

ものづくり 日本大賞	国土技術 開発賞	建設技術 審査証明 ※		他機関の 評価結果
				有

2017.04.17現在

技術 名称	ループフェンス		事後評価済み技術 (2012.09.19)	登録No.	SK-020001-VE		
事前審査	事後評価		技術の位置付け(有用な新技術)				
	試行実証評価	活用効果評価	推奨 技術	準推奨 技術	評価促進 技術	活用促進 技術	
有	有	有				★ (2017.3.17~)	
			旧実施要領における技術の位置付け				
			活用促進 技術(旧)	設計比較 対象技術	少実績 優良技術		(2012.10.12~ 2017.3.16)
活用効果調査入力様式			適用期間等				
-VE 活用効果調査は不要です。(フィ ールド提供型、テーマ設定型で活 用する場合を除く。)		-	-VE 評価:平成29年3月17日~				

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日:2017.03.17

副 題	高エネルギー吸収落石防護柵	区分	工法
分類1	付属施設 - 防護柵設置工 - 落石防護柵(ストーンガード)設置工		

概要

①何について何をやる技術なのか?

- ・巨大な落石エネルギーに対応する時、剛性の高い構造物で受け止めようとするれば莫大な費用がかかり、従来型の落石防護柵で受け止めようとするれば容易に壊れてしまいます。本技術は靱性を高めた高強度支柱とエネルギー吸収機構を備えたワイヤロープを組み合わせることにより、従来の落石防護柵では対応できないとされていた大規模な落石を道路際または斜面上において捕捉しようとするものです。
- ・斜面からの崩壊土砂を捕捉するものです。

②従来はどのような技術で対応していたのか?

- ・従来型の落石防護柵で対応できる落石エネルギーは最大でも100kJ程度とされているため、これを超える落石に対しては洞門工や大規模な落石防護擁壁を築造する必要がありました。しかし、これらの対策工には費用、工期、景観性、信頼性などの点で問題がありました。
- ・コンクリート擁壁で対応していたが、切土工に伴う斜面の安定対策、費用、工期、景観性などにおいて問題がありました。

③公共工事のどこに適用できるのか?

- ・従来型の落石防護柵で対応できない落石エネルギー(100kJ~1000kJ)の発生が予測される場所で、道路、家屋、森林などを落石災害から防護するために設置します。
- ・急傾斜崩壊対策や土砂崩壊の危険性のある場所で、道路、家屋などを土砂災害から防護するために設置します。



ループフェンス

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか?

・コンクリート製落石防護擁壁のように剛性の高い構造物に落石が衝突して防護壁が壊れる時には壊滅的な破壊に至る危険があります。また従来型の落石防護柵(H型鋼とワイヤロープで構成した柵)はH型鋼の抵抗モーメントが小さいため落石が柵面に衝突すると支柱が容易に変形するという問題があります。しかし、本技術では支柱の靱性と抵抗モーメントを同時に強化し、また緩衝装置をバランス良く配置することにより、柵のどの部位に落石が衝突しても十分な能力を発揮できる構造となっております。

②期待される効果は?

・従来型防護柵は落石径0.5～0.6m程度(100kJ)が能力的な限界と言われていました。従って本技術はこれより大きな転石が散在する斜面下に設置することを想定しております。これによって直径1.4m程度の落石が落下高さ40mを超えて衝突(1000kJ)しても捕捉することが可能となります。また本技術は従来型防護柵と同様、落石の衝突時に防護柵が変形することによりエネルギーを吸収する構造となっております。その為、道路際に防護柵を設置するときは落石の衝突による防護柵の変形をできるだけ小さく抑えることが重要です。また小径の落石が跳躍を伴い高速で柵に衝突する時、落石が主ロープをすり抜け金網を突き破るケースも報告されています。本技術ではこれらの問題に対して以下のような効果を確認しています。

I. エネルギー吸収性能の効果

- 1)支柱の変形性能の向上効果(高強度+高靱性の支柱は一定の荷重を吸収しながら変形)
- 2)緩衝装置とメインケーブルとの摩擦効果
- 3)支柱とメインケーブルとの摩擦効果
- 4)金網によるエネルギー吸収効果
- 5)ディスタンスキーパーによる柵面全体への荷重分散効果

II. 防護柵の変形制御効果

・メインロープをループ状に張設しており、ロープがスリップする時には動滑車の原理により同一のスリップ量が生じて、シングルロープ式防護柵に比べて小さな張り出し(30%縮小)を実現できます。

III. 小径の落石が高速で衝突しても、落石が防護柵を貫通しにくくする効果

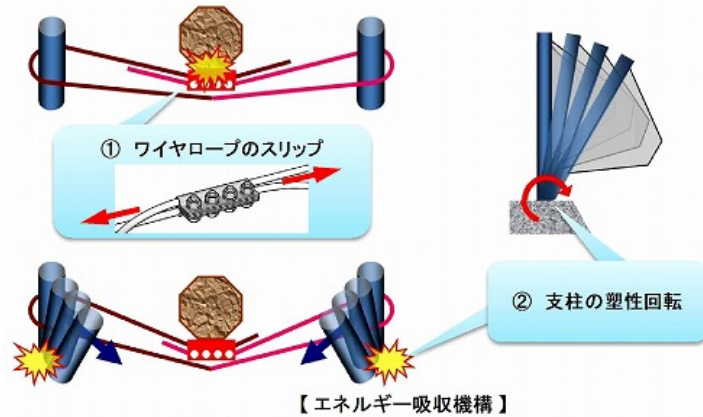
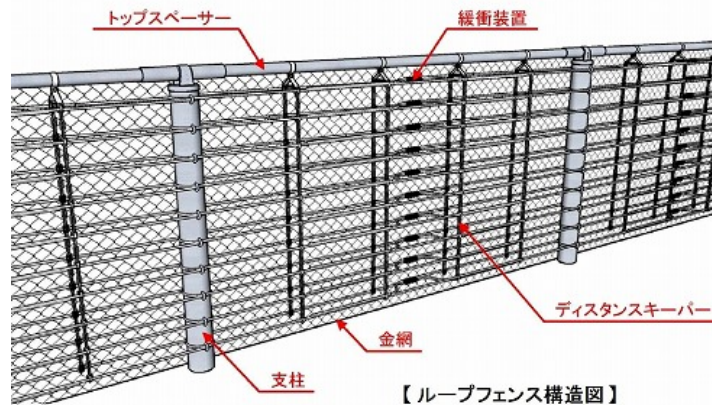
・メインロープは柵面の表裏にあるため結果として2倍の数のロープで落石を受け止めることになり、ロープ間の隙間がシングルロープ式防護柵に比べて半分となり、落石がメインロープ間をすり抜けにくい構造となっております。

IV. 条件に応じた最適な仕様となる効果

・多様な支柱ラインナップから選択できます。

ループフェンス 仕様一覧表

	Sタイプ	Rタイプ	Mタイプ	Lタイプ	Eタイプ
可能吸収エネルギー	1000kJ	600kJ	250kJ	150kJ	100kJ程度
標準柵高	2.0～6.0m	2.0～6.0m	2.0～6.0m	2.0～6.0m	2.0～6.0m
標準支柱間隔	6.0～10.0m	6.0～10.0m	6.0～10.0m	最大で5m	構造計算による
メインロープ径	16mm	16mm	12mm	12mm	16mm
崩壊土砂	—	—	—	—	対応可



構造およびエネルギー吸収機構

適用条件

①自然条件

・気温、湿度等の自然条件には特に影響をうけません。

②現場条件

1)作業スペース

・支柱設置に際して、クレーンを使用しますが、クレーンが使用できない場合は索道による設置も可能です。

2)機械の大きさ

・支柱の重量(0.2t~2t)を吊上げ可能なクレーン(15t~50t程度)または索道が必要です。

・支柱を斜面上に杭として立て込む場合はボーリングマシン用の足場が必要です。

3)施工場所

・転石の位置や大きさや崩壊土砂の衝撃力等現場状況を精査し防護柵の仕様(柵高さ、エネルギー、形状)を決定します。

・重力式擁壁上または杭基礎として地山に直接支柱を立て込みます。

③技術提供可能地域

・技術提供地域については制限なし。

④関係法令等

・特になし。

適用範囲

①適用可能な範囲

・設計仕様や現場状況により多少異なりますが、対応できる最大の落石エネルギーは1000kJ程度となります。

・土砂の崩壊深が2m以下の範囲。

②特に効果の高い適用範囲

・道路や民家背後の長大な斜面上に直径0.5mを超える転石が多数存在する地域に設置すれば最も経済性、安全性に効果を発揮します。

・道路際に防護工を設置する場所が無いときは斜面上に杭型支柱方式で本技術を設置できます。

・落石防護擁壁や洞門工などと比較して威圧感が少なく、着色も容易なので景観性を保てます。

・コンクリート擁壁を設置する為に、大幅な切土や伐採が必要な箇所において経済性を発揮します。

③適用できない範囲

- ・対象とする落石のエネルギーが設計仕様(最大1000kJ程度)を超える時は能力を超える恐れがあります。設置場所の変更や補助工法の追加等により本技術の性能以内に抑えて使用してください。
- ・土砂の崩壊深が2mを超える場合。

④適用にあたり、関係する基準およびその引用元

- ・引用No.02(落石対策便覧)(社)日本道路協会 平成12年6月発行 落石防護工の機能—落石防護柵(P87)
- ・土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律
- ・国土交通省告示第332号
- ・崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算例(全国地すべり対策協議会)

留意事項

①設計時

- ・本技術を重力式擁壁上に設置する時には、転倒及び滑動について十分な安全照査を行って下さい。
- ・本技術を杭型支柱方式で設置する時には、地質調査を行い十分な根入れ長さの検討を行って下さい。
- ・柵面下部に落石が衝突した時は支柱の変形による緩衝を期待できません。ロープと緩衝装置とのスリップによって全てのエネルギーを吸収する必要がありますので、ロープのスリップ長さを十分取ってください。
- ・斜面上に杭型支柱方式で設置するとき斜面上面の凹凸とロープとの隙間が生じないように支柱位置を決定して下さい。
- ・重力式擁壁基礎の安定計算において、仮定延長を20mとして行っているため、それ以下の延長となる場合は実際の設置延長に基づいて計算を行ってください。
- ・端末スパンと中間スパンとでは上部工の安全照査に用いる数値が異なるため別途検討する必要があります。
- ・景観を重視する場所には防護柵の着色を検討して下さい。

②施工時

- ・緩衝装置内をロープが滑る時の摩擦抵抗によって落石エネルギーを吸収する構造であるため、緩衝装置のボルト締め付けトルクの管理を行い、仕様書通り正確に締めて下さい。
- ・ボーリングマシンを設置する足場は綿密に強度計算検討を行い、安全な構造として下さい。

③維持管理等

- ・落石を受けて支柱が変形を生じたときは、転倒角15°を目安に交換を検討して下さい。
- ・頻繁に発生する小規模な落石によりロープがスリップする心配はありませんが、大きな落石が生じてロープがスリップした場合は落石を除去した後、応急的にロープを締めなおし、早急にロープと緩衝装置を交換して下さい。

④その他

- ・本技術の柵高表示は最上段ロープ高さで表示されていますので、必要柵高と製品有効柵高が同じになります。

活用の効果

比較する従来技術		落石防護擁壁(重力式擁壁H=5.m)		
項目	活用の効果			比較の根拠
経済性	<input type="checkbox"/> 向上(%)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input checked="" type="checkbox"/> 低下(25.13%)	B(-)その他の従来工法との比較では向上となります
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮(53.49%)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 増加(%)	従来工法は型枠及びコンクリート打設に手間がかかる
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	工場製品であり継続して高品質の製品を供給できる
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	道路上での作業が少なく作業の安全性が向上している
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	掘削土量が少ないので施工可能な場所が多い
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	従来技術に比べて、景観性の悪化が少ない

その他、技術のアピールポイント等
 本技術は従来型の落石防護柵の持つ落石対応能力を約10倍に高めた待ち受け型の防護柵であり、施工性、景観性、経済性に優れています。

コストタイプ
[コストタイプの種類](#)

活用効果の根拠

基準とする数量	90	単位	m
	新技術	従来技術	向上の程度
経済性	38403000円	30690000円	-25.13%
工程	60日	129日	53.49%

新技術の内訳

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要

ループフェンス材料制作費	コンクリート充填鋼管支柱、ワイヤーロープ、緩衝装置	90	m	277800円	25002000円	上部工材料費(柵高さ3.0m)
上部工設置工事	支柱架設工・スパン構築工・運搬工	90	m	35700円	3213000円	施工費
重力式擁壁築造費	場所打ちコンクリート	90	m	113200円	10188000円	材料費施工費共(H=2.4m 前勾配=1:0.63 天幅=0.82m 3.8立米/m L=91m)

従来技術の内訳

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
重力式落石防護擁壁	コンクリート重力式擁壁(鉄筋補強)	90	m	341000円	30690000円	H=5.0m 前勾配=1:0.3 天幅=1.4m 10.75立米/m

特許・実用新案

種類	特許の有無		特許番号				
特許	<input checked="" type="checkbox"/> 有り <input type="checkbox"/> 出願中 <input type="checkbox"/> 出願予定 <input type="checkbox"/> 無し		3692457 (専用実施権)				
特許詳細	特許番号	3692457	実施権	<input type="checkbox"/> 通常実施権 <input type="checkbox"/> 専用実施権			
			特許権者	有限会社吉田構造デザイン、南和夫、ゼニス羽田株式会社			
			実施権者				
			特許料等				
			実施形態				
			問合せ先	03-3556-0466			
実用新案	特許の有無						
	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し			
備考							

第三者評価・表彰等

	建設技術審査証明	建設技術評価
証明機関		
番号		
証明年月日		
URL		

その他の制度等による証明

制度の名称		
番号		
証明年月日		
証明機関		
証明範囲		
URL		

評価・証明項目と結果

証明項目	試験・調査内容	結果

施工単価

<積算条件>

1. 施工延長・・・L=60.0m (支柱間隔10.0m×6スパン)
2. 吸収可能エネルギー・・・1000KJ
3. 柵高・・・H=3.0m

4. 基礎・・・杭支柱方式(杭基礎)

5. 労務単価・・・平成27年度愛媛県

6. 足場工・・・現場条件に応じ別途積算願います.

概算工事費

	規格	単位	数量	単価	金額
材料製作費	E=1000KJ,H=3.0m	式	1		14,000,000
支柱設置及び調整工		本	7	28,000	196,000
メインケーブル組立工		本	60	5,600	336,000
ディスタンスキーパー組立工		セット	48	4,100	196,800
金網組立工		m	60	4,600	276,000
ガイドロープ組立工		本	60	2,800	168,000
基礎工	大口径ボーリング工	本	7	232,000	1,624,000
合計					16,796,800

歩掛り表あり (標準歩掛, 暫定歩掛, 協会歩掛, 自社歩掛)

施工方法

重力式擁壁上に設置する場合

1. 準備工
2. 基礎工(掘削,残土処分)
3. 基礎工(型枠工,床版コンクリート打設)
4. 擁壁築造工
5. 支柱建込工
6. 枠組足場工
7. トップスペーサー組立工
8. メインケーブル組立工
9. ディスタンスキーパー取付工
10. 金網取付工
11. 片付け

杭支柱方式で設置する場合

1. 準備工
2. 足場工
3. ボーリング工
4. 支柱建込工
5. 枠組足場工
6. トップスペーサー組立工
7. メインケーブル組立工
8. ディスタンスキーパー取付工
9. 金網取付工
10. 片付け



ループフェンスの施工手順

今後の課題とその対応計画

①課題

- 起伏の大きい斜面上に杭型支柱で設置する時、斜面とメインロープ間の空隙が大きくなる場合があります。
- 雪崩多発区間では分割支柱を使用して冬季には取り外し可能となっているが、取り外しの手間が大きい。

②計画

- 空隙制御用の補助ロープ、補助支柱、補助アンカーなどの対策を確立する予定です。
- ヒンジ支柱の導入または取り付け取り外しの容易な構造などを検討しています。

収集整備局	四国地方整備局				
開発年	2002	登録年月日	2002.07.05	最終更新年月日	2017.03.17
キーワード	安全・安心、公共工事の品質確保・向上、景観				
	自由記入	エネルギー吸収	落石防護柵	斜面安定	
開発目標	安全性の向上、周辺環境への影響抑制、品質の向上				
開発体制	単独 (<input checked="" type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 学) 共同研究 (<input type="checkbox"/> 産・産、 <input type="checkbox"/> 産・官、 <input type="checkbox"/> 産・学、 <input type="checkbox"/> 産・官・学)				
	開発会社	ゼニス羽田株式会社			
問合せ先	技術	会社	ゼニス羽田株式会社		
		担当部署	防災事業部	担当者	新田哲文
		住所	〒102-0083 東京都千代田区麹町五丁目7番地2 麹町M-SQUARE		
		TEL	03-3556-0466	FAX	03-3556-2326
		E-MAIL	te-nitta@zenith-haneda.co.jp		
		URL	http://www.zenith-haneda.co.jp		
	営業	会社	ゼニス羽田株式会社		
		担当部署	防災事業部	担当者	小林大志
		住所	〒102-0083 東京都千代田区麹町五丁目7番地2 麹町M-SQUARE		
		TEL	03-3556-0466	FAX	03-3556-2326
		E-MAIL	hi-kobayashi@zenith-haneda.co.jp		
		URL	http://www.zenith-haneda.co.jp		

問合せ先

番号	会社	担当部署	担当者	住所
	TEL	FAX	E-MAIL	URL

実績件数

国土交通省	その他公共機関	民間等
59件	305件	11件

実験等実施状況

I. 基礎実験

1. 支柱曲げ試験

中間支柱および端末支柱のそれぞれに静的載荷試験を行い、荷重の増大に対し支柱が均一な塑性抵抗モーメントを保持していることを確認しました。また、それぞれの支柱に衝撃載荷試験を行い直接落石が支柱に衝突しても断裂や構造系に致命的なダメージの発生のないことが確認できました。

2. 緩衝装置滑動試験

緩衝装置付のワイヤーロープに衝撃載荷を行い、張力波形グラフを作成し、ほぼ均一な張力の発生を確認しました。

II. 実物実験

1. 大径実物落下実験

重量30.4kN × 落下高さ15m=落石エネルギー456kJの実物落下実験を行い、確実に捕捉しました。

2. 小径高速実物落下実験

重量8.8kN × 落下高さ33m=落石エネルギー290kJの実物落下試験を行い、確実に捕捉しました。

3. 最大吸収エネルギー確認実験

重量20.0kN × 落下高さ31.86m=落石エネルギー624.5kJの実物落下試験を行い、確実に捕捉しました。

4. 小規模タイプ柵および10mスパン実物落下実験

重量7.9kN × 落下高さ34.729m=落石エネルギー274.36kJの実物落下実験を行い、確実に捕捉しました。

5. 最大吸収(1000kJ)エネルギー確認実験

重量30.4kN × 落下高さ34.864m=落石エネルギー1059.9kJの実物落下実験を行い、確実に捕捉しました。

6. Lタイプ実物実験

重量8.24kN × 落下高さ18.5m=落石エネルギー152.4kJの実物実験を行い、確実に捕捉しました。

7. Eタイプ土砂衝突・実物実験(公開)

50m3(約100t) × 崩壊高27mにて土砂を衝突させる実験を行い、確実に捕捉しました。

8. Eタイプ土砂堆積・実物実験

柵高上限まで土砂を堆積させる実験を行い、変形等の異状なく確実に保持することを確認しました。



【支柱曲げ実験】



【重錘衝突・緩衝装置実験】



【重錘衝突・全体実物実験】



【土砂衝突・全体実物実験】



【土砂衝突・全体実物実験】



【土砂堆積・全体実物実験】

ループフェンス各種実験状況

資料No.01(ループフェンス積算)
 資料No.02(ループフェンス工法標準積算要領)
 資料No.03(ループフェンス実験報告書)
 資料No.07(ループフェンス施工マニュアル)
 資料No.09(ループフェンス技術資料)
 資料No.11(落石防護擁壁積算)
 資料No.13(ループフェンス写真集)

参考文献

引用No.02(落石対策便覧)(社)日本道路協会

その他(写真及びタイトル)



【緩衝装置】



【支柱頭部】



【ディスタンスキーパー(平板)】



【ディスタンスキーパー(チェーン)】

ループフェンスの主な部品類



【柵高変化部】



【平面および勾配変化部】



【環境塗装仕様】



【分割支柱仕様】

多様な現場状況への対応例



擁壁上(直線支柱+Y型支柱)



直接基礎(直線支柱+R型支柱)



直接基礎(直線支柱)



擁壁上(Y型支柱)

ループフェンス施工例

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。