

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	MJネット工法			事後評価済み技術 (2015.03.13)	登録No.	SK-010023-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				★ (2015.3.13~)
		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		
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。)	—	活用促進技術 H27.3.13~				

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:2016.12.12

副題	超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		
分類2	付属施設 — 防護柵設置工 — 落石防止網(ロックネット)設置工 — 金網及びロープ設置		

### 概要

#### ①何について何をする技術なのか?

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れば容易に壊れてしまいます。本技術は欧米で古くから潜水艦防護ネットとして利用されてきたASMネット(Anti-Submarine Net)に新開発のブレーキシステムを取り付けることにより、衝撃吸収機能を備えた落石防護柵を開発しました。これにより従来落石防護柵では対応できないとされた大規模な落石を斜面上で捕捉し停止させることができました。

#### 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経済性、安全性、景観性、工期などの点で問題がありました。

#### ③公共工事のどこに適用できるのか?

従来型の防護柵で対応できない落石エネルギー(100KJ~3000KJ)の発生が予測される場所の下に位置する道路、家屋、森林などを落石災害から防護するために適用します。



設置直後のMJネット



設置から2年後のMJネット

### 環境と調和するMJネット

#### 新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)

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する場合の設計手法はまだ確立されておらず、また従来型の落石防護柵(H型鋼とワイヤー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ため大規模な落石には対応できないという問題があります。そこで、本技術では、1本の鋼線を撚りながら編成したワイヤーリングからなるワイヤーネット、落石エネルギーを緩衝するブレーキシステム、これらを支えるワイヤーロープと鋼製支柱を組み合わせて構成した防護柵により、最大3000KJまでの落石に対応可能としました。本技術は以下のような新規性を持っています。

- 1.一本の鋼線を撚りながら成型した鋼製リングは強い引張り力を受けてもほつれにくい構造となっています。
- 2.張力を6方向に分散するネット構成は破断に強い形状です。
- 3.直線的に摺動するブレーキシステムはスムーズで均一なエネルギー吸収が可能です。
- 4.落石エネルギーをシステム全体で効率よく吸収します。
- 5.支柱にはほとんど曲げ応力が加わらない構造のため、堅固な基礎は不要です。
- 6.現場で製作する構造物が少なく、施工が容易です。
- 7.防護柵はスパンごとに独立しているため、部品の取り替えや維持管理が容易に行えます。

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

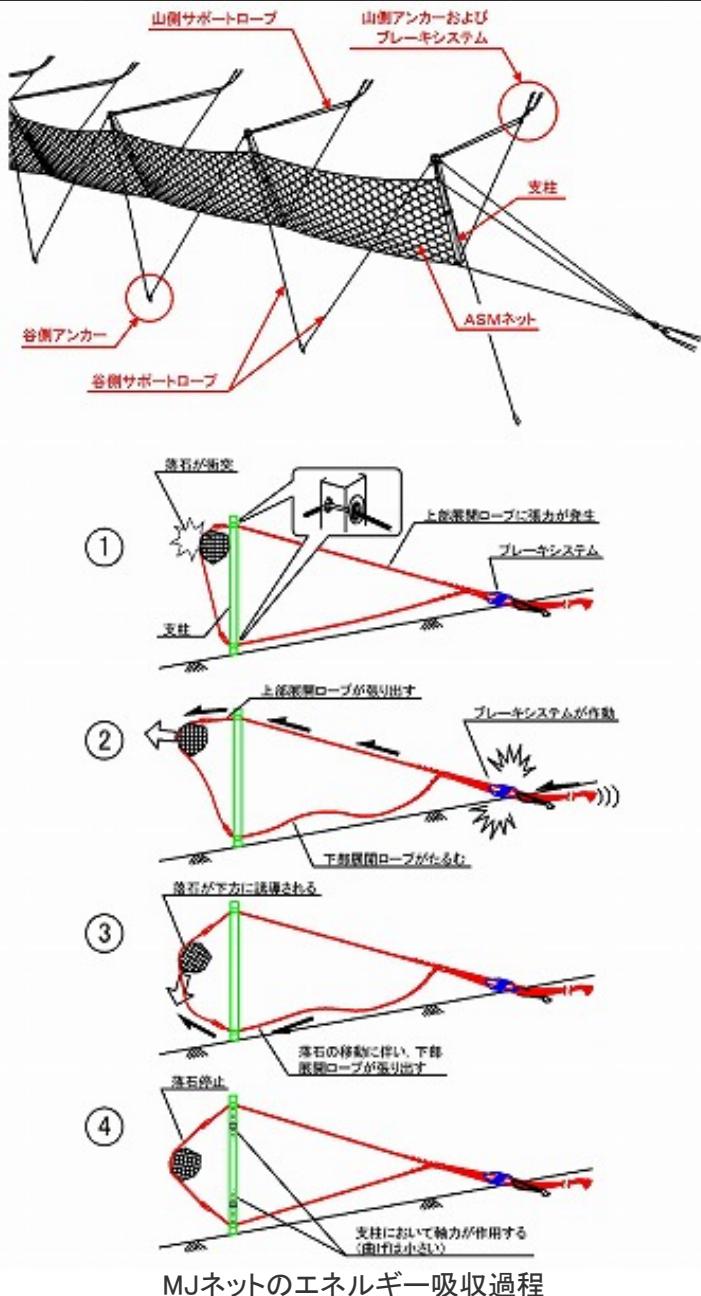
経済性にすぐれる従来型防護柵は落石径0.5~0.6m程度(100KJ)が能力的な限界と言われております。従って本技術はこれより大きな転石が散在する斜面下に設置するのが効果的です。これによって直径2.0m程度の落石が落下高さ40mを超えて衝突(3000KJ)しても捕捉することが可能となります。MJネットによって期待される効果は以下のとおりです。

- 1.対応できる落石エネルギーが3000KJまでとなります。
- 2.部材が比較的軽量であるため斜面上への設置が容易です。
- 3.落石の回転運動による“かけ上がりこぼれ”を防ぐ構造です。
- 4.施工後、短期間の間に植生に覆われ自然と調和します。

※ネット高さは任意に変更可(下表の適用範囲)

MJネットの適用範囲

防護柵タイプ	C-015	C-025	C-075	C-10	C-15	C-30
最大吸収エネルギー	150KJ	250KJ	750KJ	1000KJ	1500KJ	3000KJ
※ 標準ネット高さ	3.0m	3.0m	3.5m	3.5m	4.0m	4.5m



## 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受けません。

### ②現場条件

#### 1)作業スペース

- ・設置に際してクレーンを使用しますのでクレーン設置のスペースが必要です。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

- ・ASMネット1枚の重量(200kg～540kg)を吊上げ可能なクレーン(5.4t～50t程度)または索道が必要です。
- ・アンカー打設には軽量ボーリングマシン(口径90mm)が必要です。

#### 3)施工場所等

- ・転石の位置や大きさ等の現場状況を精査し防護柵の仕様を決定します。
- ・落石衝突時の柵面変形量が大きいので、道路際から10m以上離れた斜面上の設置します。

### ③技術提供可能地域

- ・技術提供地域については制限はありません。

### ④関係法令等

- ・特にありません。

## 適用範囲

#### ①適用可能な範囲

・落石エネルギーの適用範囲は～150KJ、～250KJ、～750KJ、～1000KJ、～1500KJ、～3000KJです。

#### ②特に効果の高い適用範囲

・必要とする落石対応能力が1000KJを超えるときには対策可能な工法の選択肢が少ないので、効果的です。  
 ・斜面上に設置することを前提にしており、道路際に防護柵の設置スペースが無い場所では効果的です。  
 ・斜面上における伐採を極力抑えることが可能なので、景観性を重視する場所に効果的です。

#### ③適用できない範囲

・落石衝突時の柵面変形量が大きいので道路際には設置できません。  
 ・対象とする落石のエネルギーが設計仕様(最大3000KJ)を超える場合は、設置方法や補助工法の追加により本技術の性能以内に抑えてください。

#### ④適用にあたり、関係する基準およびその引用元

・落石対策便覧 (社)日本道路協会

### 留意事項

#### ①設計時

・MJネット工法は落石衝突時にネットの変形伸びが大きいため、建築限界から10m以上離れた位置に設置してください。  
 ・支柱と山側のサポートロープとのなす角はMJネット設計・施工・積算要領に記載された角度を保持して設置してください。  
 ・スパン長は5.0～10.0mまで設定可能ですが、スパン長を標準より短くした場合には対応能力やコストパフォーマンスが変動しますので留意してください。

#### ②施工時

・起伏の大きな斜面上に設置する場合、落石がネットと斜面との間隙を透過しないよう設置して下さい。

#### ③維持管理時

・落石の衝突を受けてブレーキシステムが作動した場合は、落石を除去した後、必要なスリップ長を確保しボルトを締めなおせば、一時的に性能を復帰させることは可能ですが、メッキやロープに磨耗が生じておりますので、早急に部品交換を行ってください。

#### ④その他

・支柱には大きな曲げ応力が発生しないため、通常の斜面上では支柱設置用の基礎コンクリートは不要ですが、腐葉土等が堆積し、これを除去すると支柱高さが不足する等の場合には基礎コンクリートが必要となります。

### 活用の効果

比較する従来技術	コンクリート製落石防護擁壁(対応エネルギー1000KJ)		
項目	活用の効果		比較の根拠
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上( 1.99 %)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下( %) C(+)、対応エネルギー1000KJの重力式落石防護擁壁と比較してトータル的には同程度である。
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮( 67.27 %)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 増加( %) 組立式であるため現場製作の部材がほとんど無く施工が速い。
品質	<input type="checkbox"/> 向上	<input checked="" type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下 本技術は実物実験に基づく設計手法が確立されており、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 大規模な掘削やコンクリート構造物の築造が不要である。
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 斜面上に設置された後は植生に覆われ、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	本技術は待ち受け型の防護柵のひとつであり、この分野のなかで比較すると従来型の落石防護柵に比べて最大で30倍の落石対応能力を有しており、またその他の防護工と比較しても安全性、経済性、景観性、施工性に優れています。		
コストタイプ <u>コストタイプの種類</u>			

### 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	38196000円	38970000円	1.99%
工程	54日	165日	67.27%

### 新技術の内訳

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要

材料費	支柱,ネット,ロープ,アンカ一材	1式	29551000円	29551000円
作業構台工	単管足場	1式	2753000円	2753000円
アンカーエ	ワイヤーロープアンカー	1式	1526000円	1526000円
設置工事	運搬工,支柱組立工,本体組立工	1式	4366000円	4366000円

#### 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	コンクリート式重力式擁壁(鉄筋補強)	90	m	433000円	38970000円	擁壁高さ5.0m 天幅2.0m 前勾配=1:0.3 13.75立米/m 鉄筋232kg/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				
特許詳細	特許番号 4560223		実施権	<input type="checkbox"/> 通常実施権	<input type="checkbox"/> 専用実施権
			特許権者		
			実施権者		
			特許料等		
			実施形態		
			問合せ先		
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>

- 施工延長…L=60.0m (支柱間隔10.0m×6スパン)
- 吸収可能エネルギー…3000KJ
- 柵高…H=4.5m
- アンカーエ…軽量ボーリングマシンにて施工.Φ90mm削孔、表土を1.0mの礫質土とし、定着層は軟岩相当とします。

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。

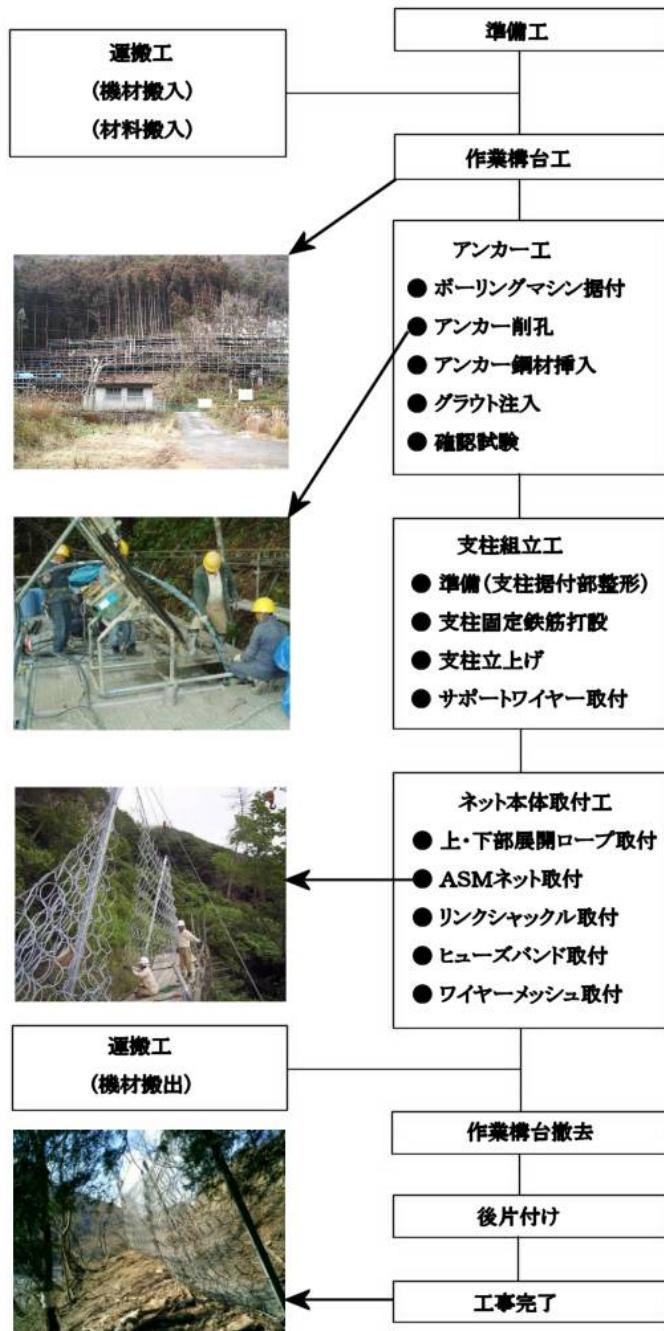
概算直接工事費

	規格	単位	数量	単価	金額
材料製作費	E=3000KJ,H=4.5m	式	1		37,000,000
アンカーアー工		本	17	52,400	890,800
支柱組立工		本	7	149,300	1,045,100
展開ロープ取付工		組	9	47,500	427,500
ブレーキシステム取付工		組	9	3,200	28,800
ASMネット取付工		スパン	6	108,000	648,000
ASMネット連結工		箇所	5	25,900	129,500
ワイヤーメッシュ取付工		スパン	6	99,300	595,800
合計		式	1		40,765,500

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

- 1.準備工,アンカー及び支柱位置だし工,作業構台工
- 2.アンカーアー工 – 山側,谷側,サイドに所定のアンカーを設置
- 3.支柱組立工 – 各アンカーに取り付けたサポートロープによる支柱の建て込み
- 4.ネット取付工 – ブレーキ,上縁ロープ,下縁ロープ,展開ロープ,リンクシャックル,ヒューズバンド取付け
- 5.ワイヤーメッシュ取付工 – ワイヤーメッシュ(亀甲金網)をASMネット背面に貼付け
- 6.作業構台撤去工,片付け工



MJネットの施手順

#### 今後の課題とその対応計画

##### ①課題

MJネットは主部材であるASMネットの変形により、大きな落石エネルギーを吸収できるシステムである。しかしこのASMネットは非常に柔軟な変形によりエネルギー吸収を行うため、落石防護柵(フェンス)のように落石エネルギーの吸収を計算で立証することが困難である。またその都度に行う実物実験も、費用等の面からも困難である場合が多い。

##### ②計画

数回の実物実験およびスケール実験結果より、標準的に解析を行えるシステムを九州大学へ委託研究を依頼、開発をする予定です。

収集整備局	四国地方整備局				
開発年	2000	登録年月日	2002.03.26	最終更新年月日	2016.12.12
キーワード	安全・安心、コスト縮減・生産性の向上、景観				
	自由記入	高エネルギー吸収	落石防護柵	斜面安定	
開発目標	経済性の向上、安全性の向上、周辺環境への影響抑制				
開発体制	単独 ( <input type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 学)      共同研究 ( <input checked="" 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, HCsystem社(フランス)				

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	<a href="mailto:te-nitta@zenith-haneda.co.jp">te-nitta@zenith-haneda.co.jp</a>		
		URL	<a href="http://www.zenith-haneda.co.jp">http://www.zenith-haneda.co.jp</a>		
問合せ先	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	<a href="mailto:hi-kobayashi@zenith-haneda.co.jp">hi-kobayashi@zenith-haneda.co.jp</a>		
		URL	<a href="http://www.zenith-haneda.co.jp">http://www.zenith-haneda.co.jp</a>		

問合せ先				
番号	会社	担当部署	担当者	住所
	TEL	FAX	E-MAIL	URL
1	AVAROC	Sales Department	Jacques BOURRIOT	53 Chemin du Vieux Chene 38240 Meylan – France
	+33 (0)476019164	+33 (0)476019233		

実績件数		
国土交通省	その他公共機関	民間等
27件	172件	6件

### 実験等実施状況

#### 1. 実物実験(フランス)

☆実験方法-斜面下部に供試体(MJネット)を、斜面上部に檻を設置し、檻から供試体へ向けてケーブルにより懸垂された岩塊を滑走させ、防護柵に衝突する直前にダイナマイトにより懸垂ワイヤーを切断し、岩塊を供試体に衝突させる。

※基礎実験-MJネット1スパン、3スパン、5スパン、ブレーキ付、ブレーキ無、等様々な供試体に対し、様々な落石エネルギーを持つ岩塊を衝突させ MJネット防護柵の挙動を確認した。

※性能確認実験-1000KJ、1500KJ、3000KJの規格を決定しそれぞれ1017KJ、1599KJ、3018KJのエネルギーを衝突させる実証実験を行った。

#### 2. 部品性能試験(国内)

☆目的-非線形衝撃解析コード(LS-DYNA)による解析を行うためのデータ収集

##### 素線引張試験

##### 単リング引張試験

ASMネット重錐落下試験

ブレーキシステム静的滑り試験

ブレーキシステム動的滑り試験

#### 3. 実物実験(国内)-その1

☆目的-解析結果と実際の防護柵の挙動との差異確認のため

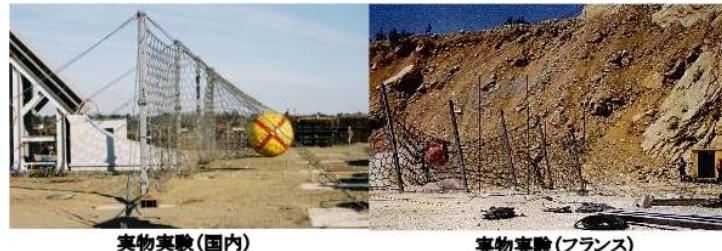
円筒形コンクリート塊(210KN)を高低差5mの滑り台状斜面から転がして3スパンの防護柵に衝突させた。

#### 4. 実物実験(国内)-その2

☆目的-解析結果と実際の防護柵の挙動との差異確認のため

円筒形コンクリート塊(100KN)を水平に架設した防護柵上に自由落下により衝突させた。

これらの実験結果から、それぞれの防護柵がその規格ごとに十分な能力を保有し、解析結果と実際の挙動が概ね一致することが確認できた。これにより今後のMJネット工法の性能評価に解析結果を利用することが有効であることが確認できた。



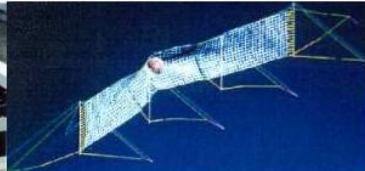
实物実験(国内)



实物実験(フランス)



ASMネット強度試験



三次元解析(LS-DYNA)

### 实物実験と性能確認

添付資料等	<b>添付資料</b>
	1.MJネット工法カタログ 2.MJネット工法設計・施工・積算要領 3.MJネット実物実験概要 4.MJネットブレーキシステム実験報告書 5.MJネット実験と解析 6.MJネット施工写真集
	<b>参考文献</b>
	落石対策便覧 (社)日本道路協会 道路土工-のり面工・斜面安定工指針 (社)日本道路協会 国土交通省土木工事積算基準

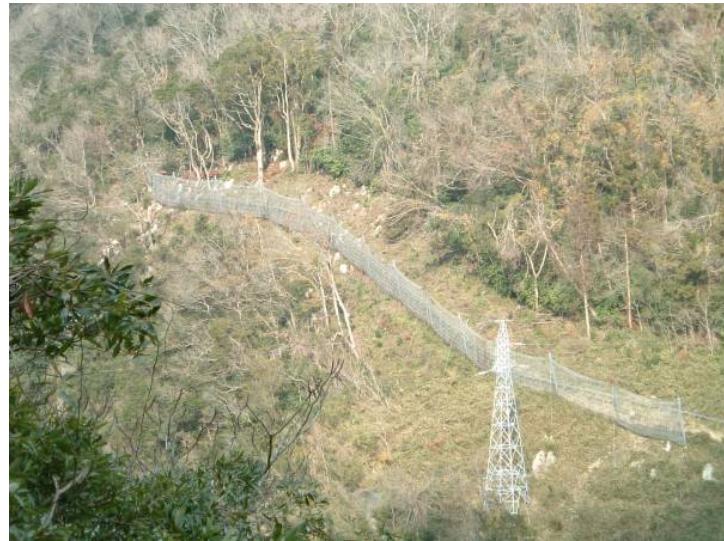
### その他(写真及びタイトル)



蓮山伊豆長岡修善寺線(静岡県)



環境防災林整備事業(岐阜県)



県道美東秋芳西寺線(山口県)

詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。