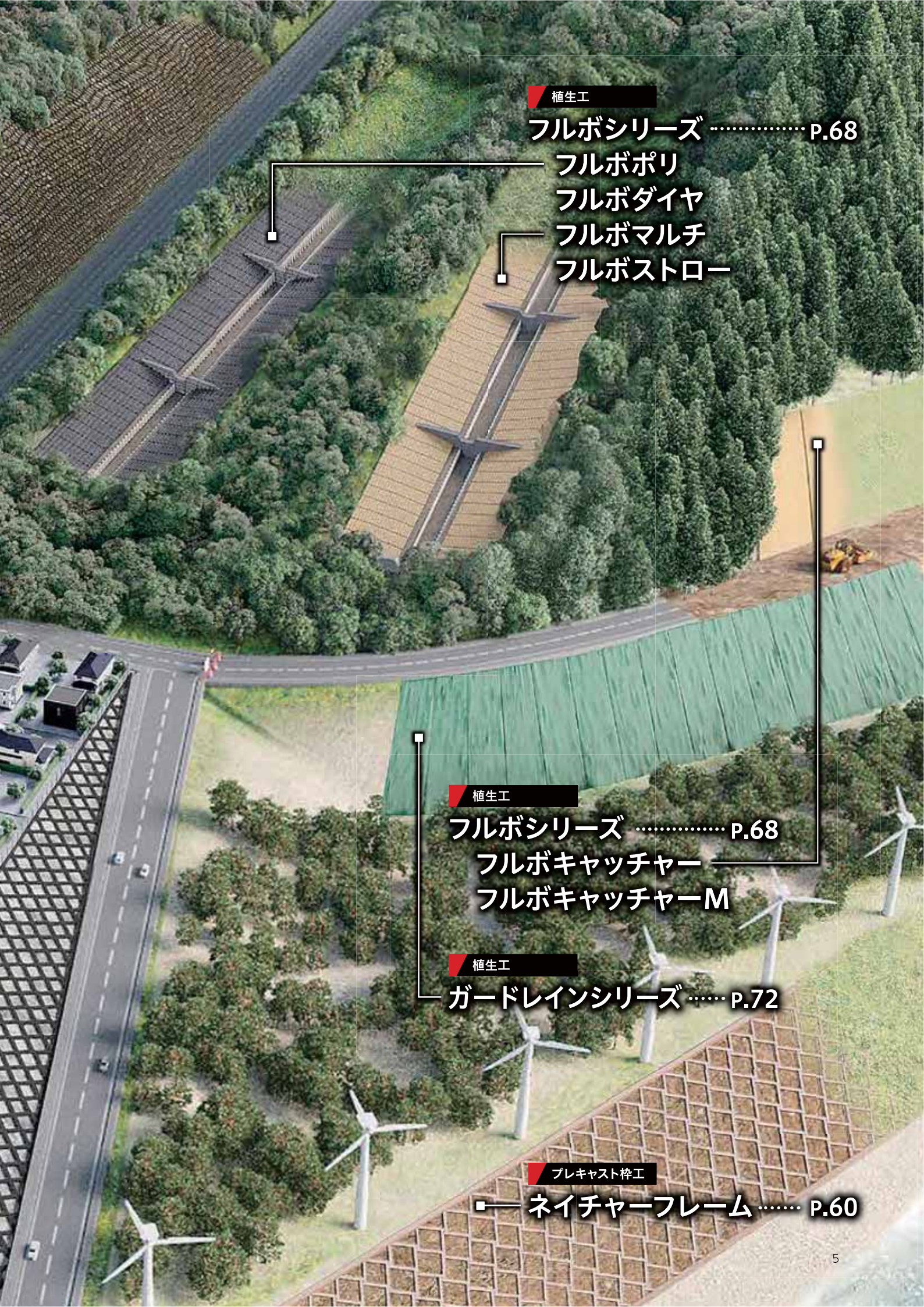
雪崩防護擁壁工

ジオスノーウォール …… P.18

落石防護柵工・待受防護柵工

ネイチャーネット工法 …… P.22
ストロンガー工法 …… P.52
MJネット …… P.34
スロープガードフェンス タイプLR …… P.40
ARCフェンス …… P.26
SPARCフェンス …… P.28
SPARCフェンス Sタイプ …… P.30
ロックバリア …… P.32
マクロフェンス …… P.36
E-FENCE …… P.38
スロープガードフェンス タイプLS …… P.42
スロープガードフェンス タイプLE …… P.44
ループフェンス …… P.46
ループフェンス E/Dタイプ …… P.48
GMネット防護柵 …… P.50


覆式落石防護網工
ECO落石ネット P.56
覆式落石防護網工
GMネット P.54
地山補強土工
マクロネットHR P.64
地山補強土工
MK受圧板 P.62
プレキャスト枠工
ハイブロック P.58


植生工
フルボシリーズ …… P.68
フルボポリ
フルボダイヤ
フルボマルチ
フルボストロー
植生工
フルボシリーズ …… P.68
フルボキャッチャー
フルボキャッチャーM
植生工
ガードレインシリーズ …… P.72
プレキャスト枠工
ネイチャーフレーム …… P.60

斜面防災対策製品一覧



落石防護土堤工
ジオロックウォール
P. 14



雪崩防護擁壁工
ジオスノーウォール
P. 18



待受擁壁工
QKウォール
P. 20



落石防護柵工
ネイチャーネット工法
P. 22



落石防護柵工
MJネット
P. 34



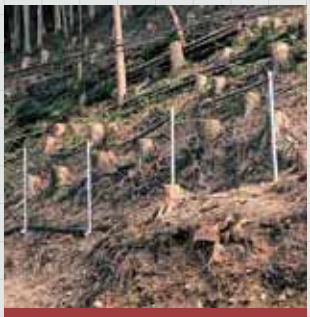
落石防護柵工
マクロフェンス
P. 36



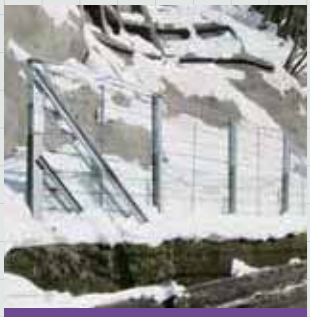
落石防護柵工
E-FENCE
P. 38



落石防護柵工
スロープガードフェンス タイプLR
P. 40



落石防護柵工
GMネット防護柵
P. 50



落石防護柵工
ストロンガー工法
P. 52



覆式落石防護網工
GMネット
P. 54



覆式落石防護網工
ECO落石ネット
P. 56



植生工
フルボシリーズ フルボダイヤ
P. 68



植生工
フルボシリーズ フルボマルチ
P. 68



植生工
フルボシリーズ フルボポリ
P. 68



植生工
フルボシリーズ フルボストロー
P. 68



落石防護柵工
ARCフェンス
P. 26



落石防護柵工
SPARCフェンス
P. 28



待受防護柵工
SPARCフェンス Sタイプ
P. 30



落石防護柵工
ロックバリア
P. 32



待受防護柵工
スロープガードフェンス タイプLS
P. 42



待受防護柵工
スロープガードフェンス タイプLE
P. 44



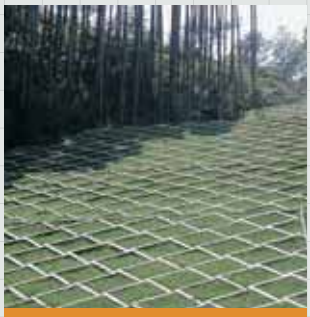
落石防護柵工
ループフェンス
P. 46



待受防護柵工
ループフェンス E/Dタイプ
P. 48



プレキャスト枠工
ハイブロック
P. 58



プレキャスト枠工
ネイチャーフレーム
P. 60



地山補強土工
MK受圧板
P. 62



地山補強土工
マクロネットHR
P. 64



植生工
フルボシリーズ フルボキャッチャー
P. 68



植生工
フルボシリーズ フルボキャッチャーM
P. 68



植生工
グリーンスラッガー
P. 71

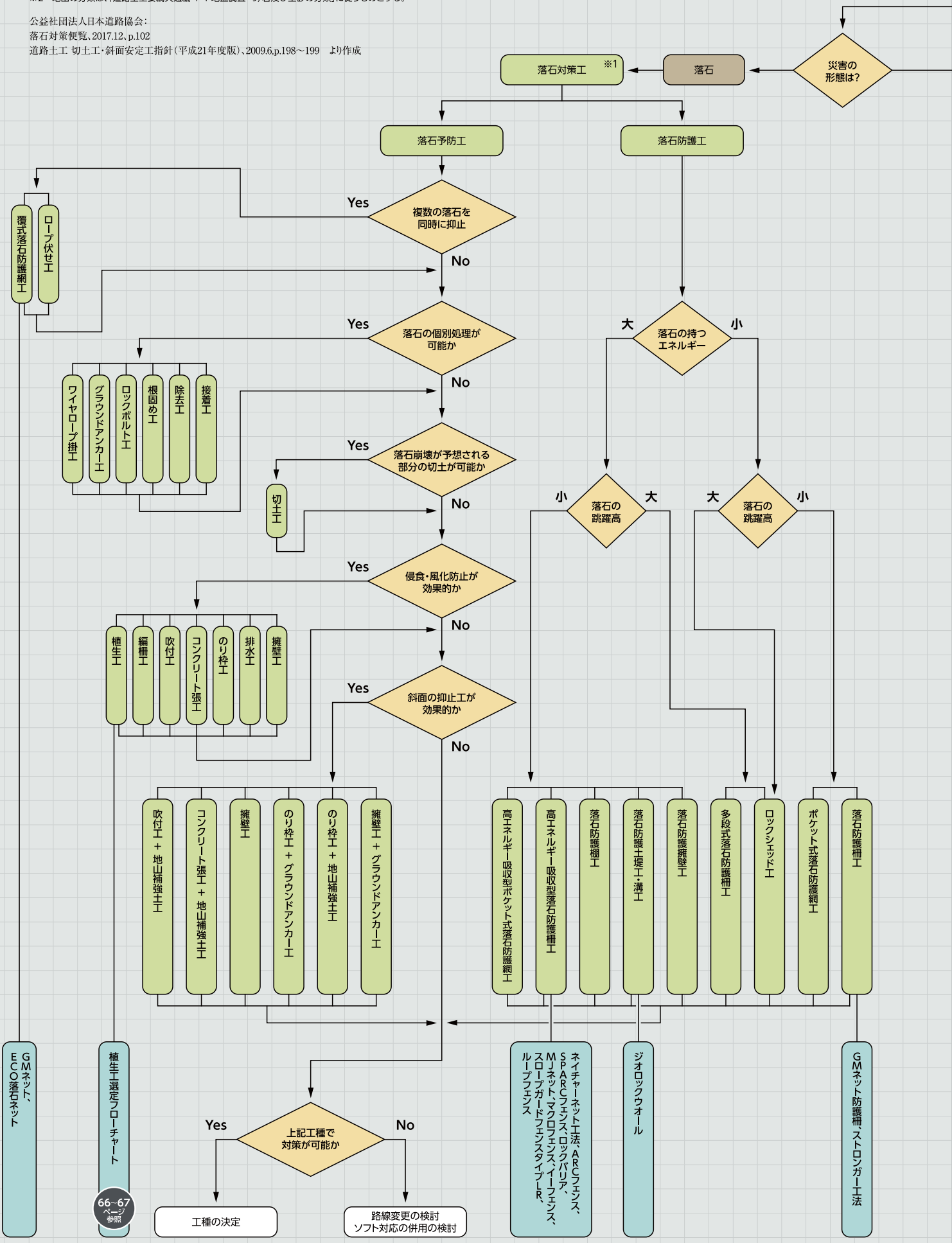


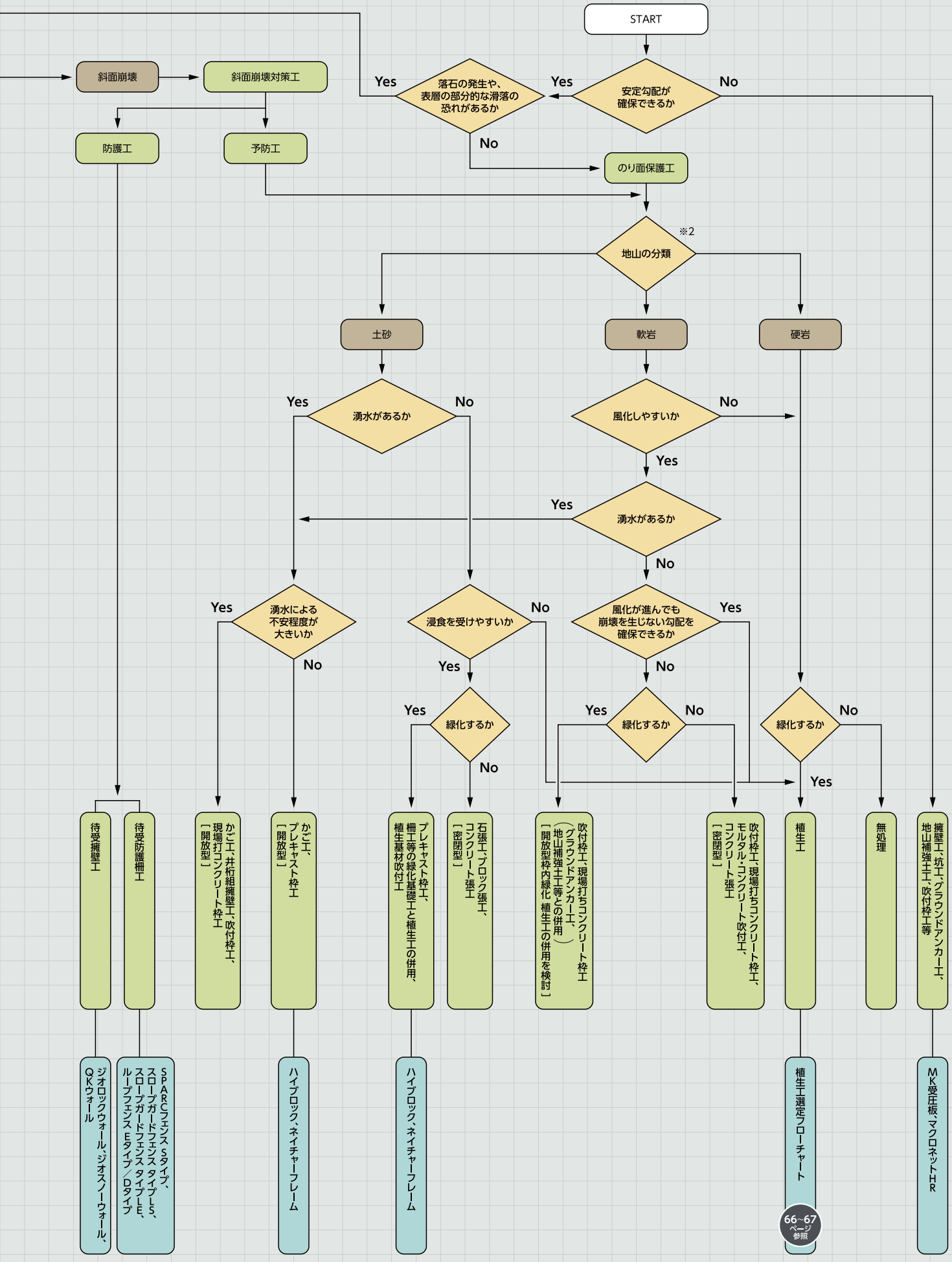
植生工
ガードレインシリーズ
P. 72

斜面防災対策工法選定フローチャート

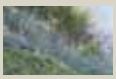
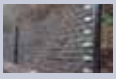
※1…落石予防工と落石防護工は、並列的に比較することとし、必ず両工法を検討する。
※2…地山の分類は、「道路土工要綱共通編 1-4 地盤調査 9)岩及び土砂の分類」に従うものとする。

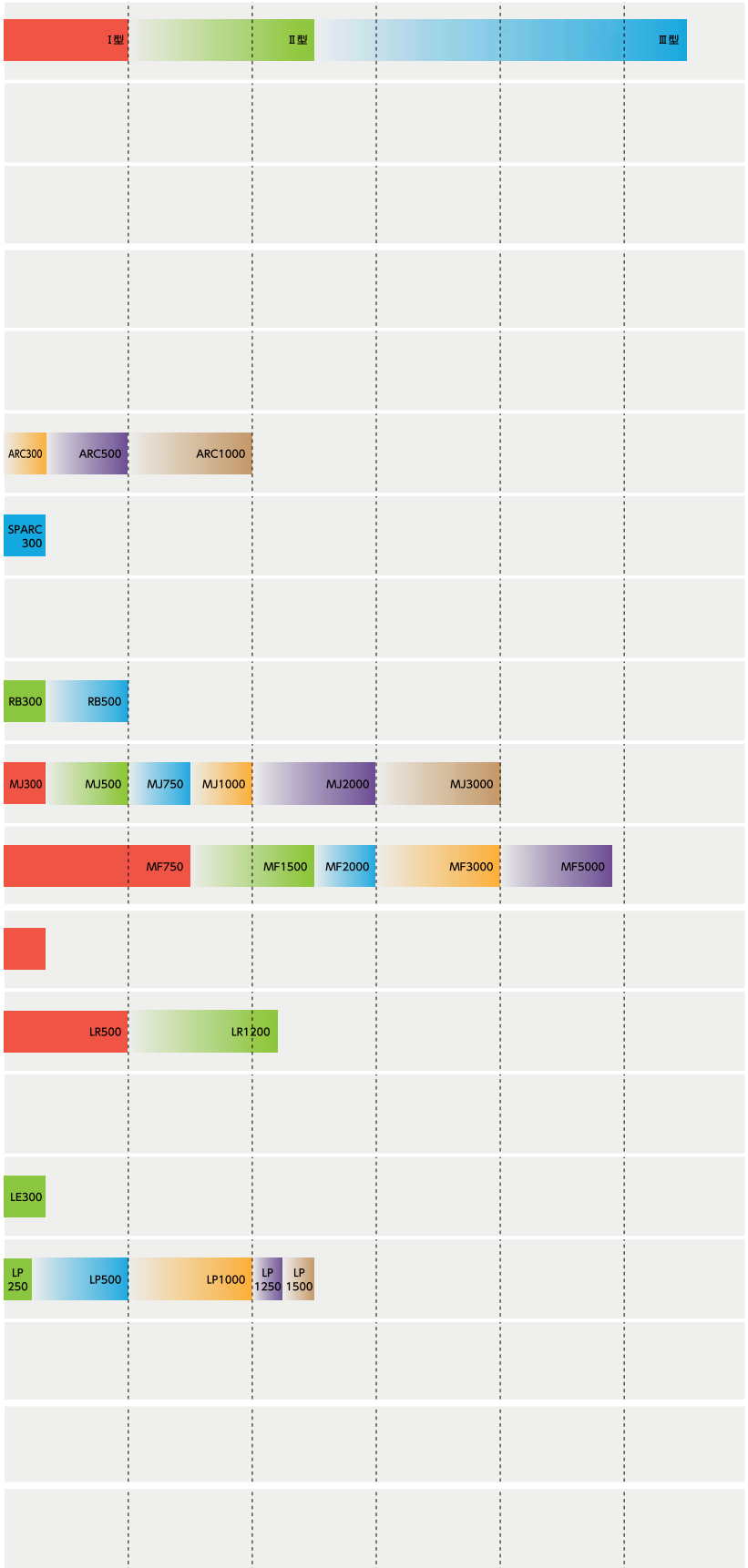
公益社団法人日本道路協会：
落石対策便覧、2017.12、p.102
道路土工 切土工・斜面安定工指針（平成21年度版）、2009.6,p.198～199 より作成




START
安定勾配が確保できるか
Yes
No
落石の発生や、表層の部分的な滑落の恐れがあるか
Yes
No
のり面保護工
斜面崩壊
斜面崩壊対策工
防護工
予防工
※2
地山の分類
土砂
軟岩
硬岩
湧水があるか
Yes
No
風化しやすいか
Yes
No
湧水があるか
Yes
No
湧水による不安程度が大きいか
Yes
No
浸食を受けやすいか
Yes
No
風化が進んでも崩壊を生じない勾配を確保できるか
Yes
No
緑化するか
Yes
No
緑化するか
Yes
No
緑化するか
Yes
No
Yes
待受擁壁工
待受防護柵工
かご工、井桁組擁壁工、吹付枠工、現場打コンクリート枠工［開放型］
かご工、プレキャスト枠工［開放型］
プレキャスト枠工、柵工等の緑化基礎工と植生工の併用、植生基材吹付工
石張工、ブロック張工、コンクリート張工［密閉型］
吹付枠工、現場打ちコンクリート枠工（グラウンドアンカー工、地山補強土工等との併用）［開放型枠内緑化、植生工の併用を検討］
吹付枠工、現場打ちコンクリート枠工、モルタル・コンクリート吹付工、コンクリート張工［密閉型］
植生工
無処理
擁壁工、坑工、グラウンドアンカー工、地山補強土工、吹付枠工等
ジオロックウォール、ジオスノーウォール、QKウォール
SPARCフェンス Sタイプ、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LE、ループフェンス Eタイプ／Dタイプ
ハイブロック、ネイチャーフレーム
ハイブロック、ネイチャーフレーム
植生工選定フローチャート
66~67 ページ 参照
MK受圧板、マクロネットHR

各製品の適用範囲

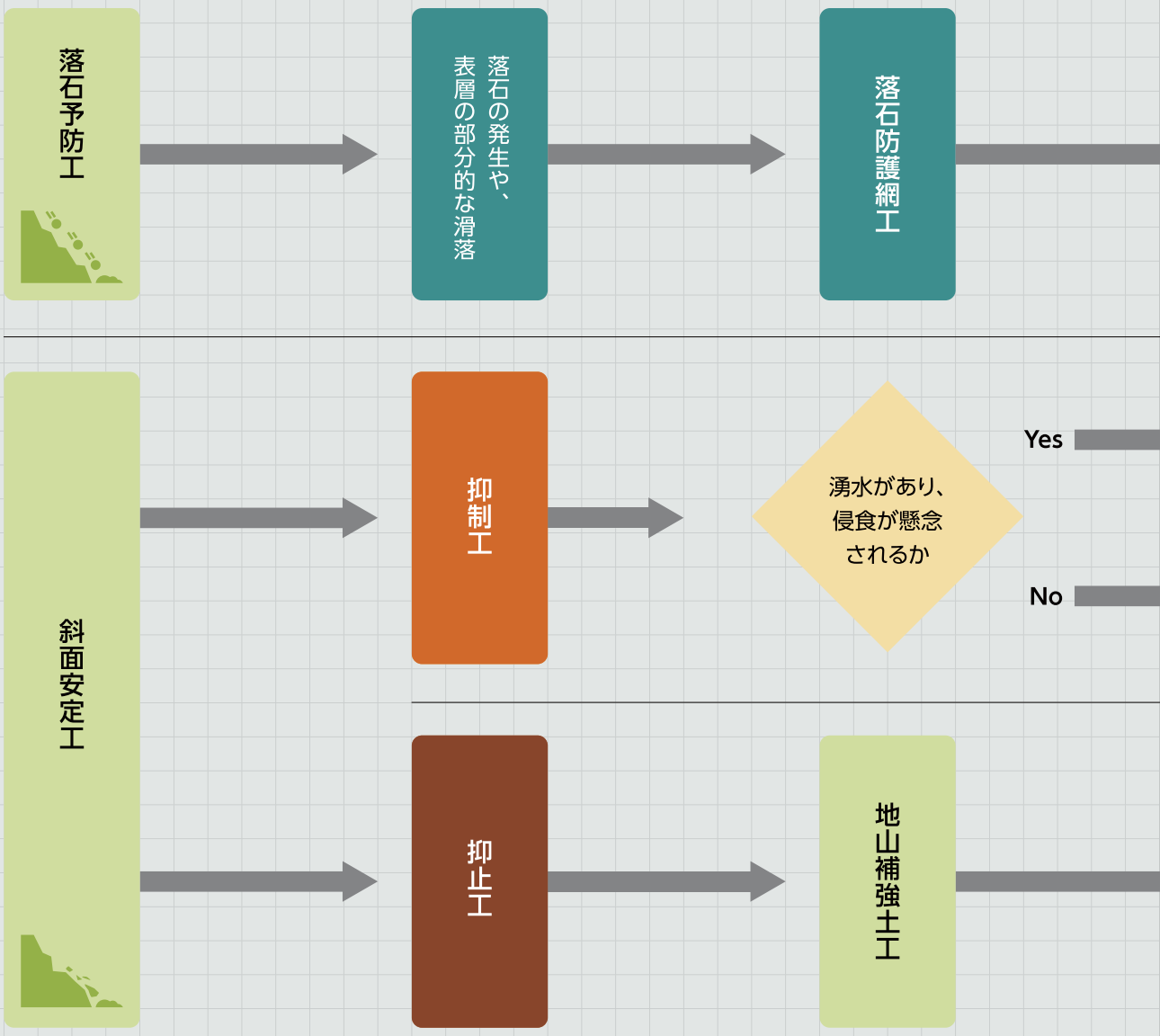
工　法	品　名		外観	凡例	可能吸収エネルギー(kJ)　0 / 100 / 200
補強盛土工	ジオロックウォール	Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ型			
	ジオスノーウォール				(落石適用外)
	QKウォール				
高エネルギー吸収型落石防護柵工(吊柵形状)	ネイチャーネット工法	立木タイプ			
		支柱タイプ			
	ARCフェンス	ARC			ARC50 / ARC100 / ARC200
	SPARCフェンス	SPARC			SPARC60 / SPARC100
		Sタイプ			(落石適用外)
	ロックバリア	RB			RB150
	MJネット	MJ			
	マクロフェンス	MF			
高エネルギー吸収型落石防護柵工(支柱杭式)	E-FENCE	―			
	スロープガードフェンス	タイプLR			
		タイプLS			
		タイプLE			LE100
	ループフェンス	LP			LP150
		E/Dタイプ			
簡易落石防護柵工	GMネット防護柵	―			
既設柵補強工法	ストロンガー工法	―			

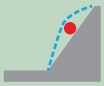


土砂対応	雪対応	NETIS
●	—	HR-990009-V *
▲	●	
●	—	CB-090036-A *
—	—	HR-090011-A *
—	● (ARC50△)	CB-020004-VE *
▲	●	HR-130008-A *
—	●	HR-200001-A *
▲	▲	KT-150044-A *
▲	●	SK-010023-VE *
—	▲	HR-090007-A *
—	●	HR-070018-A *
▲	●	—
▲	●	HR-100008-VR *
●	●	
▲	● (LP150△)	SK-020001-VE *
●	●	
—	—	KK-170038-VE
—	既存支柱 による	HR-140004-A *

土砂：衝撃対応 ● ／ 堆積のみ ▲ ／ 不可 —　　* ：掲載期間終了技術（2026年11月現在）
雪：斜面条件により積雪深は異なる。（概略：1.5m以上 ● ）

斜面対策工フローチャート



工　種	予防工		抑制工
工　法	落石防護網工		植生工
凡　例			
品　名	GMネット	ECO落石ネット	※「植生工選定フローチャート」をご覧ください。
外　観			

斜面勾配が1:0.6以下

Yes

GMネット
対応落石重量 10kN程度



No

ECO落石ネット
対応落石重量 600N程度



植生工

「植生工選定フローチャート」をご覧ください。
» 66ページ

法枠工

ハイブロック
ネイチャーフレーム



地山の状態

主に切土法面

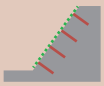
MK受圧板



主に自然斜面

マクロネットHR

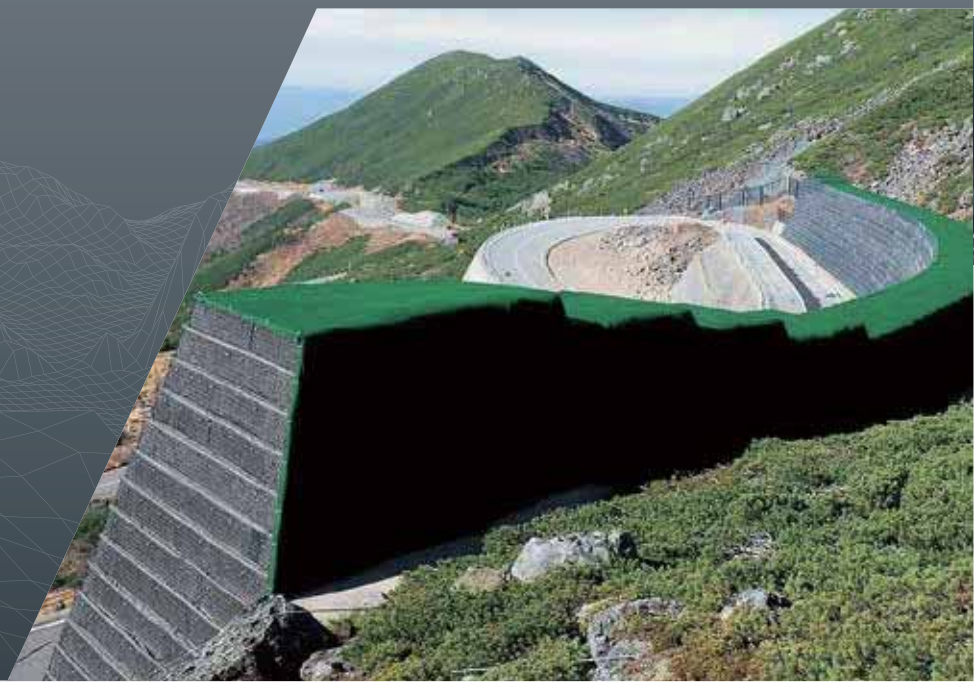


抑制工		抑止工	
植生工	プレキャスト枠工	地山補強工	
			
※「植生工選定フローチャート」をご覧ください。	ハイブロック	ネイチャーフレーム	MK受圧板	マクロネットHR
				

落石防護土堤工　落石防護補強土壁

ジオロックウォール®

「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。

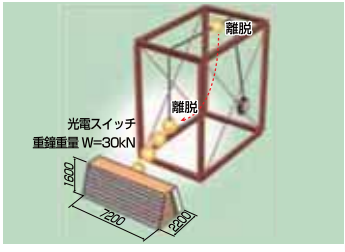




■ 1/2.5 モデル衝撃実験（旧日本道路公団共同研究）

繰り返し載荷および破壊を想定した単載荷試験を行い、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。







※ジオロックウォールは株式会社プロテックエンジニアリングと前田工織株式会社の登録商標です。



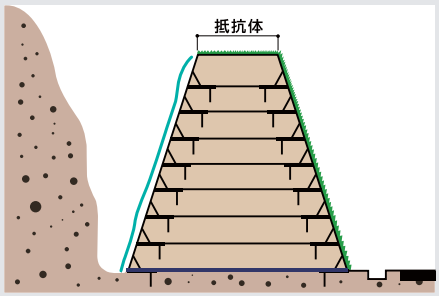
構　造

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

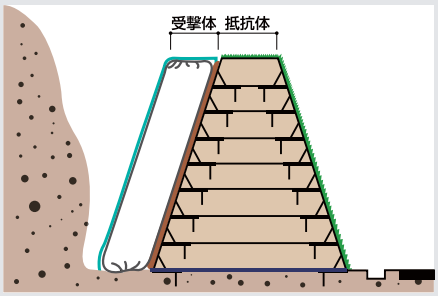
対応エネルギー	用　途
～500kJ（落石径φ=1.0m程度）	・小規模落石対策工 ・急傾斜地土留め対策工 ・導流堤など



■ 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

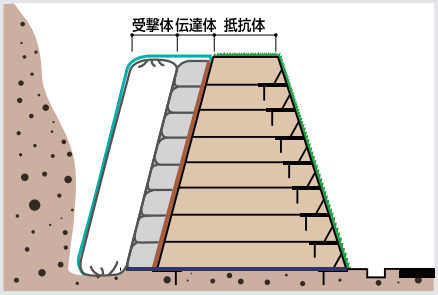
対応エネルギー	用　途
～1500kJ（落石径φ=1.5m程度）	・中規模落石対策工 ・土砂衝撃力を考慮する急傾斜地対策工 （立地スペースが確保できる場合）など



■ 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

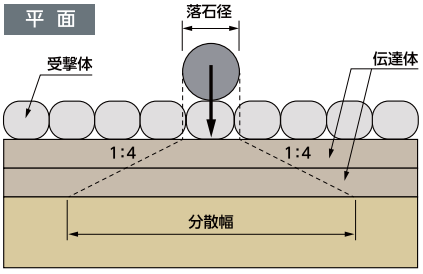
対応エネルギー	用　途
～5500kJ（落石径φ=2.5m程度）	・巨大な落石や大規模斜面崩壊などの対策工



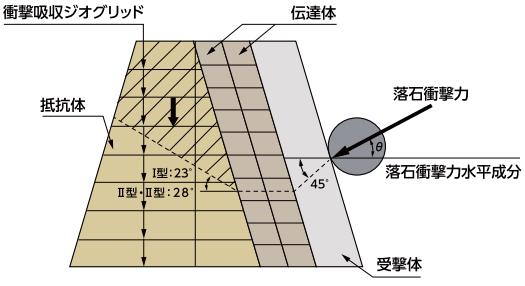
■ 衝撃吸収メカニズム

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。

平　面



断　面



施工例

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

施工例

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

前面側の表面には日本ナチュロック(株)製･ビオフィルム※ハードタイプが設置されています。
(※ビオフィルムは日本ナチュロック(株)の登録商標です)



広島県深安郡神辺町

施工例

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

施工例

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：全撤去後再構築を行いました

雪崩防護擁壁工　雪崩防護補強土壁

ジオスノーウォール®

「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

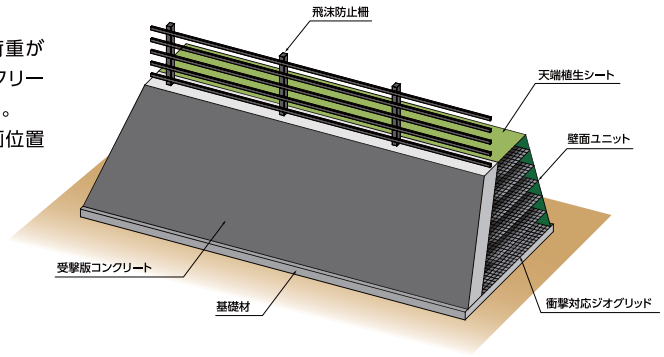
■ 主に土とジオシンセティックスで構成された柔な土構造物であり、
その変形特性により衝撃エネルギーの吸収力に優れます（積雪深6mまで対応可能です）

■ 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

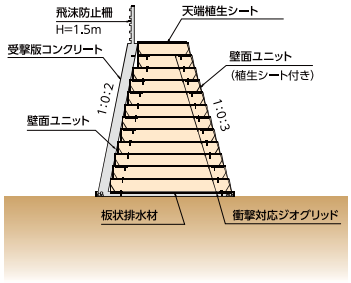
■ 壁面を緑化することにより、景観に配慮した「補強土防護擁壁」を構築できます

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。



標準断面図



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

※ジオスノーウォールは株式会社プロテックエンジニアリングと前田工織株式会社の登録商標です。



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）



北海道紋別郡白滝村（壁高6.0m）

待受擁壁工　急傾斜地崩壊対策補強土壁

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「急傾斜地崩壊対策補強土壁」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。

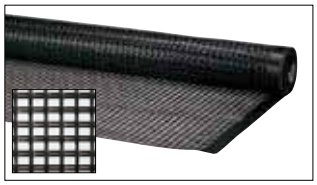
特　長

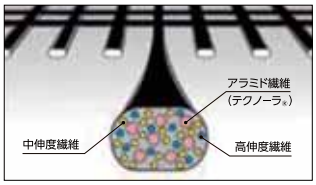
- ジオグリッドで盛土材を拘束することで、限られた用地内に安定した擁壁を構築することができます
- 衝撃力はQKウォール内部で吸収されるため、底面には大きな反力が作用せず、比較的支持力の小さな地盤でも大掛かりな地盤改良が必要ありません
- 壁面を緑化することにより、景観に配慮した「補強土防護擁壁」を構築できます

構　造

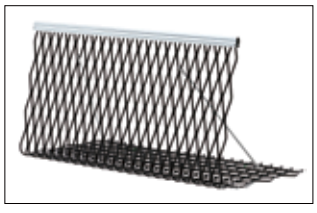
壁面材

衝撃対応ジオグリッド（ロックデム）



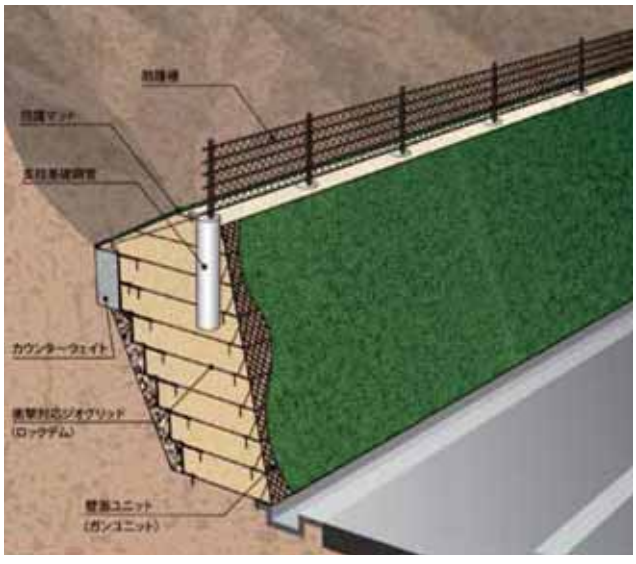


伸び率の異なる繊維を織り込むことによりねばり（靭性）を発揮し、衝撃力による変形に追従しながら補強効果を維持します。



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亜鉛めっき加工とポリエチレンコーティングで防腐性を高めたエキスパンドメタル加工品です。



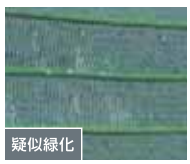
緩衝層



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疑似緑化を選択できます。

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。

※QKウォールは株式会社プロテックエンジニアリングと前田工織株式会社の登録商標です。



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）


滋賀県大津市（壁高4.5～8.0m）


北海道苫前郡苫前町（壁高5.0m）

ネイチャーネット® 工法



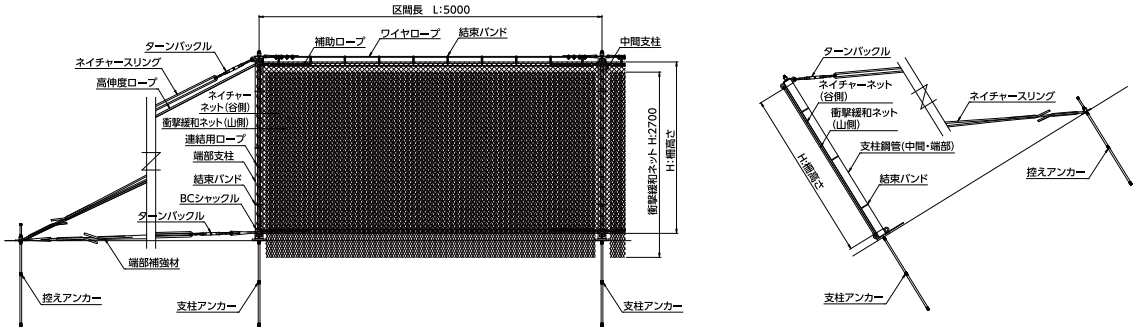
「ネイチャーネット工法」は、高強力・高靭性のネットと高強力・高伸度のロープを組み合わせた、柔軟性のある「高エネルギー吸収型落石防護柵」です。

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・高靭性のネットで、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

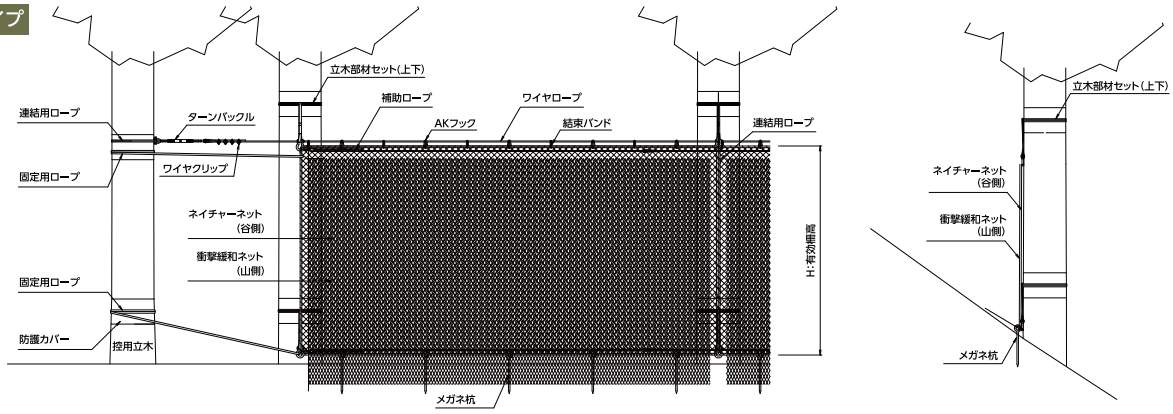
構　造

支柱タイプ



※柵高：2.5m・3.0m，支柱間距離：5.0m，可能吸収エネルギー：～150kJ，
防護対象物からの離隔：6.0m以上

立木タイプ



※柵高：2.5m・3.0m，立木の幹径：（50kJ）30cm・（100kJ/150kJ）35cm以上，可能吸収エネルギー：～150kJ，150kJタイプについては控え立木を設けることを原則とする



規格・仕様

品番	可能吸収エネルギー（kJ）	柵高（m）	長さ（m）	目合い（mm）
NE-50N	50	2.5、3.0	5.0	50
NE-50N-GP	100	2.5		
	150	3.0		

実　験

性能照査実験

「落石対策便覧：（公社）日本道路協会　H29年改訂」に記載される「実験による性能検証法」に準拠し、落石捕捉性能の確認を行っています。
実験の結果、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。



50kJ



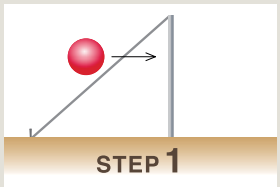
100kJ



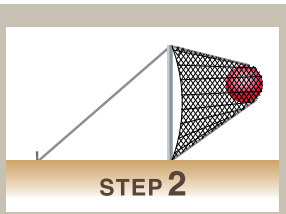
150kJ

衝撃エネルギー吸収機構

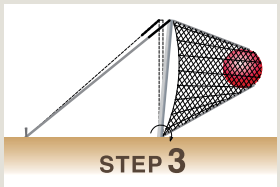
ネイチャーネット工法は、落石衝突時に、ネイチャーネット（受撃部）、支柱および控えなどそれぞれの部材が衝撃に抵抗しながら変形し、
落石エネルギーを吸収します。



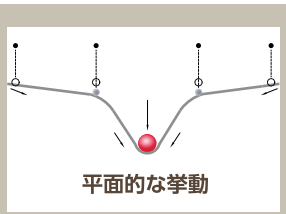
（衝突直前）



ネイチャーネットが変形し、ネットによる衝撃分散と、ネットと周回ロープの伸びにより衝撃エネルギーを吸収します。



ネイチャーネット周回ロープの衝撃力を受け、控え材の抵抗や連続して連結されるネットなどにより、衝撃力を防護柵全体に分散します。



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。

★「安全対策」に最適なネイチャーネット工法

労働安全衛生規則（厚生労働省）や建設工事公衆災害防止対策要綱（国土交通省）において、作業者および第三者への落下物等に対する安全対策を講じることが記載され、工事関係者の安全意識が高まっています。ネイチャーネット工法は、落下物等への安全対策に対応可能であり、創意工夫として工事用安全対策の提案にも適した工法です。

施工例

支柱タイプ



四国（100kJ）



島根県松江市（100kJ）

施工例

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

施工例

支柱タイプ ＋ 立木タイプ





福岡県伊良原ダム



広島県



高知県

施工例

捕捉事例



福井県福井市



ARCフェンス



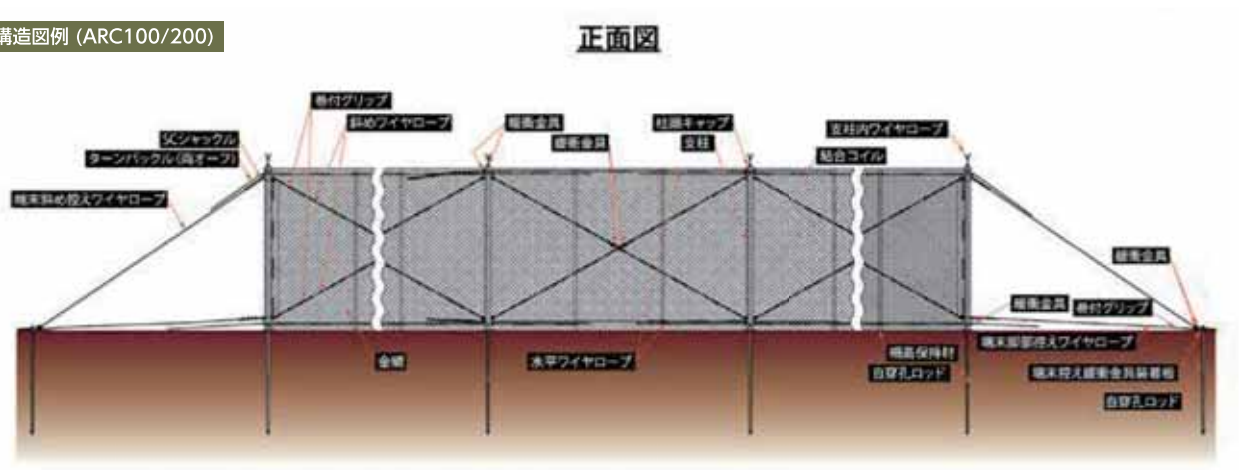
「ARCフェンス」は、効率よく落石エネルギーを吸収する構造を持った「落石防護柵」です。落石を柔構造で受け止めることにより、1002kJまでの落石エネルギーに対応しています。

特　長

- 落石エネルギー1002kJ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

一般構造図例 (ARC100/200)



規格・仕様

タイプ	可能吸収エネルギー（kJ）	柵高（m）	支柱間隔（m）
ARC50	61	2.0、3.0	5.0～10.0
ARC100	106		
ARC200	223	3.0	
ARC300	316	3.0、3.5	
ARC500	504	3.0、3.5、4.0	
ARC1000	1002	3.5、4.0、4.5	



実　験

実物衝撃載荷実験（自由落下）

6タイプの実物供試体に対して、61kJ、106kJ、223kJ、316kJ、504kJ、1002kJの落石エネルギーにて重錘自由落下実験を行い、落石捕捉性能を確認しました。
また実験結果から、各条件における落石捕捉時の金網の設計最大変形量を設定しました。
実験は、落石対策便覧（平成29年12月改訂版）の、実験による性能検証の条件に適合しています。



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、雪崩防護柵工　多機能型落石防護柵

SPARC フェンス®



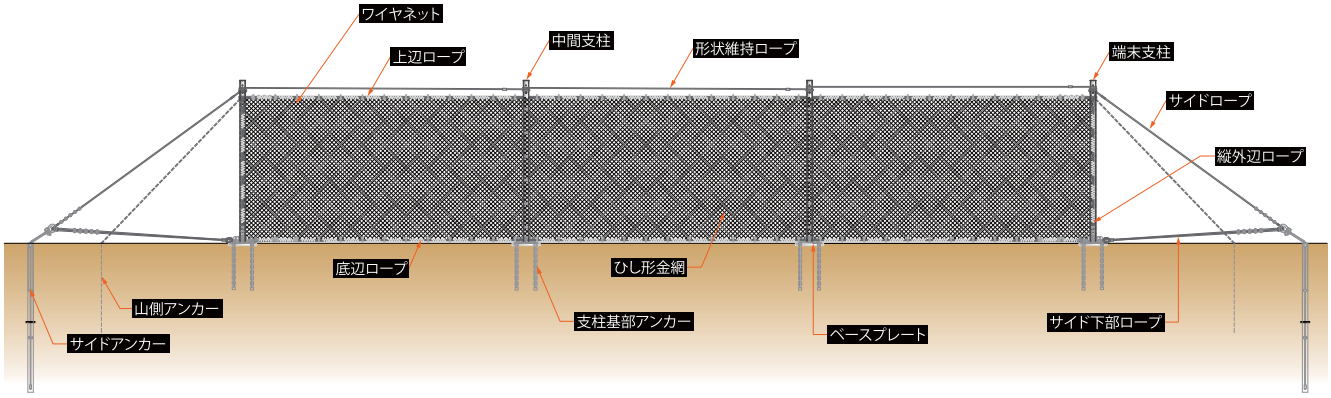
「SPARC（スパーク）フェンス」は、繰り返す318kJ 以下の落石に対して、捕捉性能やエネルギー吸収性能の低下が非常に小さい維持管理軽減型「落石防護柵」です。メンテナンス頻度とコストの低減を実現します。

特　長

- 落石エネルギー318kJ 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

一般構造図例 (SPARC100/300)



適用範囲

■落石対策

60kJ、106kJ、318kJの落石エネルギーに対応する3タイプをラインナップしています。複数回の捕捉が可能なため、転石が多い現場にも適しています。

可能吸収エネルギー	～318kJ

■雪崩対策

標準仕様で3.0mまでの積雪に対応することができ、落石防護・雪崩予防兼用柵としての性能を発揮します。

標準対応積雪深	～3.0m 3.0mを超える場合は別途検討

■崩壊土砂対策

斜面の風化が進んでいる現場での崩壊土砂防護柵として、切土斜面工事などにおける落石・土砂堆積用仮設防護柵として使用可能です。

堆積土圧高	～1.5m 1.5mを超える場合は別途検討

※SPARCフェンスは株式会社プロテックエンジニアリングの登録商標です。



規格・仕様

タイプ	可能吸収エネルギー（kJ）	柵　高（m）	支柱間隔（m）
SPARC60	60	3.0	3.0～10.0
SPARC100	100		6.0～10.0
SPARC300	300		

実　験

実物衝撃載荷実験（自由落下）

3タイプの実物供試体に対して、60kJ、106kJ、318kJの落石エネルギーにて重錘自由落下実験を行い、落石捕捉性能を確認しました。
重錘衝突後においても、設定した落石の最大跳躍高を超える柵高を保ち、繰り返しの落石に対応できることを確認しています。
実験は、落石対策便覧（平成29年12月改訂版）の、実験による性能検証の条件に適合しています。



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

待受防護柵工、雪崩予防工　雪崩予防柵

SPARCフェンス® Sタイプ



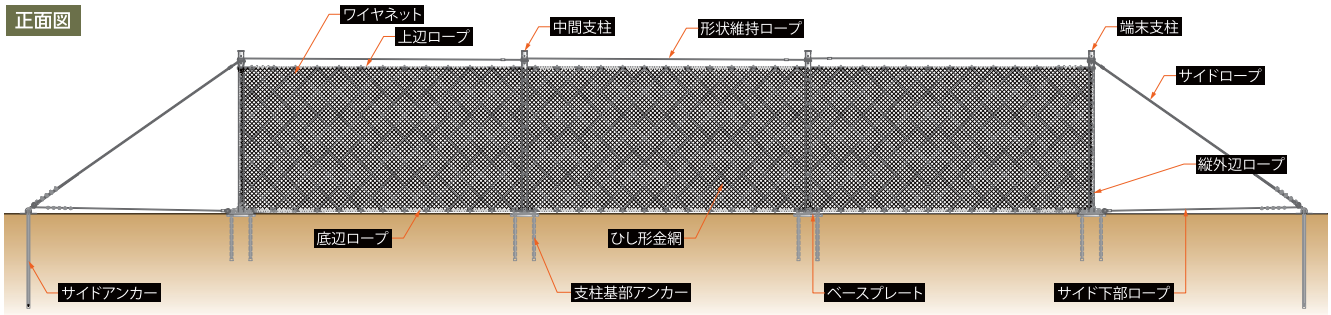
「SPARCフェンスSタイプ」は、斜面に設置する「雪崩予防柵」です。支柱間に金網とワイヤネットを張設した連続構造で、対策範囲の雪圧を受け止めて確実に雪崩を予防します。3.5mまでの積雪深に対応し、雪崩対策事業において施工性と経済性を発揮します。

特　長

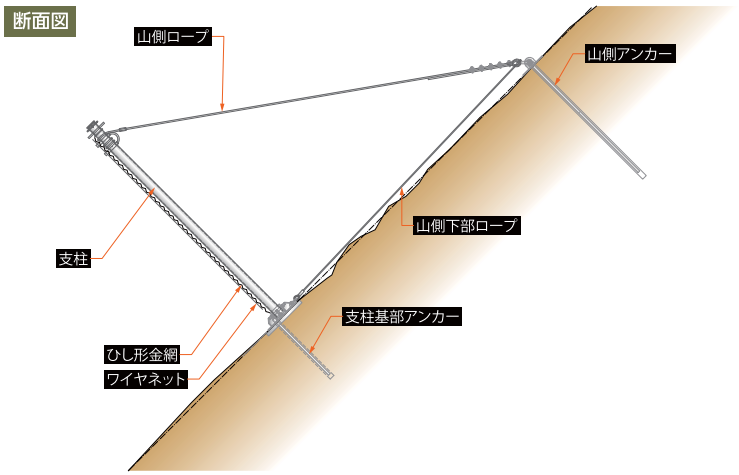
- 積雪深3.5mまで対応可能です
- 雪のすり抜けや抜け落ちがない連続構造です
- 地形の変化を最小限に留めることができる、周辺環境への影響が少ないシンプルな構造です
- 軽量な部材を組み合わせた工法で、大型重機を使用せず人力施工が可能です

構　造

正面図



断面図



※SPARCフェンスは株式会社プロテックエンジニアリングの登録商標です。

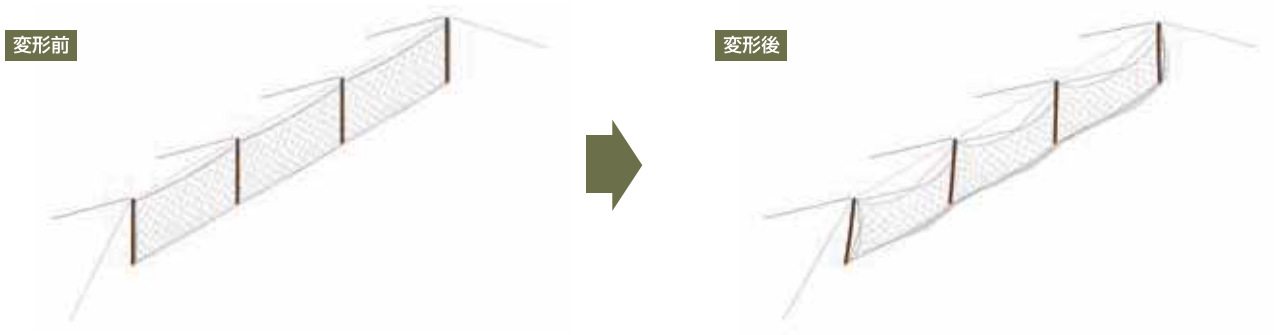


※ 実績写真はARCフェンスSタイプです。

性能照査

積雪深3.5mまで

汎用非線形大変形構造解析プログラム「LS-DYNA」を用いて、SPARCフェンス Sタイプの各部材（支柱・ワイヤロープ・ワイヤネット・アンカー）に作用する力（部材力）を求めます。
設計では、求めた部材力に対し、安全係数を考慮した限界状態設計法で照査を行い、製品タイプを決定します。

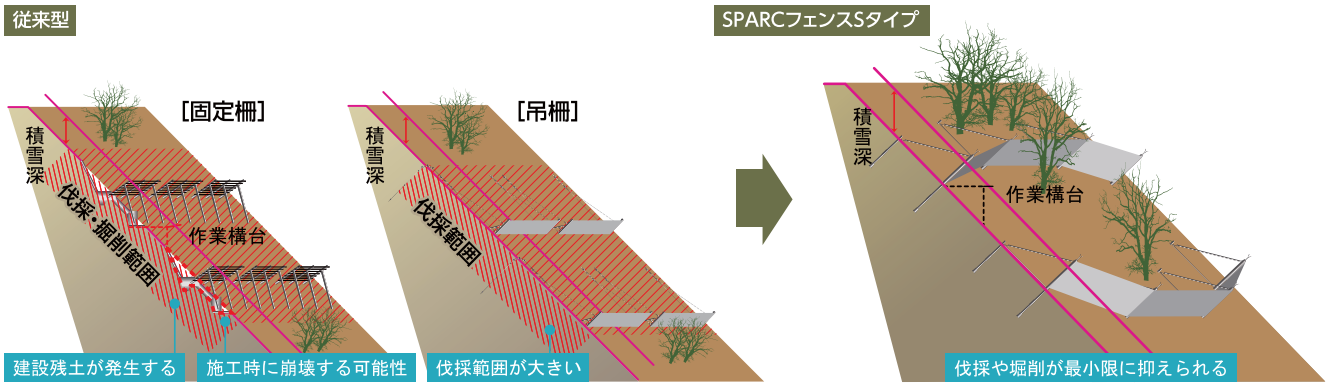


SPARCフェンス Sタイプの3スパンをモデル化し、斜面雪圧を外力として作用させ、各部材の部材力を算出しました。

施工例

地形や周辺環境に合わせた設置が可能

基礎部がアンカー構造のため、地山の掘削がほとんどありません。また、対策範囲の地形に合わせて、支柱間隔を3.0mから10.0mまで変えることができ、立木を避けながらの配置が可能です。樹木の伐採や地山の掘削による廃土の発生を最小限に抑えることで、環境への負荷を軽減します。



地形の変化を最小限に食い止め
環境に優しく安全な施工を実現します。

落石防護柵工　高エネルギー吸収型落石防護柵

ロックバリア®

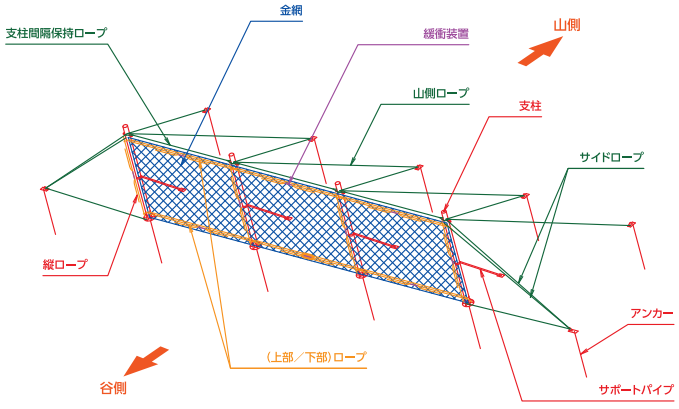


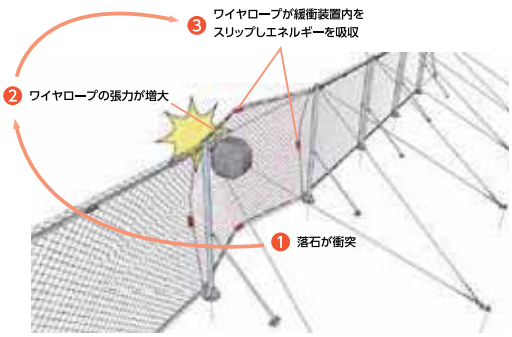
「ロックバリア」は、最大500kJクラスの落石を補足できる「高エネルギー吸収型落石防護柵」です。軽量でシンプルな部品構成により、施工性、経済性が高く、また、落石捕捉後のメンテナンスも極めて容易な工法です。

特　長

- 最大で500kJクラスの落石エネルギーに対応可能です
- 大掛かりな削孔設備を必要としないアンカーにより、条件の悪い現場でもスムーズな施工が可能です
- 支柱本体と支柱基礎部のベースプレートは分離可能であるため、メンテナンスに伴う交換作業が容易です
- 積雪地域対応型（RB-S100）では、最大3m程度の積雪地域でも設置が可能です
- 「平成29年12月発行 落石対策便覧」の性能検証条件に適合した実物実験を行い、再現解析も実施しています

構　造







規格・仕様

タイプ	可能吸収エネルギー（kJ）	柵高（m）	支柱間隔（m）
RB-S100（積雪タイプ）	103	3.0以上 （詳細はお問い合わせください）	5.0～10.0
RB150	160		
RB300	302		
RB500	503		



実　験

実物衝撃載荷実験（自由落下）

「平成29年12月発行 落石対策便覧」では落石防護施設の性能照査の検証法の一つとして「実験による性能検証法」が示されました。ロックバリアは「平成29年12月発行 落石対策便覧」に記載の「実験による性能検証法」に準拠した落石捕捉性能の確認、および実験結果の実設計への反映を目的とし、実物の供試体に対し自由落下による重錘衝突実験を実施しました。

















施工例



RB150（長崎県松浦市志佐町高野免）



RB300（福岡県宮若市下）



RB300（大分県玖珠郡玖珠町古後）



RB500（広島県呉市）

落石防護柵工　超高エネルギー吸収型落石防護柵

MJネット®

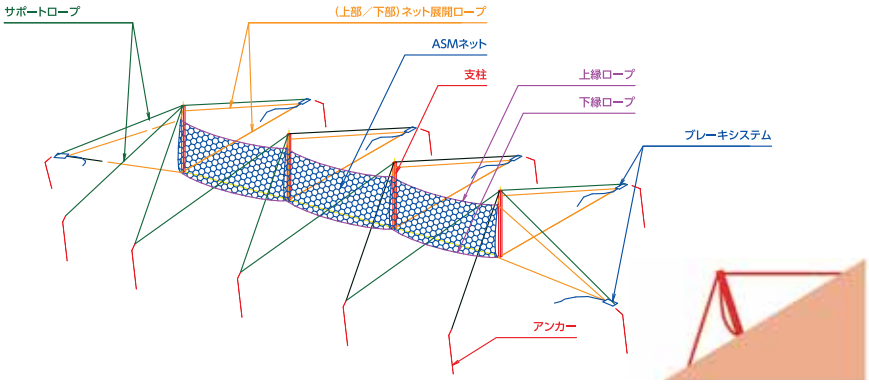


ワイヤリングで作られたASMネット(ASM=アンチサブマリン) は、湾内に侵入する潜水艦を捕獲するために軍事利用されていたものです。MJネットは、ASMネットに加え、本体を斜面に固定するワイヤーにブレーキシステムを装備し、最大3000kJクラスの落石エネルギーまで対応できる製品です。

特　長

- 最大3000kJクラスの落石エネルギーに対応可能です（積雪地域でも対応可能です）
- 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
- 「平成29年12月発行　落石対策便覧」の性能検証条件に適合した実物実験を行い、再現解析も実施しています

構　造




ブレーキシステム


ASMネット

規格・仕様

タイプ	可能吸収エネルギー(kJ)	柵高(m)	支柱仕様(mm)
MJ300	302	3.0以上 (詳細はお問い合わせください)	125×125
MJ500	503		150×150
MJ750	753		
MJ1000	1004		175×175
MJ2000	2007		
MJ3000	3106	3.5以上 (詳細はお問い合わせください)	

※1：供試体において支柱間隔は任意としてよいが、その延長が現地に適用する場合の最低延長となる。(「落石対策便覧：(公社) 日本道路協会」)

※2：重錘の衝突速度は25m/s 以上を標準としているが、実験実施上の制約からそれより遅い衝突速度でしか実験できない場合には、その速度を適用現場における落石の適用最大速度とする。(「落石対策便覧：(公社) 日本道路協会」)

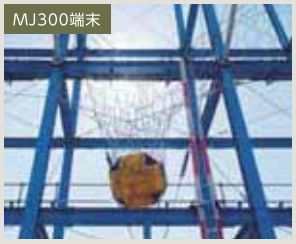
※3：複数スパンから構成される構造に関し、中央部スパンへの衝突実験のみが実施され、端部スパンへの衝突時の性能が明らかでない場合には、端部スパンに落石が作用しないような配置等を検討する必要がある。(国立研究開発法人土木研究所　共同研究報告書第491 号「高エネルギー吸収型落石防護工等の性能照査手法に関する研究」)



実　験

実物衝撃載荷実験（自由落下）

「平成29年12月発行 落石対策便覧」では落石防護施設の性能照査の検証法の一つとして「実験による性能検証法」が示されました。
MJネットは「平成29年12月発行 落石対策便覧」に記載の「実験による性能検証法」に準拠した落石捕捉性能の確認、および実験結果の実設計への反映を目的とし、実物の供試体に対し自由落下による重錘衝突実験を実施しました。

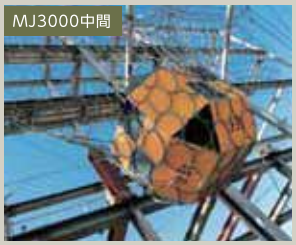












施工例



MJ750（岩手県宮古市茂市）



MJ1000（岐阜県本巣市外山）



MJ2000（岡山県高梁市備中町布賀）



MJ3000（兵庫県神戸市灘区六甲山町）

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®



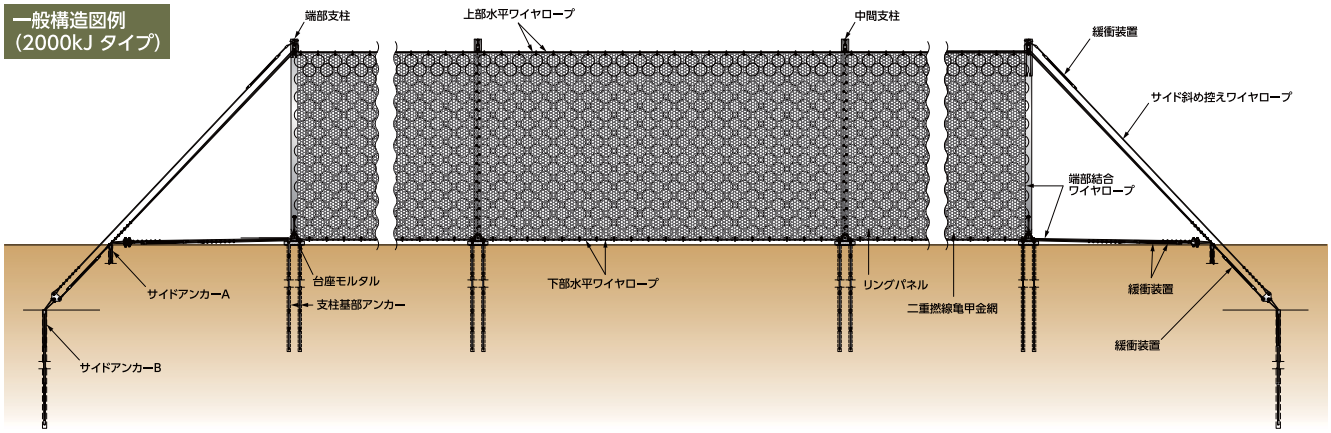
「マクロフェンス」は、エネルギー5000kJまでの高領域の落石に対応する性能実証型の「落石防護柵」です。
高エネルギー吸収ネットと効果的に配置した緩衝装置により、落石捕捉時の変形量を最小限に抑えます。

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
- 軽量な部材で構成されており、現場での組み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

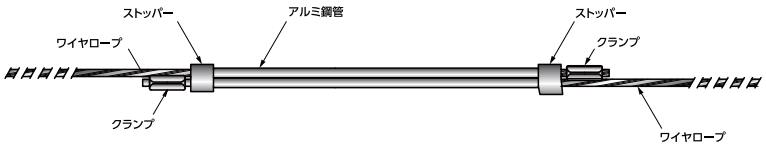
一般構造図例
（2000kJ タイプ）



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。

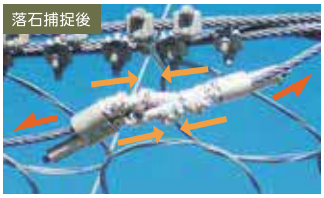
緩衝装置詳細図



落石捕捉前



落石捕捉後



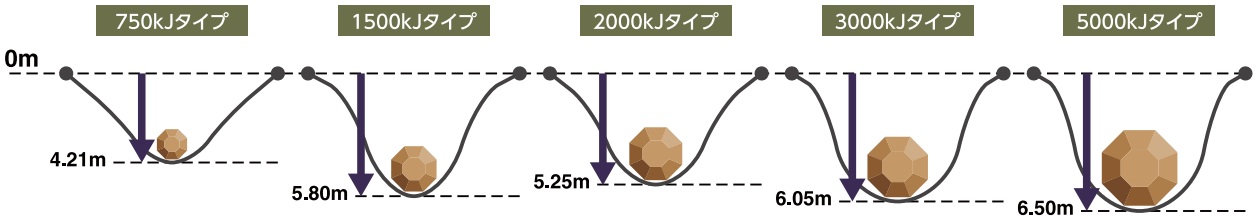
ワイヤロープに張力が発生し、アルミ鋼管が変形



規格・仕様

タイプ	支柱	柵高（m）	ネット
750kJ	STK400　鋼管 φ114.3 t=4.5	3.5	メッシュパネル 素線径 φ7、メッシュ目合い300×300
1500kJ	SS400　H形鋼 H150×150×7×10	4.0	リングパネル 素線径 φ3、リング径 φ350、素線巻数 5巻
2000kJ	SS400　H形鋼 H175×175×7.5×11	5.0	リングパネル 素線径 φ3、リング径 φ350、素線巻数 7巻
3000kJ	SS400　H形鋼 H175×175×7.5×11	5.0	リングパネル 素線径 φ3、リング径 φ350、素線巻数 10巻
5000kJ	SS400　H形鋼 H250×250×9×14	6.0	リングパネル 素線径 φ3、リング径 φ420、素線巻数 15巻

タイプ別の落石捕捉時のネット変形量



※イタリア マカフェリ社の実験データによる

実　験

実物衝撃載荷実験（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



栃木県日光市足尾町
・750kJ タイプ, 柵高：3.5m, 施工延長：50m



静岡県賀茂郡西伊豆町
・2000kJ タイプ, 柵高：5.0m, 施工延長：50m



群馬県吾妻郡嬬恋村
・5000kJ タイプ, 柵高：6.0m, 施工延長：30m

落石防護柵工　高性能簡易型落石・雪崩防護柵

E-FENCE（イーフェンス）

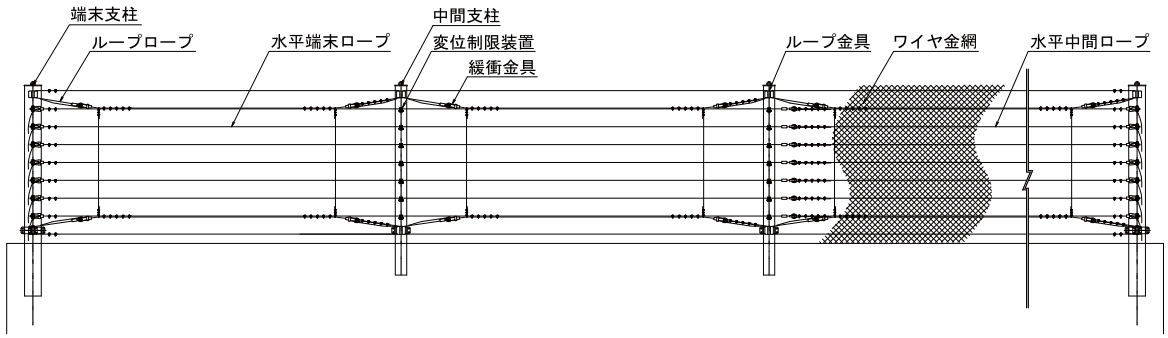


「E-FENCE」は、落石防護柵と雪崩予防柵の性能を兼ね備えた防護柵です。落石が支柱に直撃しない限り、支柱が変形しない設計となっているため経済的なだけでなく、支柱内部にコンクリートを充填していないため、全ての部材がリサイクルできる環境負荷低減型です。路側擁壁タイプ、路側地山根入タイプと様々な場所に対応しています。

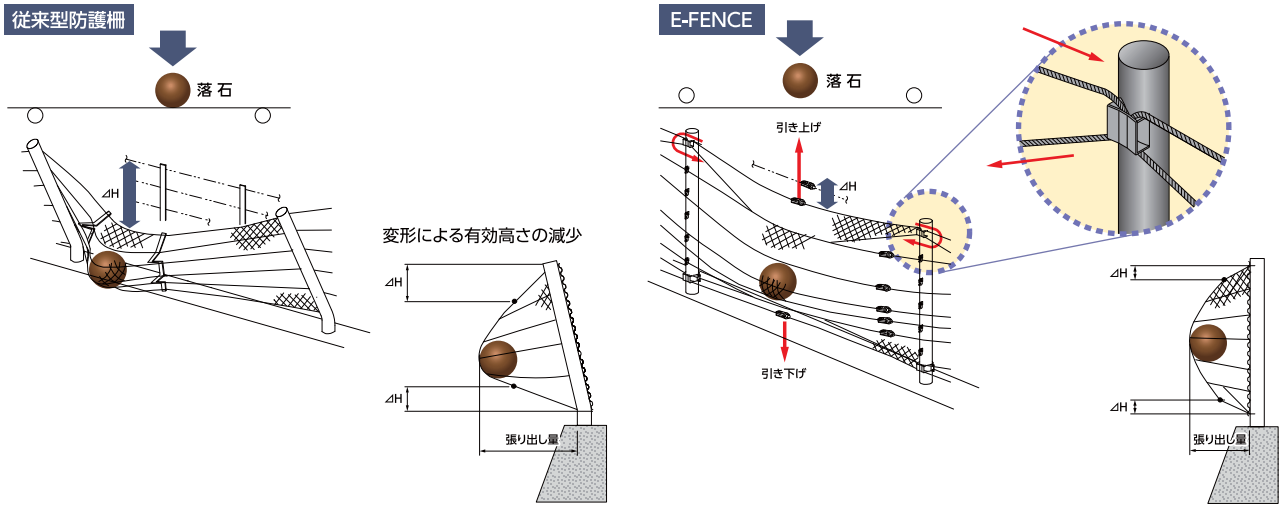
特　長

- 防護柵全体で落石エネルギーを吸収できます（300kJ まで対応）
- 有効高さの減少を低減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、施工期間が短くてすみます

構　造



落石衝突時の有効高さ低下を抑制





実　験

2種の重錘を異なった4箇所に衝突させ、性能を確認しています。



実物実験の様子
(落石エネルギー 300kJ)



変位制限装置が解除されることで広範囲の阻止面で落石エネルギーを吸収します



衝突により支柱は変形せず、ループ構造により有効高さ減少が抑制されます

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）



滋賀県彦根市（路側擁壁タイプ）

落石防護柵工　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



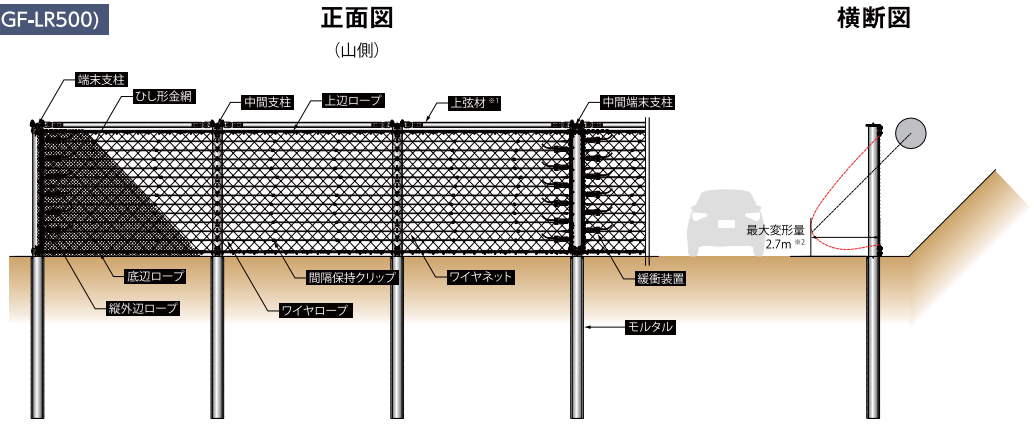
「スロープガードフェンス タイプLR」は、落石や土砂崩れの危険性のある斜面に近隣する道路際や民家裏などに設置するハイブリッド構造の「高エネルギー吸収型鉛直式落石防護柵」です。

特　長

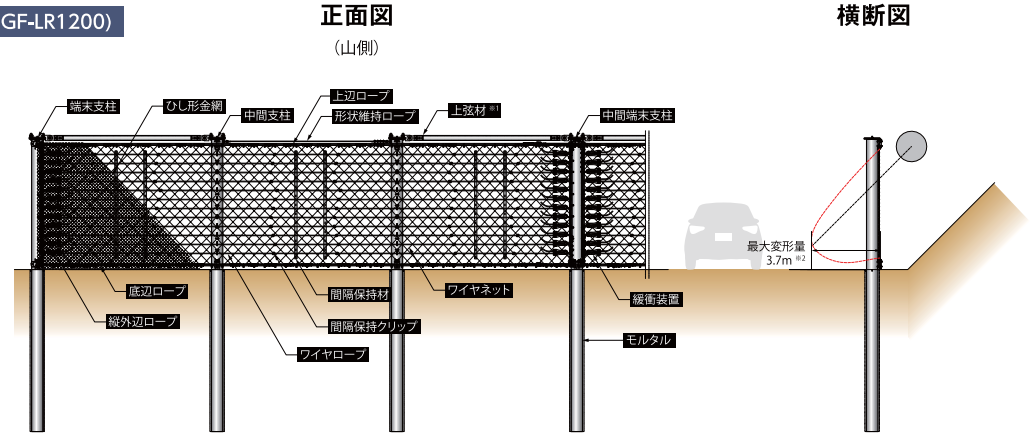
- 落石エネルギー1200kJまで対応します（実験による性能照査済）
- 崩壊土砂や雪崩対策との兼用が可能なハイブリッド構造です
- 杭基礎構造のため、軟弱な地盤や狭隘地への施工が可能です
- 落石捕捉後の維持管理が容易です

構　造

一般構造図例 (SGF-LR500)



一般構造図例 (SGF-LR1200)





実　験

実物衝撃載荷実験（自由落下）

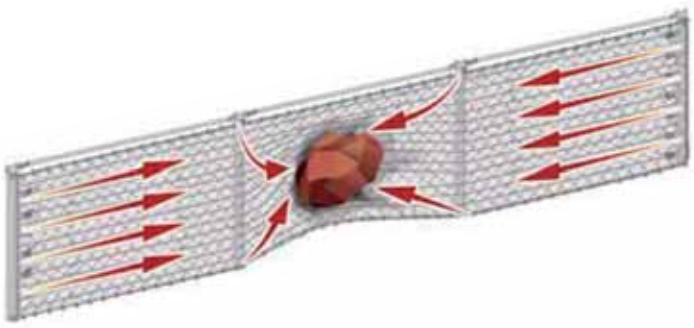
スロープガードフェンス タイプLRは、実物供試体による衝撃載荷実験を行い、道路土工構造物技術基準で規定されている要求性能2を満たしていることが確認されています。【金沢大学 理工研究域地球社会基盤学系 構造工学研究室 桝谷浩教授監修】
実験は、落石対策便覧（平成29年12月改訂版）の実験による性能検証の条件に適合しています。






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。



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	–	○	○	○	–

スロープガードフェンス®タイプLS

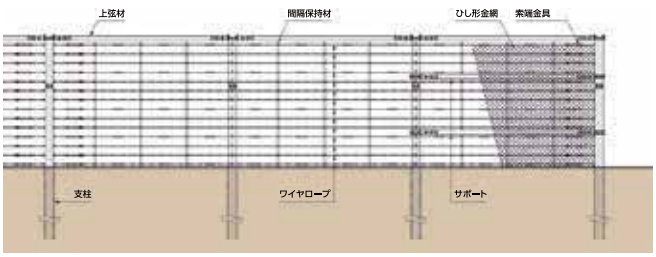
「スロープガードフェンス タイプLS」は、雪崩予防柵、せり出し防止柵としてだけではなく、雪崩衝撃力が作用する雪崩防護柵としても使用することができる万能な雪崩対策工法です。

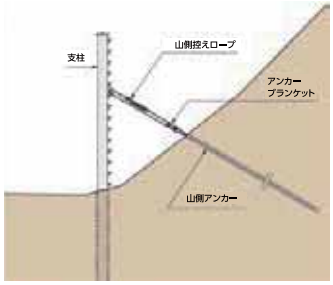


特　長

- 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、雪尻ができ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
- 落石エネルギー61kJまで対応します（実験により性能照査済）

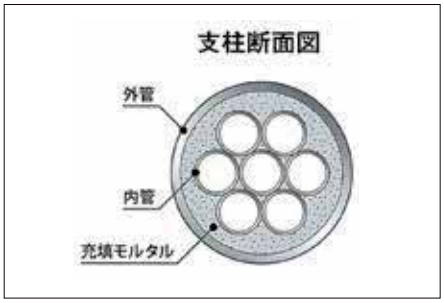
構　造





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。







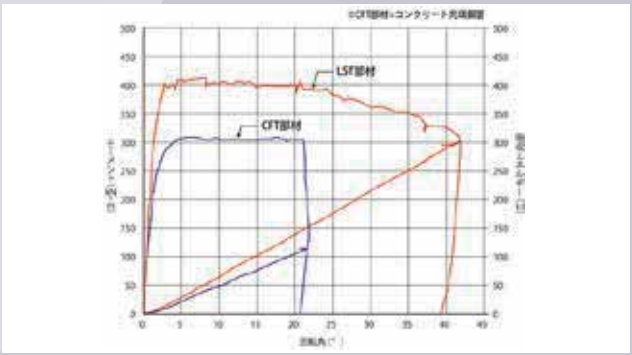


実　験

LST鋼管の耐力は、重錘落下実験およ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）

待受防護柵工　崩壊土砂防護柵

スロープガードフェンス®タイプLE

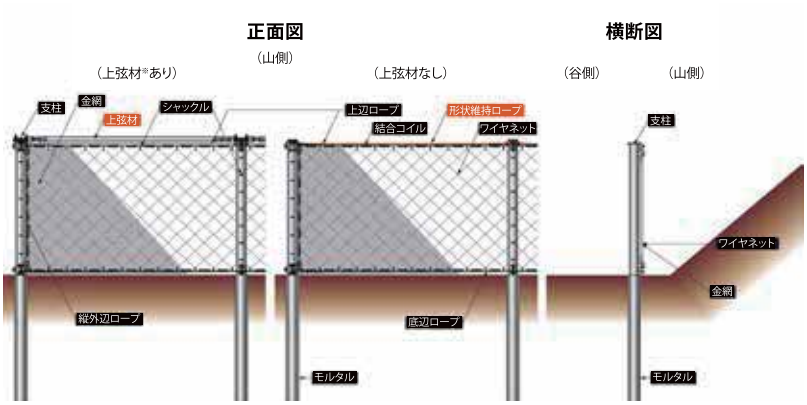


「スロープガードフェンス タイプLE」は、崩壊土砂を受け止める待ち受け型の「土砂防護柵」です。支柱の基礎部が杭構造になっているため、軟弱な地盤や土砂を堆積させるスペースが少ない箇所でも設置を検討することができます。

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
- 落石エネルギー318kJまで対応します（実験による性能照査済）

構　造



※ 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します。

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

※スロープガードフェンスは株式会社プロテックエンジニアリングの登録商標です。



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、あらかじめ載荷した土のうへ重錘を自由落下させ、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 の大型土のうを載荷して、堆積土圧への対応を確認しました



実物衝撃載荷実験（自由落下）

2タイプの実物供試体に対して、109kJ、318kJの落石エネルギーにて重錘自由落下実験を行い、落石捕捉性能を確認しました
実験は、落石対策便覧（平成29年12月改訂版）の、実験による性能検証の条件に適合しています

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）

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1500kJクラス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。

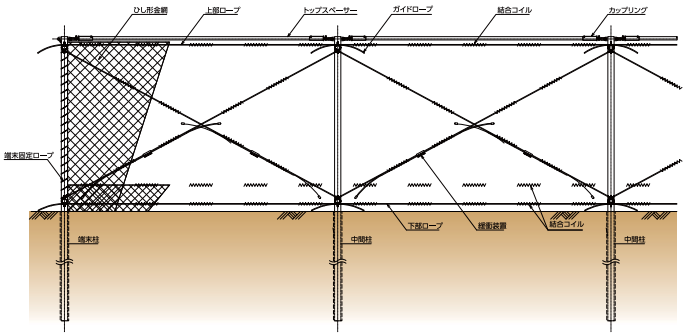


特　長

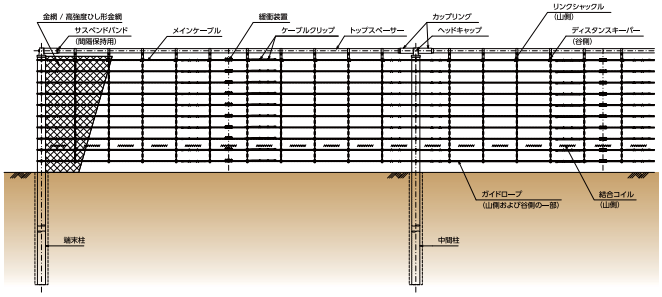
- 最大で1500kJクラスの落石エネルギーに対応可能です（積雪地域でも対応可能です）
- ワイヤ1 本に対し緩衝装置が1 個と組立部品が少なく、施工が容易です
- ワイヤロープがループ状に巻付けられているため、落石捕捉時の張出し量が小さくなります。つまり道路際に設置可能です
- 落石時には、山側と谷側のロープが同時に働き、結果的にワイヤロープ間隔を狭める効果があります。つまり小径の落石に対し有効です
- 「平成29年12月発行 落石対策便覧」の性能検証条件に適合した実物実験を行い、再現解析も実施しています

構　造

LP150



LP250～1500



規格・仕様

品番	可能吸収エネルギー（kJ）	柵高（m）	支柱間隔（m）
LP150	160	3.0以上 （詳細はお問い合わせください）	5.0
LP250	255		5.0～10.0
LP500	503		
LP750	753		
LP1000	1004		
LP1250	1255		
LP1500	1506		



実　験

実物衝撃載荷実験（自由落下）

「平成29年12月発行 落石対策便覧」では落石防護施設の性能照査の検証法の一つとして「実験による性能検証法」が示されました。ループフェンスは「平成29年12月発行 落石対策便覧」に記載の「実験による性能検証法」に準拠した落石捕捉性能の確認、および実験結果の実設計への反映を目的とし、実物の供試体に対し自由落下による重錘衝突実験を実施しました。















施 工 例



LP150（福井県大飯郡おおい町名田庄納田終）



LP250（群馬県高崎市榛名湖町）



LP500（茨城県東茨城郡城里町塩子）



LP1000（大分県玖珠郡九重町町田）



LP1250（茨城県常陸太田市上深荻町）

待受防護柵工　崩壊土砂防護柵　土石流・流木・礫・せり出し防止柵

ループフェンス® E/Dタイプ

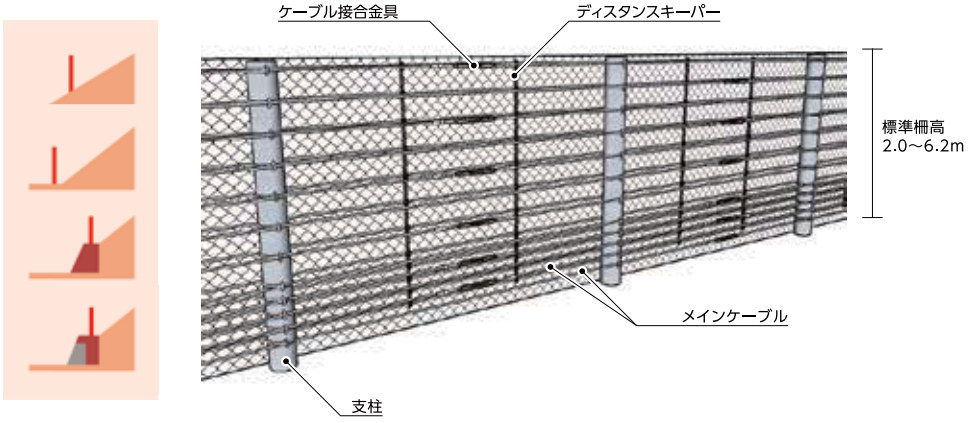


「ループフェンスE/Dタイプ」は、従来から高エネルギー吸収型落石防護柵として用いられてきたループフェンスをベースとした、技術・実績ともに信頼性の高い崩壊土砂・土石流・流木対策工用途の防護柵です。

特　長

- 支柱は土砂衝撃に適した仕様にてφ216.3/267.4/318.5mm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えます

構　造

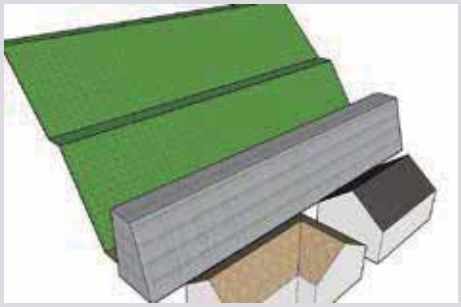


配置例

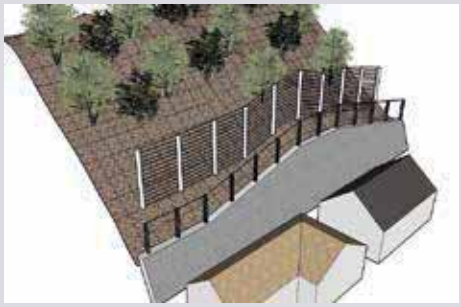
効果的な配置例

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、圧迫感が少ない



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

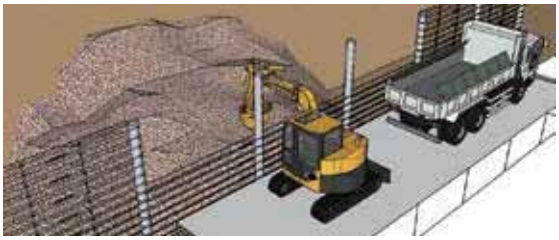

衝突土砂


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


Dタイプ（兵庫県宝塚市切畑）


Dタイプ（兵庫県宍粟市一宮町公文）


Dタイプ（兵庫県宍粟市）


Eタイプ（長野県諏訪市 大熊神宮寺）


Eタイプ（福岡県朝倉市杷木松末）

落石防護柵工　繊維製落石防護柵

GMネット®防護柵

「GMネット防護柵」は、モノフィラメントを挿入した耐候性ポリエステル繊維のラッシェル網ネットと柔軟性のある支柱の塑性変形により、落石を受け止めます。

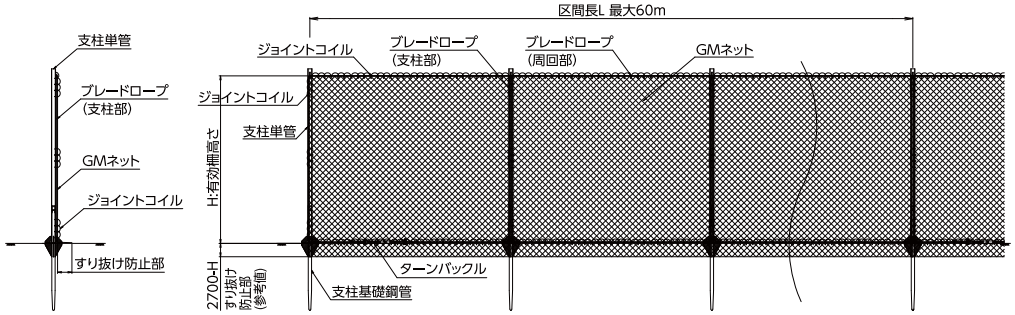


特　長

- 落石エネルギー10kJまで対応します
- 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
- 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
- ラッシ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
- 軽量であるため、施工性に優れています
- 支柱と基礎がセパレート式であるため、落石で支柱が塑性しても、基礎はそのままで支柱のみの交換が可能です

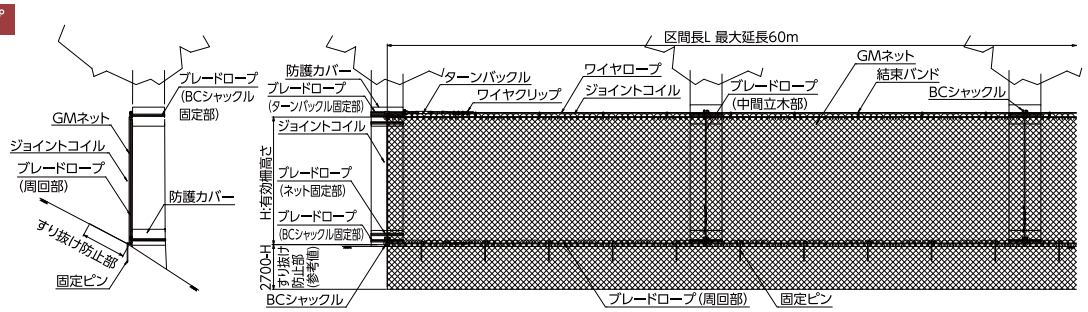
構　造

支柱タイプ



※ 柵高：2.0m・2.5m, 支柱間距離：3.0m／柵高：3.0m, 支柱間距離：2.5m, 可能吸収エネルギー：～10kJ, 防護対象物からの離隔：2.0m
※ ジョイントコイルは柵高に応じて規格が異なります。詳細は別途施工手順書を確認ください。

立木タイプ



※ 柵高：2.0m・2.5m・3.0m, 立木の幹径：20cm以上, 可能吸収エネルギー：～10kJ
※ ジョイントコイルは柵高に応じて規格が異なります。詳細は別途施工手順書を確認ください。



規格・仕様

可能吸収エネルギー（kJ）	柵高（m）	支柱間隔（m）
10	2.0、2.5	3.0
	3.0	2.5

特殊部材

ロープ差込棒

周回等に使用しているブレードロープ専用の差し込み棒です。ロープの端と端の連結を容易にできるよう考案しました。棒の矢尻にロープ端を入れ込み、矢頭をもう片方のロープに差し込んでいくことで、ロープの中にロープを通すことができ、引っ張ってもロープが抜けることがありません。



実　験

性能照査実験

「落石対策便覧：（公社）日本道路協会　H29年改訂」に記載される「実験による性能検証法」に準拠し、落石捕捉性能の確認を行っています。
実験の結果、GMネット防護柵は重錘を捕捉し、十分安全であることが確認されました。







施工例



徳島県（支柱タイプ）



神奈川県（支柱タイプ）



島根県（立木タイプ）

落石防護柵工　既設防護柵再活用型補強・かさ上げ工法

ストロンガー工法®

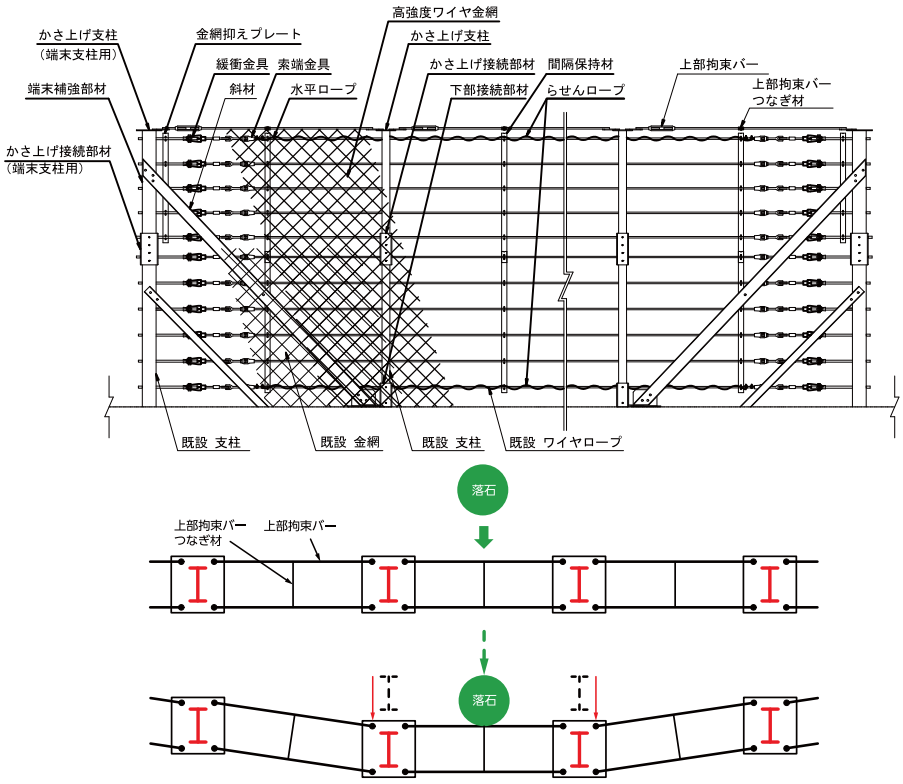
「ストロンガー工法」は、既設のH鋼式落石防護柵をかさ上げしたり、可能吸収エネルギーを性能アップすることで、落石捕捉性能を向上させる工法です。



特　長

- かさ上げ用支柱を取り付けることで、既設のH鋼式落石防護柵の柵高をかさ上げすることができます(柵高5.5mまで対応事例あり)
- 緩衝金具や高強度ワイヤ金網を取り付けることで、可能吸収エネルギーが向上します(最大120kJ程度)
- 既設H鋼式落石防護柵を加工しないため、大規模な機材を必要せず経済的です
- 工具による締込み作業だけで部材が取り付けられるので、溶接作業、ガス・有機溶剤の使用、汚泥水等の心配がありません
- 既設H鋼式落石防護柵を解体しないため、大規模な交通規制や迂回路を必要としません

構　造



補強部材により、H鋼支柱のねじれを抑制します。



上部接続部材



下部接続部材



高強度ワイヤ金網(2.6mm 3本より線、50×50)



実　験

実物動的載荷実験

重錘を自由落下させることで、H鋼式落石防護柵を補強やかさ上げした場合の、可能吸収エネルギーや損傷状況を確認しました。スパン中央や支柱直撃した場合のいずれにおいても、支柱などの部材は変形しますが、防護柵構造自体は破壊されることなく、落石を捕捉できることが確認できました。







施工例



富山県（補強タイプ/ 可能吸収エネルギーの向上）



奈良県（かさ上げタイプ/ 柵高不足に対する対策工）



岐阜県（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）

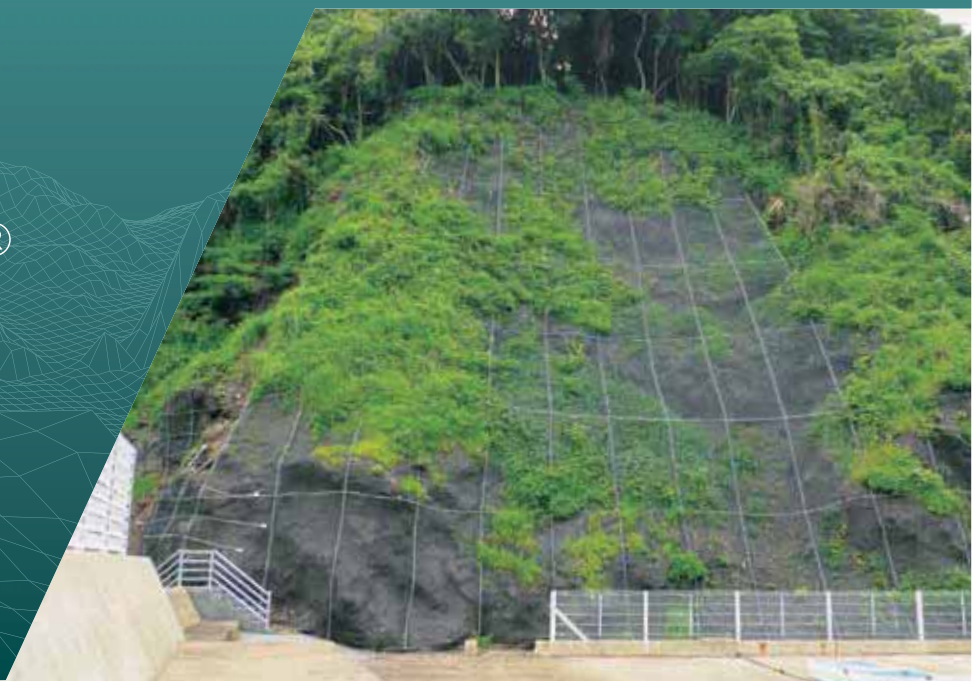


岐阜県（部分かさ上げタイプ/ 必要な箇所のみかさ上げ）

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シェ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シェル網です。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

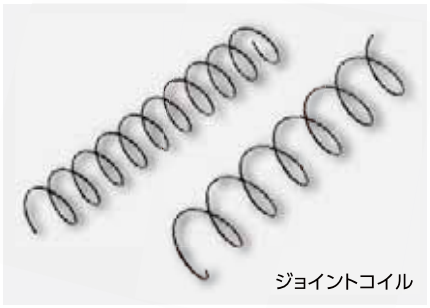
- 通常の繊維網に比べて強度が大きく、落石を抑止できます
  覆式落石防護網工で使用する金網と同等です(3.2mm径)
- 長期の屋外暴露にも高い耐久性を有します
- 錆などによる腐食が発生せず、沿岸部などでも高い耐薬品性を発揮します
- 軽量であるため設置作業は人力で行えます
- 繊維製のネットであるため、現地加工が容易です

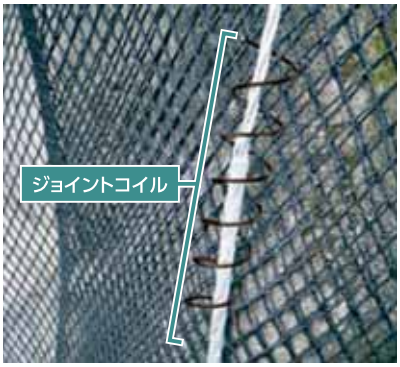
構　造

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





※材質：亜鉛−10% アルミニウム合金めっき鉄線（着色塗装）

規格・仕様

品番	幅(mm) ※1	長さ(m) ※1	目合い(mm)	網目(mm) ※2	引張強さ(kN/m) ※3	参考重量(kg/m²)
NE-GM-25	2700	15	25	45×30	21以上	0.8

※1 現地条件に合わせて幅・長さを変更することが可能です
※2 網目は「たて×よこ」を示します
※3 引張強さは結節強度からの換算値です
※　NE-GM-50は受注製品となります



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。



実証実験

実物大載荷実験
（27kN 載荷）



性能試験

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）

※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



福井県（覆式落石防護網工）



長崎県（覆式落石防護網工）



石川県（覆式落石防護網工）

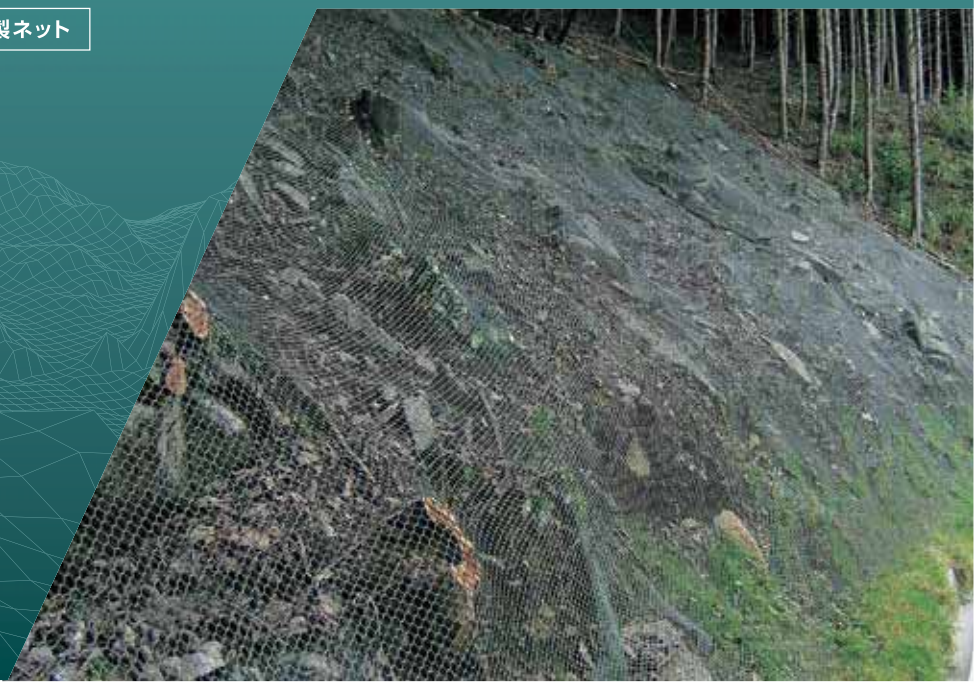


かごマット（汚濁防止対策）

覆式落石防護網工　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。



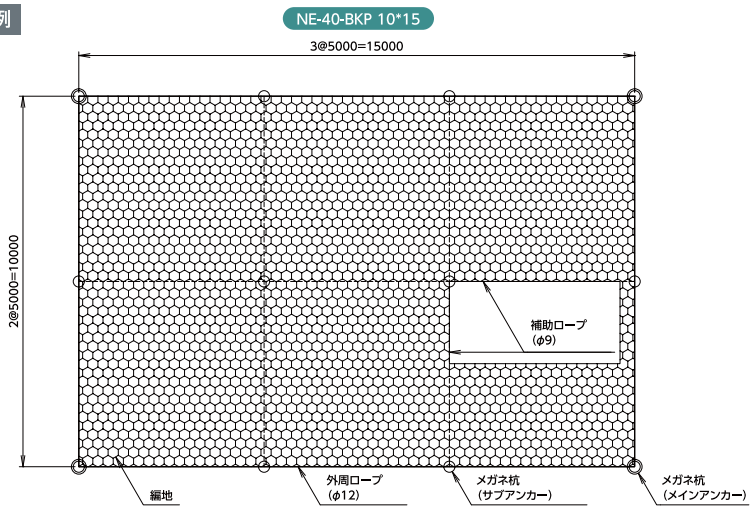
特　長

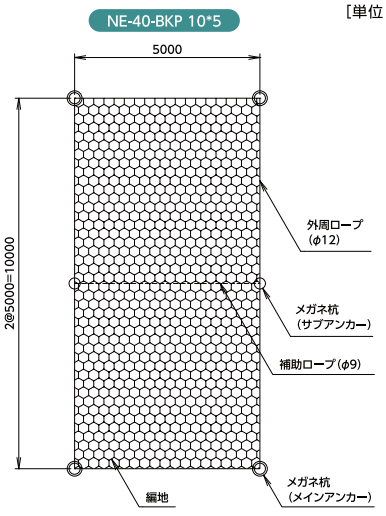
- 耐候性に優れたポリエステル繊維の使用により、ライフサイクルコストを低減します
- 素材は全て化学繊維であるため錆などによる腐食が発生しません
- 軽量な部材であり、斜面上での作業負荷を大きく低減できます
- ラッシェル編み構造であり、1か所切断が起こっても それ以上編みが解けることはありません

構　造

敷設例

［単位：mm］





※外周ロープ、補助ロープ込の製品です。



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）

規格・仕様

品番	幅×長さ（m）	素材	目合い（mm）	引張強さ（N/本）	伸び率（%）
NE-40-BKP 10*15	10×15	再生ポリエステル製ラッシェル網	25	680以上	40以下
NE-40-BKP 10*5	10×5				



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 法面保護）



滋賀県米原市（自然斜面 法面保護）



山梨県（既存柵（ポケット式落石防護網工）補強）

ハイブロック®



「ハイブロック」は法面表層の侵食防止や緑化を目的としたリサイクルプラスチック製の軽量な「プレキャスト枠」です。表面排水機能を有するため、緑化基礎工として使用することで中詰材の保持性能を向上させます。また、枠内を緑化することで周辺の景観と調和し環境保全の役割を果たします。

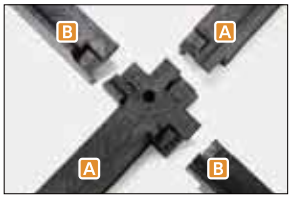
特　長

- 軽量な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、法面や斜面の侵食を防止します
- 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

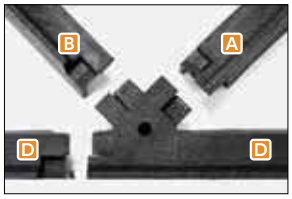
構　造

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



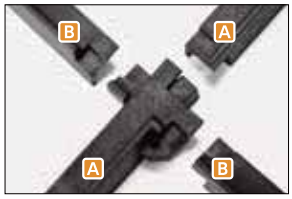
HB-A



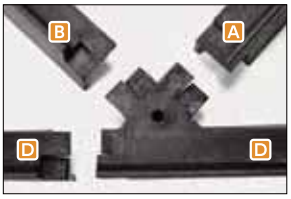
HB-D

［アンカーの寸法（参考値）］軟岩部：D22×L500mm / 土砂部（盛土部含む）：D22×L1000mm

ハイブロックⅢの交点部



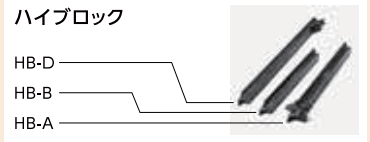
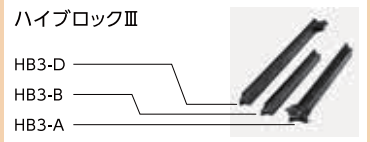
HB3-A



HB3-D

［アンカーの寸法（参考値）］軟岩部：D19×L500mm / 土砂部（盛土部含む）：D19×L1000mm

規格・仕様

品名	品番	長さ（mm）	設置勾配	格子面積（㎡）	形状
ハイブロック	HB-A	1000	1:1.0より緩い（1:1.0を含む）	1.0	
	HB-B	900			
	HB-D	1414			
ハイブロックⅢ	HB3-A	1225	1:1.2より緩い（1:1.2を含む）	1.5	
	HB3-B	1125			
	HB3-D	1732			



施工手順

❶ 法面の整形
❷ 基礎部となるDタイプの設置
❸ 1段目の設置（DタイプにAタイプとBタイプを組み合わせ、水路の直線性を確認し格子部をアンカーで固定）
❹ 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）
❺ 最上段の設置（最上段にB型と天端のD型と組み合わせ、下段方向から、格子部をアンカーで固定）
❻ 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）
❼ 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






施工例


福島県


静岡県


愛知県


福島県

プレキャスト枠工　鉄芯木製法枠

ネイチャーフレーム®

「ネイチャーフレーム」は、間伐材と鉄芯を利用した「木製軽量法枠」です。押角加工材の芯材に全ネジボルトを挿通し、交点をボルトにて4点締めすることにより、木枠の一体化と高い強度を実現しています。

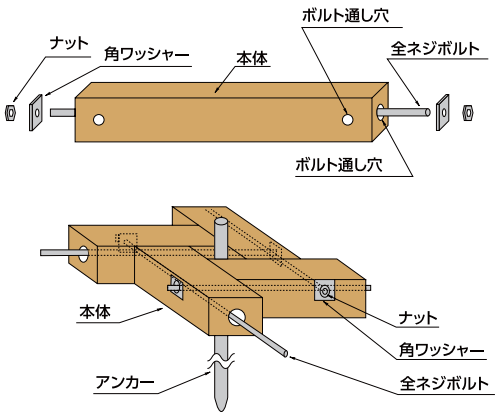


特　長

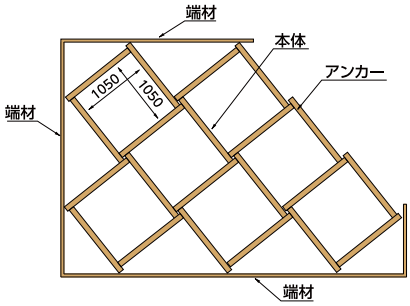
- 間伐材を使用したリサイクル製品です
- 鉄芯連結するため、外力による変形を抑える効果が高いです
- 全ネジボルトをナットにて連結・固定するだけと、大幅な省力化を実現しました
- 法面を点ではなく、面で押さえます

構　造

詳細図

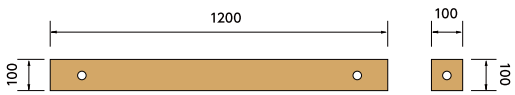


平面図



※アンカーはフック付きではなく、法枠の移動防止のために設置するものである。

標準図



規格・仕様

品名	品番	規格(mm)
ネイチャーフレーム	NF-120	100×100×1200



施工手順

❶ 法面の整形
❷ 端材をアンカーなどにて仮固定し、起点を2～3点決め、NF-120をW型に設置
❸ のり面の方向に応じて上下左右に連結し、交点部にアンカーを打つ
❹ 全ネジボルト・ナット・角座金にて固定、端材は釘にて固定する
❺ 端材と端材の連結は300mmの端材にて継ぎ手をする
❻ 交点の上部（ひし形の上部）にアンカーを打ち込み固定する



施工例



北海道



山形県



静岡県



静岡県

MK受圧板



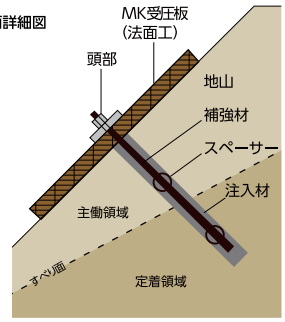
「MK受圧板」は、鉄筋挿入工に用いる「法面工（独立受圧板）」です。素材にリサイクルプラスチックやリサイクル可能なアルミニウム合金を用いることで、環境負荷を減らすことに繋げます。

特　長

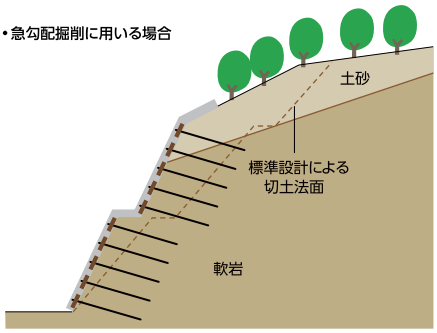
- 開口率が高く、法面全体の緑化や木本類の保存と育成が可能です
- 十分な強度を有し、耐久性（耐候性・耐薬品性・耐衝撃性）に優れます
- 軽量な材料と、小規模な施工機械で、施工の省力化を図れます
- リサイクルプラスチックを利用し、限られた資源を有効活用します（SQ60KN）
- アルミニウム合金は高い強度とじん性に優れており、想定外の荷重が作用しても破壊しません（SQ130KN）

構　造

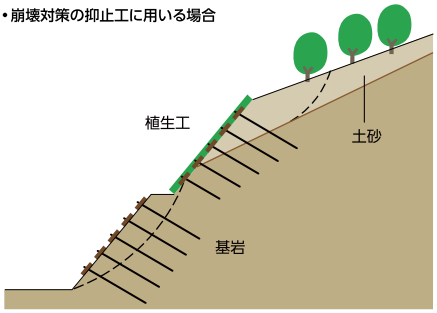
・断面詳細図



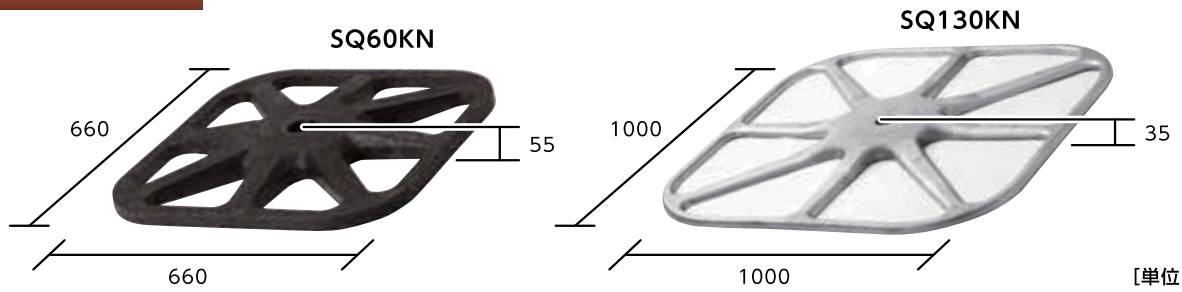
・急勾配掘削に用いる場合



・崩壊対策の抑止工に用いる場合



規格・仕様



［単位：mm］

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

*1：法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㈱：切土補強土工法設計・施工要領，令和6年7月」参照）



不陸調整

地表面の不陸を解消します

■NETIS:KT-220112-A

不陸調整用コアマット 30mm程度の不陸に追従可能

- 受圧板に局部的な圧力が発生しません
- へちま構造のため、局面緑化を可能にします ※緑化しない場合は適用不可





※吹付工などにより表面を覆う必要があります

ジオワッシャー 100～150mm程度の不陸に追従可能

- 岩盤部の不陸調整
- グラウト材を充填することで、不陸部を埋めることが可能です





施工例



切土法面補強



老朽化擁壁補強





切土法面補強

地山補強土工　斜面安定工

マクロネット®HR



「マクロネットHR」は、耐候性に優れるPVC（ポリ塩化ビニル）コーティングを施した二重撚線亀甲金網にワイヤロープを編み込んだ高強度ネットと補強材、支圧板を組み合わせた「斜面安定工」です。

特　長

- 表層3.0m程度までの斜面崩壊や不安定岩塊の抜け落ちを防止します
- 高強度ネットを支圧板で固定することにより、100kN 以上の締め付け効果を実現します
- 耐破網性に優れた高強度ネットは部分的に切断することができ、樹木を残すといった景観や環境への配慮が可能です
- 吹付法枠工や従来の覆式網工と比べシンプルな部材構成でコスト縮減・工期短縮が図れます（当社製品比較）

構　造

マクロネットHRは、PVC（ポリ塩化ビニル）コーティングを施した二重撚線亀甲金網にワイヤロープを編み込んだ高強度ネットと補強材、支圧板で構成されています。



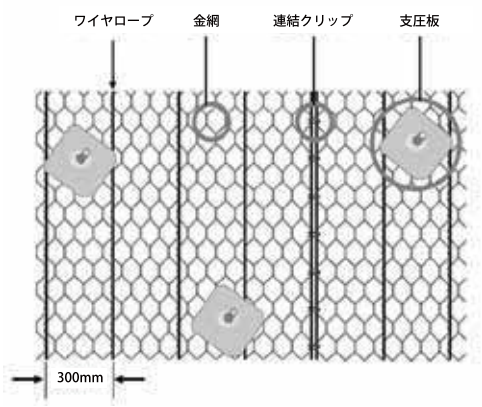
支圧板：250×250×8mm
ワイヤロープを締め付けるように設置します。



連結クリップ
専用クリップで高強度ネットを簡単に連結します。



PVCコーティング
PVCコーティングを施した金網は100年以上の耐候性を実現します。



規格・仕様

HR30（高強度ネット）

ワイヤロープを300mm間隔で縦に編み込んだ構造で変形量を抑制します。

金網（PVCコーティング）		ワイヤロープ（PVCコーティング）	
目合い	素線径（mm）	ロープ径（mm）	編み込み間隔（mm）
8×10	2.7	6	300



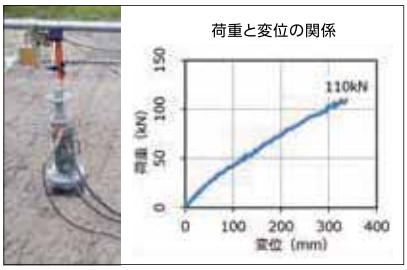
実　験



引張強度	パンチング強度
119kN	125kN

金網強度試験

高強度ネット（HR30）の引張強度および
パンチング強度を測定しました。



支圧強度確認試験

100kN以上の締め付け効果があることを
確認しました。



大型土槽傾斜実験

斜面を想定した土槽を75度まで傾斜させて
部材の安全性と抑止効果を確認しました。

マクロネット工法

マクロネット工法は、金網とワイヤロープ、アンカーの組み合わせによって落石予防工から落石防護工まで対応する覆式網工法です。部材の組み合わせによって、覆式落石防護網工、岩斜面表層部安定化工、特定岩塊固定工の3タイプがあります。



覆式落石防護網工

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



岩斜面表層部安定化工

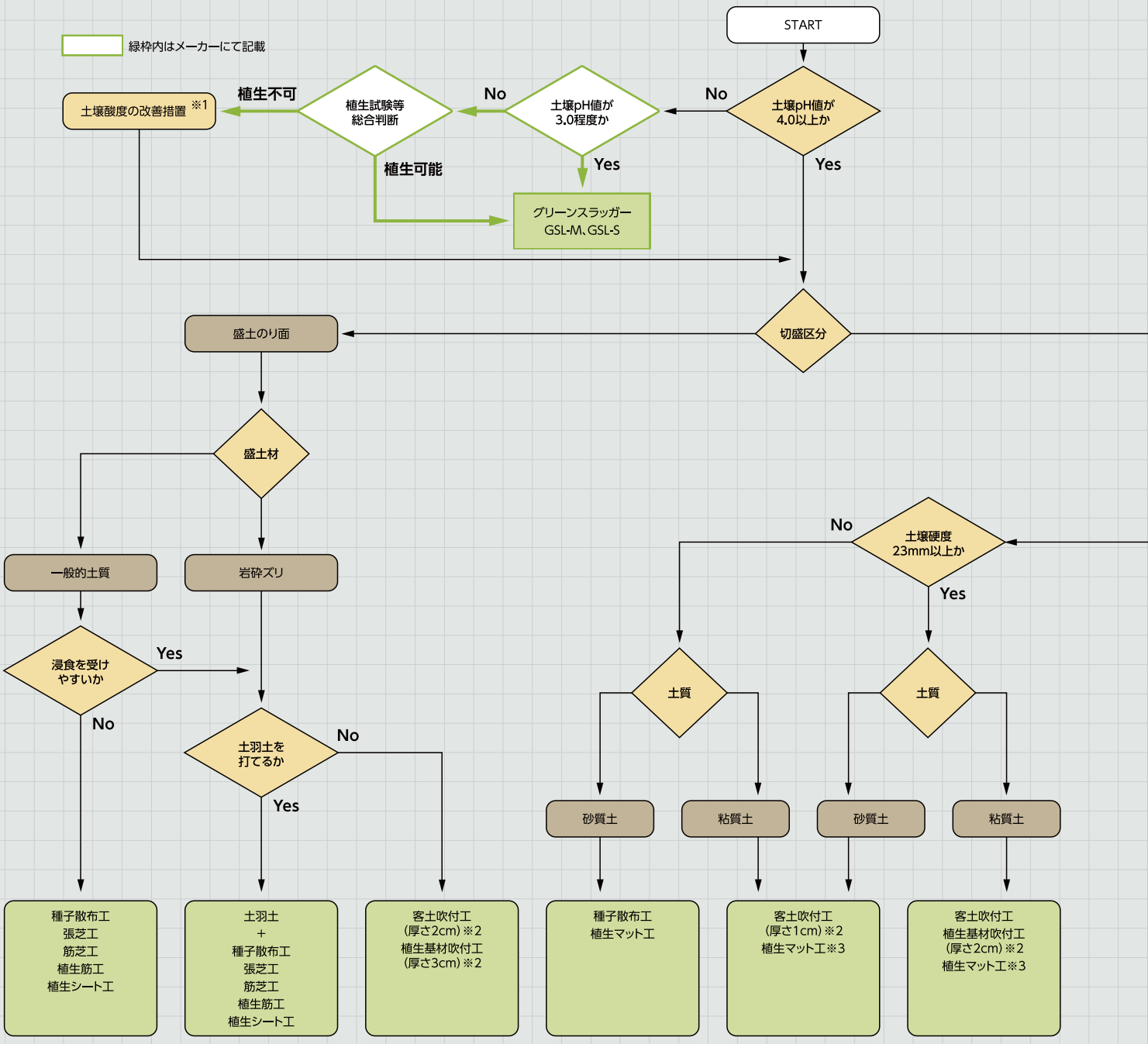
ワイヤロープの交点にアンカーを打設して
1.5mまでの表層を安定化させ、不安定岩塊の
抜け落ちを抑制します



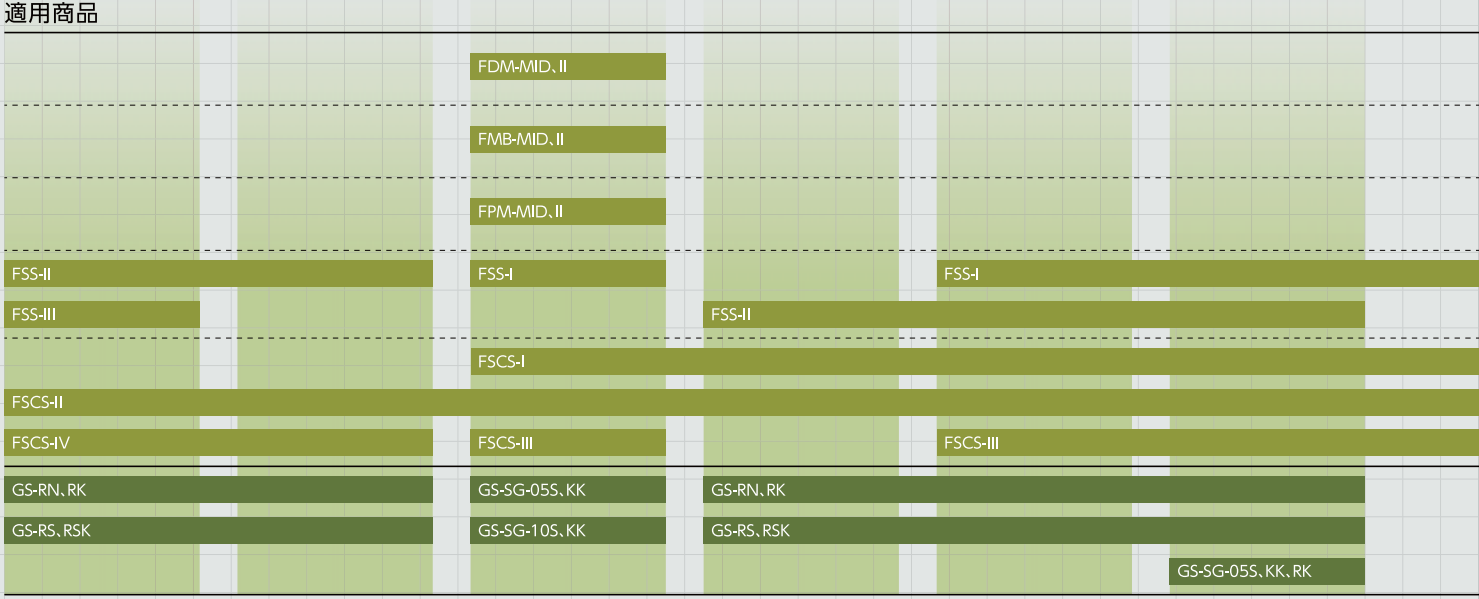
特定岩塊固定工

特定の巨岩塊を斜面に圧着して固定します

植生工選定フローチャート

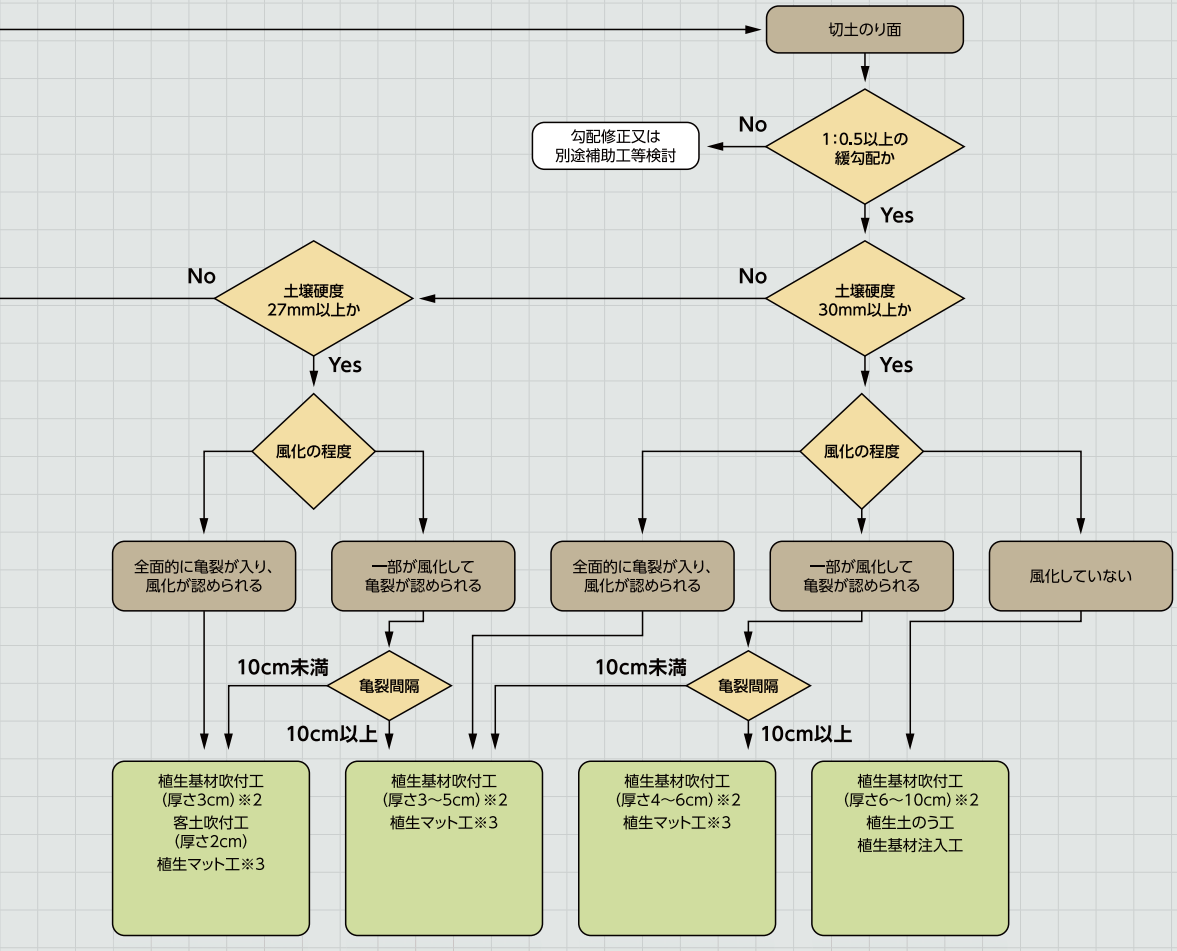


適用商品



※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。
※2…吹付厚さは緑化目標も考慮して決定する。
※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。

公益社団法人日本道路協会:「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)



			品名	素材
FDM-II	FDM-MID	FDM-I	フルボシリーズ フルボダイヤ	菱形金網 ポリエチレンネット
FMB-II	FMB-MID	FMB-I	フルボシリーズ フルボマルチ	亀甲金網 特殊加工ワラゴモ 有機植物ネット
FPM-II	FPM-MID	FPM-I	フルボシリーズ フルボポリ	ポリエチレンネット
			フルボシリーズ フルボストロー	亀甲金網 特殊加工ワラゴモ
		FSCM-I	フルボシリーズ フルボキャッチャー フルボキャッチャーM	ワラゴモ 有機植物ネット (菱形・亀甲金網)
		FSCM-II		
		FSCM-III		
GS-SG-10S、KK、RK			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)
	GS-SG-20S、KK、RK			
		GS-SG-30S、KK、RK		

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目合い)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

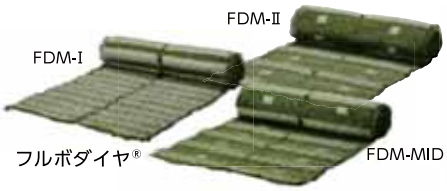
ワラの目付量が大きいため、高い侵食防止効果を発揮します。また、ワラのもつ保温性や保湿性によって、のり面の環境を良好に保ちます。

ポリエチレンネット

劣化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。

フルボシリーズ®

「フルボシリーズ」は、従来の植生マットおよびシートにフルボ酸（純国内産）を配合することで
肥料の吸収効率を向上、植物の育成を活性化するシリーズです。

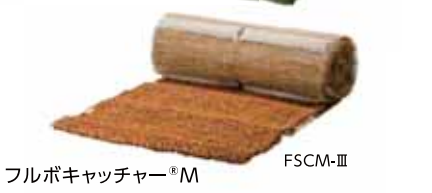












特　長

- ■ 植物の生育促進：フルボ酸は土中の各種ミネラルと結合するキレート作用を持ち、植物への吸収を効率化させる作用があります
- ■ 土壌環境の改善：塩類の濃度障害を抑え、土壌pH（アルカリ・酸性）の急激な変化を防ぎ、生育しやすい環境へと移行します
- ■ 純国内産フルボ酸を使用：海外の環境を破壊することなく、国内資源を有効に活用します

規格・仕様

	品名	品番	幅(m)	長さ(m)	環境品	金網		備考
						菱形	亀甲	
生育促進型植生資材	フルボダイヤ®	FDM-I	1	3	–	○	–	植生基材　8.6列/m²
		FDM-MID		5				植生基材　4.2列/m²
		FDM-Ⅱ		6				植生基材　2.8列/m²
	フルボマルチ®	FMB-I	1	3	○	–	○	植生基材　8.6列/m²
		FMB-MID		5				植生基材　4.2列/m²
		FMB-Ⅱ		6				植生基材　2.8列/m²
	フルボポリ®	FPM-I	1	3	–	–	–	植生基材　8.6列/m²
		FPM-MID		5				植生基材　4.2列/m²
		FPM-Ⅱ		10				植生基材　2.8列/m²
	フルボストロー®	FSS-I	1	10	○	–	○	肥料袋付き(50cm間隔)
		FSS-Ⅱ						–
		FSS-Ⅲ					–	
郷土種定着促進型植生資材	フルボキャッチャー®	FSCS-I	1	8	○	○	–	植生基材　片面吹き
		FSCS-Ⅱ				–	○	
		FSCS-Ⅲ					–	植生基材　両面吹き
		FSCS-Ⅳ						植生基材　片面吹き
	フルボキャッチャー®M	FSCM-I	1	6	○	○	–	植生基材　2.8列/m²
		FSCM-Ⅱ				–	○	
		FSCM-Ⅲ					–	



フルボシリーズ選定フローチャート(適用範囲)

❶生育促進型

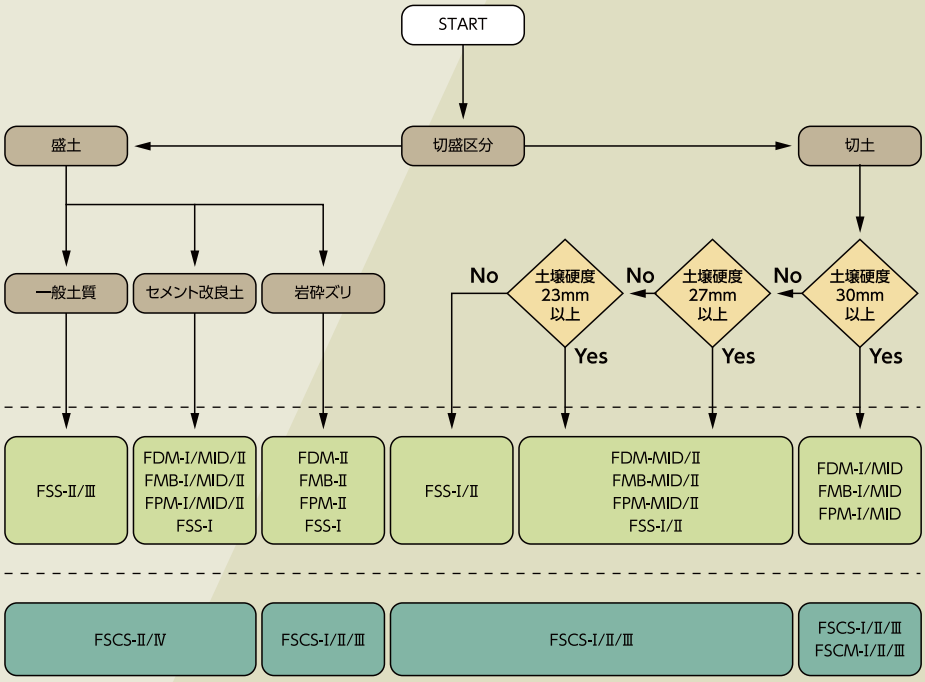
➡植生育成不良土壌の場合に対応

《植生育成不良土壌とは》

植物の生育が悪い劣悪地(南、西向き傾斜等)、酸性土壌、アルカリ土壌(セメント改良土等も含む)、シラスやマサ、花崗岩等の保肥力の低い土壌

❷郷土種定着促進型

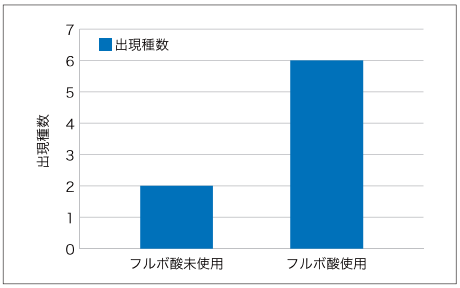
➡郷土種の定着を促進させたい場合に対応



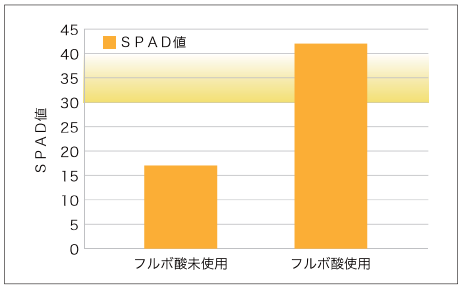
試　験

■室内試験

フルボ酸散布により出現種数、SPAD値ともに増加する効果を確認



出現種数



SPAD値

■フィールド試験







施工例




FMB (茨城県)




FDM (大分県)




FSS (宮城県)

植生工　強酸性土壌対応型植生資材（環境品）

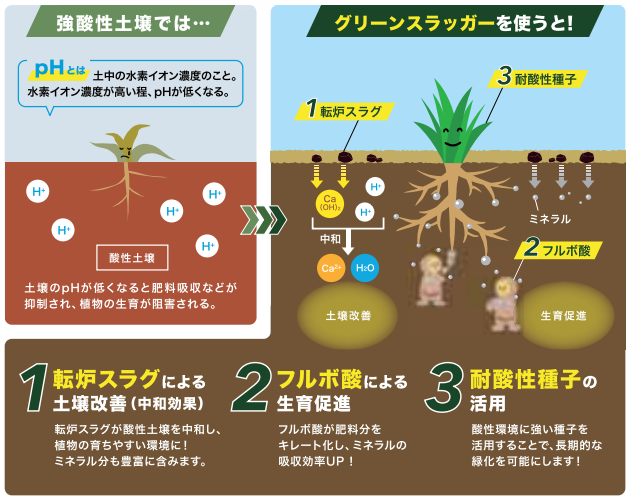
グリーンスラッガー®

グリーンスラッガーは、①転炉スラグによる土壌改善（中和効果）、②フルボ酸による生育促進、③耐酸性種子の活用の3つの特長により、強酸性土壌を長期的に緑化します。



GSL-S

GSL-M



特　長

- 転炉スラグが酸性土壌を中和し、植物の育ちやすい環境にします
- フルボ酸を配合しており、ミネラルの吸収率が高まります
- 酸性環境に強い種子を活用しているため、長期的な緑化が可能です

転炉スラグって?

製鋼工程で銑鉄から取り除かれた鋼以外の副産物のことです

- 主成分が石灰であるためpH12程度の強アルカリ性を示し、酸性土壌の中性化が可能!
- 水に溶けないため、中和効果の持続性有!
- 植物の生育に必要な鉄分等のミネラル含有!



- 本製品で活用している転炉スラグ・フルボ酸は未利用資源を有効活用した材料であり、地球環境に優しい製品となっています



規格・仕様

品名	品番	幅(m)	長さ(m)	環境品	金網		備考
					菱形	亀甲	
グリーンスラッガーM	GSL-M	1	6	○	–	○	植生基材　2.8列/m² pH(H_2O)3.0以上 土壌硬度30mm未満
グリーンスラッガーS	GSL-S		10				肥料袋：50cm間隔 pH(H_2O)3.0以上 土壌硬度27mm未満

施工例



pH3.0、勾配 1：1.8、土質 礫混じり土

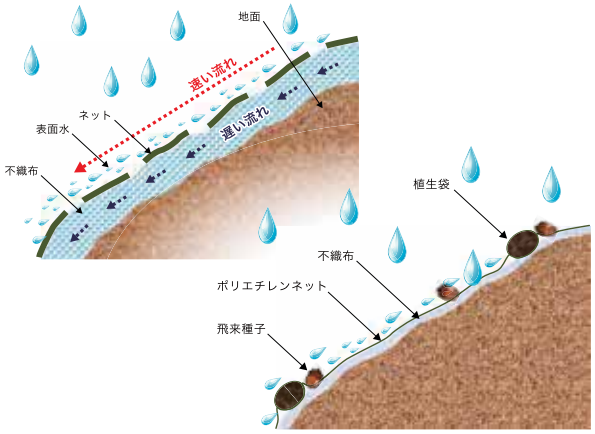


施工後5か月

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。





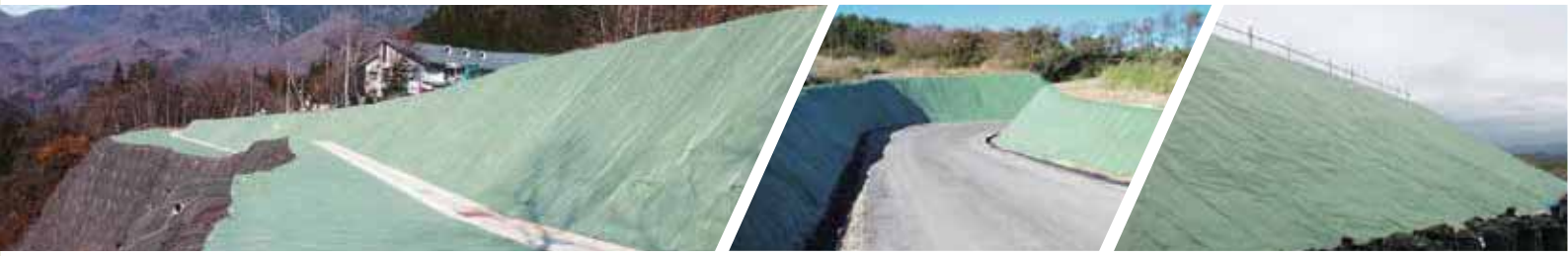
特　長

- 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、大型種子の捕捉効果が高まります(タイプSG)
- 工場生産のため、安定した品質を確保します

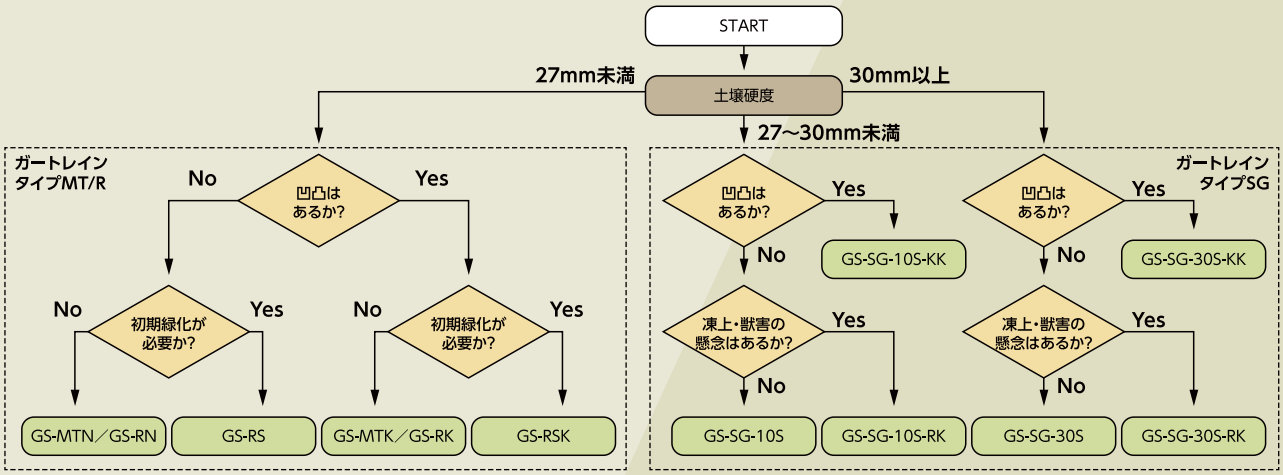
規格・仕様

品名	品番	幅(m)	長さ(m)	種子・肥料	素材
ガードレイン タイプMT〈耐侵食強化型〉	GS-MTN	1	25	なし	不織布・ポリエチレンネット
	GS-MTK		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 タイプR〈耐侵食・緑化バランス型〉	GS-RN	1	25	なし	不織布・ポリエチレンネット
	GS-RS			あり	
	GS-RK		10	なし	不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-RSK			あり	

品名	品番	幅(m)	長さ(m)	植生基材(g/㎡)	素材
ガードレイン タイプSG〈切土・軟岩対応型〉	GS-SG-05S	1	10	500	不織布・ポリエチレンネット
	GS-SG-05S-KK				不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-SG-05S-RK				不織布・ポリエチレンネット・菱形方網
	GS-SG-10S			1000	不織布・ポリエチレンネット
	GS-SG-10S-KK				不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-SG-10S-RK				不織布・ポリエチレンネット・菱形方網
	GS-SG-20S		5	2000	不織布・ポリエチレンネット
	GS-SG-20S-KK				不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-SG-20S-RK				不織布・ポリエチレンネット・菱形方網
	GS-SG-30S			3000	不織布・ポリエチレンネット
	GS-SG-30S-KK				不織布・ポリエチレンネット・亀甲金網
	GS-SG-30S-RK				不織布・ポリエチレンネット・菱形方網



ガードレインシリーズ選定フローチャート（適用範囲）



施工手順



法面を平滑に整形
浮石、雑草等の除去

法肩部分の固定

法肩より敷設
アンカーおよび止め釘で固定

隣接する製品を所定の位置でラップ
アンカーおよび止め釘で固定

※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。

施 工 例



施工前

施工後1か月

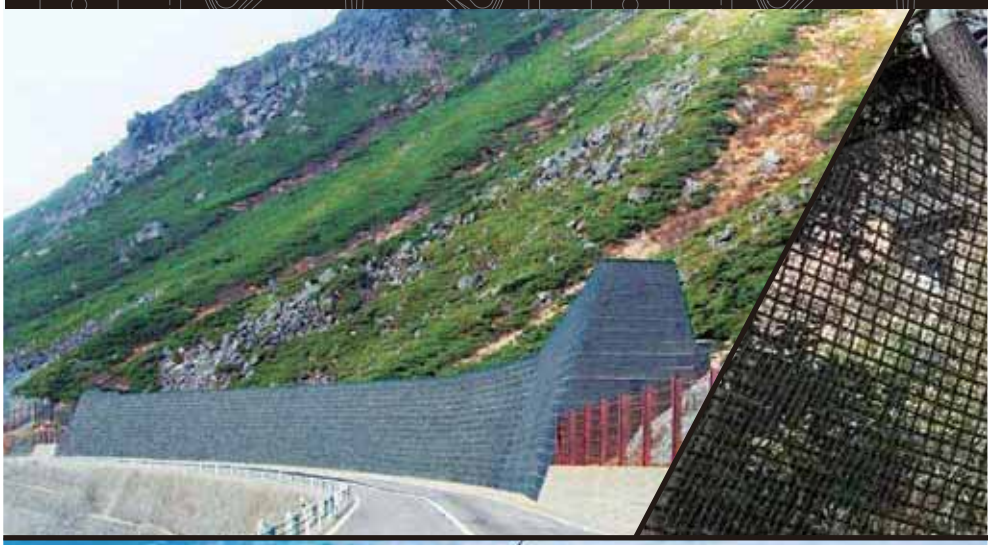
施工後4か月



砂防工事

載荷盛土

風力発電取付道路





前田工繊株式会社

事業所のご案内

製品に関するお問合せ等は
最寄りの事業所にお問合せください

※本書に記載されている製品のデザイン、規格やサービスの内容等は、改良のため予告なく変更する場合があります。あらかじめご了承下さい。

C.2612.10.0305