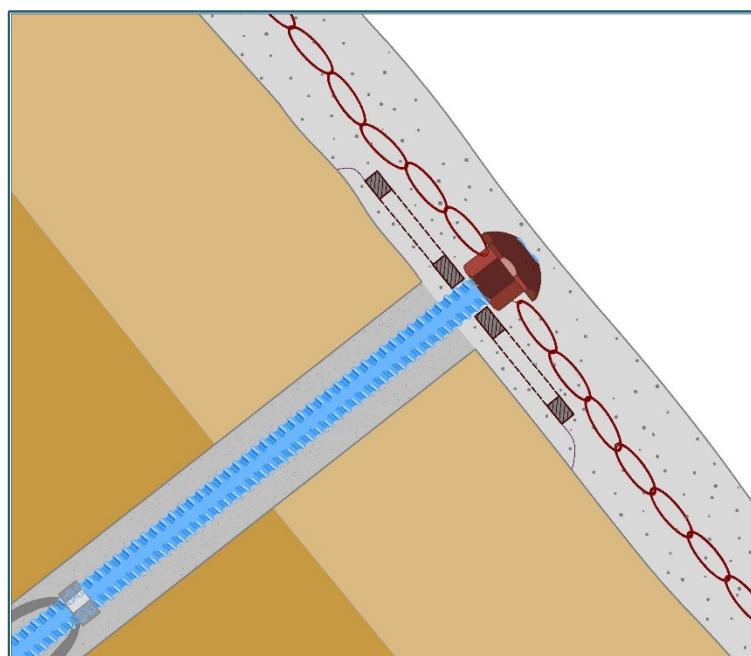


社会資本の長寿命化を推進

NETIS QS-210047-A

# 長寿命補強土モルタル吹付型



## 長寿命補強土株式会社

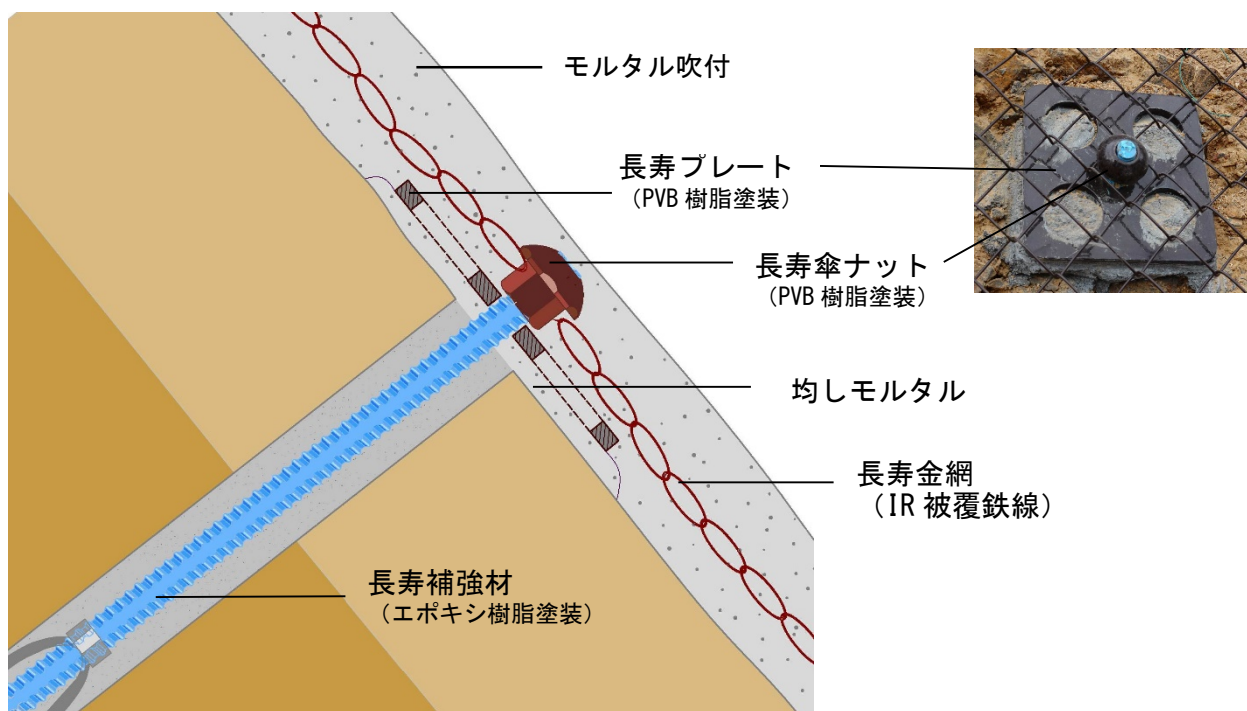
主要資材は、大阪・東京・福岡・鹿児島の工場や拠点から現場に直送します。

## 概要

のり面に求められる耐久性は、本来は半永久的です。「長寿命補強土 モルタル吹付型」で使用する鋼材は、すべて高耐久性の塗膜で被覆され、しかもコンクリートの内部にあるため極めて耐久性が高い特徴があります。斜面の崩壊周期は、数世紀以上の長いスパンですが、100年を経て斜面が崩壊しそうになった時点でも長寿命補強土は機能すると考えられます。

## 設計

設計手法は、道路土工指針やNEXCO・地盤工学会などの既存指針を適用し、一般のソフトで、長寿命補強土の設計計算を行えます。基本的には、補強材は1.5m以下の格子状配置で、補強材の効果を重視した設計手法です。耐久性が高い金網の効果は、プラス $\alpha$ 要素です。建設時点で低コスト、ライフサイクルコストでは、非常に低コストになります。のり面工低減係数は、長寿プレートの受圧面積から、1.5m間隔配置の場合で算出した値を、参考資料として表-1に記載しました(モルタルの効果を無視した安全側の値です)。



## のり面工低減係数 (長寿命補強土 モルタル吹付型)

### NEXCO 要領

「長寿命補強土 モルタル吹付型」ののり面工低減係数を、NEXCOの「切土補強土工法設計・施工要領」に従って算定した値や金網の効果を考慮したのり面工低減係数 $\mu$ は表-1の値です。

### 地盤工学会マニュアル

(社)地盤工学会の「地山補強土工法設計・施工マニュアル p89~90」では、のり面工低減係数を用いず、補強材の許容引張り力 $T_a$ を下記の式で算出します。 $T_a$ に0.7を乗じない算定式ですので、大きな設計力が得られる場合が多くなります。

$$T_a = \min(T_{sa}, T_{1pa+Toa}, T_{2pa})$$

ここに、 $T_a$ : 補強材の許容引張り力

$T_{sa}$ : 芯材の許容引張り強さ

$T_{1pa+Toa}$ : 移動土塊側の全許容引き抜き抵抗力

( $T_{1pa}$ はNEXCO要領と同じ、 $T_{oa}$ はのり面における表面材の許容支圧抵抗力)






$T_{2pa}$ : 不動土塊側の許容引き抜き抵抗力

表-1 本工法ののり面低減係数 $\mu$  (提案値)

補強材挿入長 (m)	のり面工低減係数	
	1.5m 間隔	根拠
2.0	0.89	NEXCO 要領算定値
2.5	0.80	NEXCO 要領算定値
3.0	0.73	NEXCO 要領算定値
3.5	0.70	金網の効果考慮※
4.0	0.70	金網の効果考慮
4.5	0.70	金網の効果考慮
5.0	0.70	金網の効果考慮

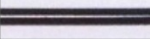
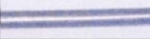

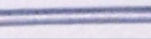
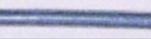
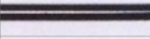
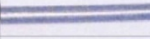



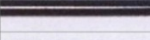
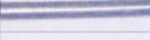
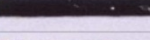
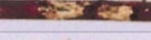

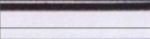
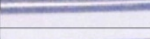


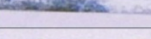
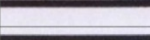

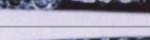
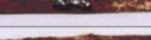
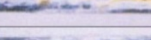
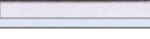


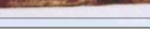
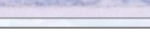
※金網だけの効果を考慮した場合 $\mu=0.7$ 以上が一般的に使用しようされています。さらに、劣化し難いモルタル吹付工との組み合わせでは、 $\mu=1.0$ に近いと考えられます。

長寿命補強土 モルタル吹付型で使用する鋼材（補強材・プレートナット・金網・スペーサー）はすべて超耐久性の樹脂塗装製品です。しかも、高耐久性の樹脂塗装部材がコンクリートですべて被覆されているので、鋼材の劣化が少なく補強土工の効果は非常に長く世紀を超えて機能すると考えられます。

品名	写真	防錆種別	規格・性能
長寿補強材		エポキシ樹脂粉体塗装品 D19～D22 (コンクリート内部では圧倒的な高い防食性能)	ネジ節棒鋼 SD345 D19～D22 建設技術審査証明 1004号 (財)土木研究センター EP塗装は土木学会基準適用
長寿金網		低密度ポリエチレン被覆鉄線金網 (直射日光が当たる一般環境でも、100年以上の耐久性)	線径 2.8mm 鉄線径 2.0mm 網目 50mm W2000～3000 建設技術審査証明 1001号 (財)土木研究センターカゴ工で取得した長寿命化技術を菱型金網に適用
長寿プレート		メッキ+PVB 塗装品 SS400 200×200×12 D19～D22	200×200×12 19～22用 メッキ HDZ35+PVB 塗装 PVB：ポリビニルブチラール
長寿傘ナット		PVB樹脂粉体塗装品	19～22用 ナットと補強材の隙間にはエポキシ樹脂硬化剤を塗布し固定と防錆を行う。
長寿スペーサー		エポキシ樹脂粉体塗装品	JIS G 4401 削孔径 65mm 用 EP塗装は土木学会基準適用

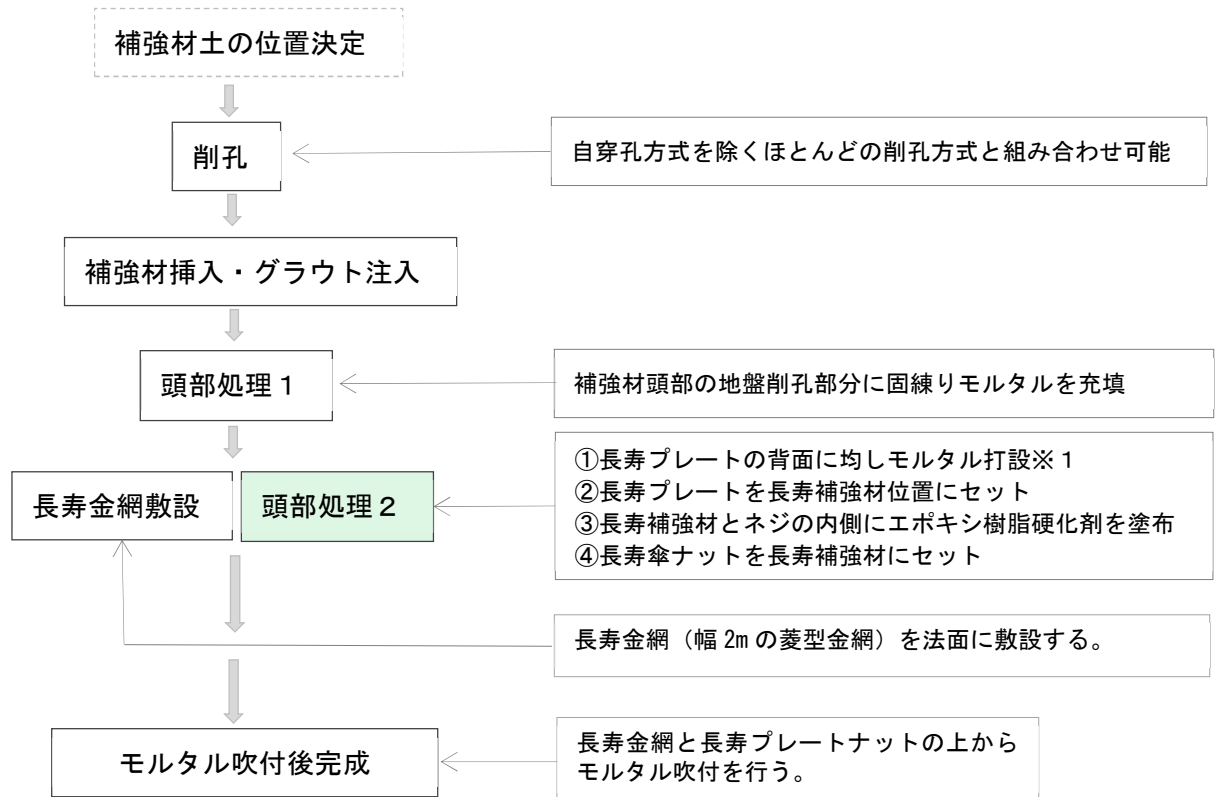
長寿金網に使用する低密度ポリエチレン被覆鉄線の耐用年数は、100年以上(直射日光環境を想定した耐候性試験結果では184年)と考えられます。下図は、IR被覆線の塩水噴霧試験と促進暴露試験の結果です。

JIS Z 2371 塩水噴霧試験による。 35℃ 5% NaCl 水溶液

経過時間	IR被覆線(茶色)	IR被覆線(透明)	着色塗装亜鉛めっき鉄線	亜鉛めっき鉄線(3種)	亜鉛アルミ合金めっき鉄線(10%アルミ)
0時間					
400時間					
800時間					
1200時間					
1600時間					
2000時間					

## 施工方法

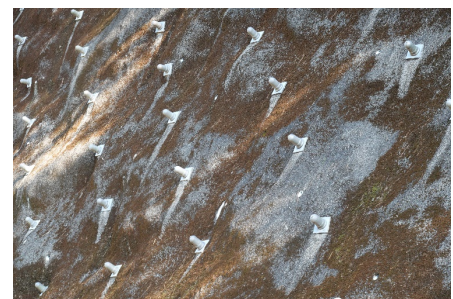
「長寿命補強土 モルタル吹付型」の標準的な施工方法は下記の通りです。



## 施工例



長寿命補強土モルタル吹付型の施工後  
モルタル法面に補強土の突出部は見えません。  
部材の老朽化診断を目的とした点検と維持管理は不要です。



約 25 年経過した海岸地帯の補強土工頭部  
(社)日本溶融亜鉛鍍金協会は、JIS 規格で最も厚いメッキの耐久性を海岸地帯では 25 年程度としています。

従来工法では補強材の頭部が突出  
露出したメッキ材は老朽化が進みます。

資料の御請求は下記までご連絡ください。（パンフレット内容は、製品改良のために予告なく変更することがあります。）

長寿命補強土(株) 住所：鹿児島市皇徳寺台 4-51-7 〒891-0103

電話：099-275-9234 FAX：099-275-9235 eメール：[er-info@bronze.ocn.ne.jp](mailto:er-info@bronze.ocn.ne.jp)

メールは、長寿命補強土や LL 補強土工ホームページの問い合わせ欄からも送付できます。



社会資本の長寿命化を推進

NETIS:QS-150043-A

# 長寿命補強土 植生型



## 長寿補強土(株)

主要資材は、大阪・東京・福岡・鹿児島・沖縄の工場や拠点から現場に直送します。

## はじめに

土木構造物の維持管理と老朽化対策が、21世紀の主要な課題となりました。斜面の補強土工分野でも、社会コストを縮減するためには、建設直後のみならず、100年後以降も効果を発揮することが期待されています。「長寿補強土 植生型」は、主要部材に国内最高ランクの高耐久性部材を使用し世紀を超えて機能します。これからの日本の斜面を守り続ける工法です。

## 設計

設計基準 : 道路土工-切土工・斜面安定工指針 (社)日本道路協会)、切土補強土工法設計・施工要領 (NEXCO)、地山補強土工法設計・施工マニュアル (地盤工学会) など適用。

設計ソフト : 汎用ソフト使用可能

使用部材の価格は、HPの積算プログラムなど参照可能。

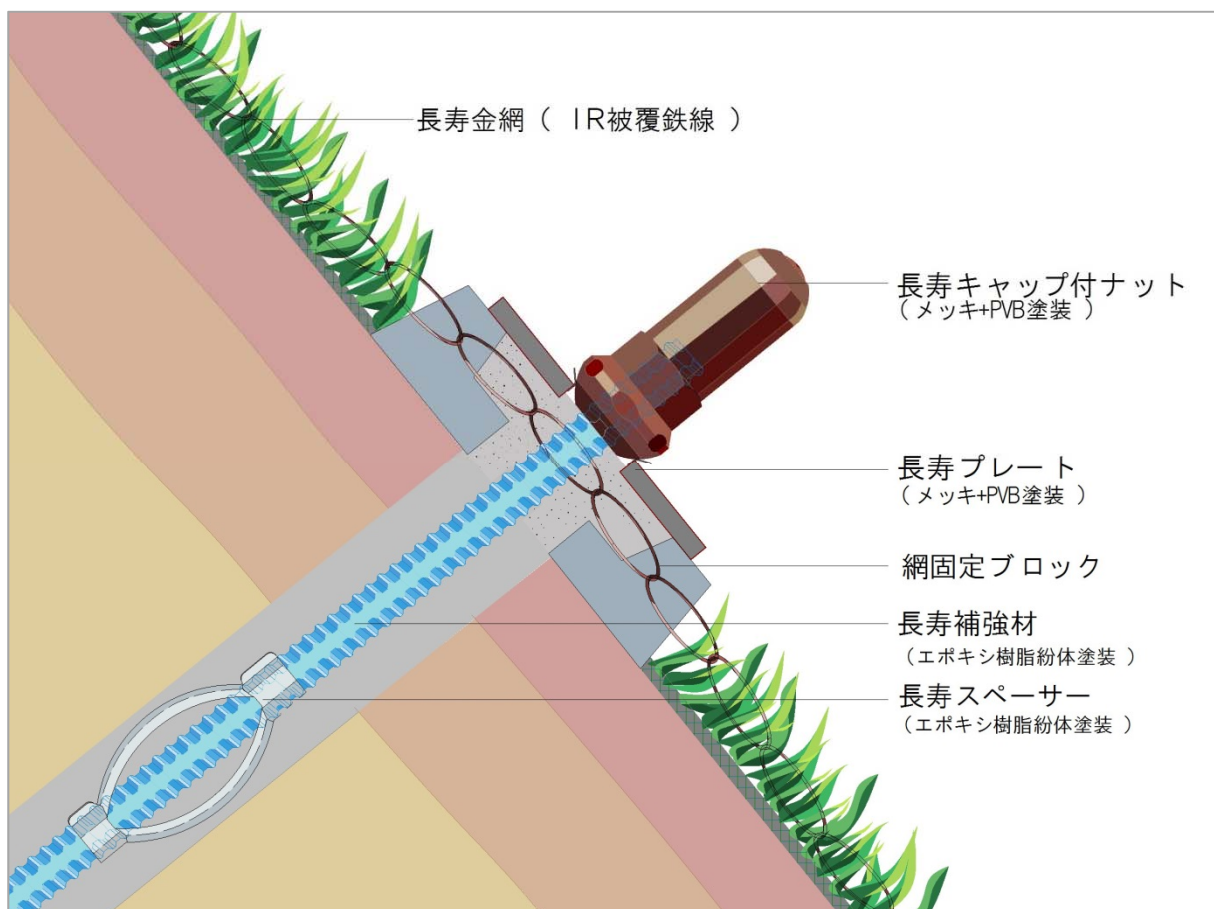
設計特徴 : 1.5m以下の格子状配置推奨

金網は表層崩壊防止効果として+ $\alpha$ 要素である。

コスト : 建設時点で低コスト、ライフサイクルコスト比較では圧倒的な低コスト工法。

## 施工

従来の「法枠+補強土」工に比較し、大幅な工期短縮が可能である。施工は、補強土工に用いる一般機材と従来工法と同等の方法で施工可能である。



※1 : のり面の植生工は、長寿命補強土工には含まれない。

※2 : 網固定ブロックは、逆さに配置し金網を地盤面に直接敷設することも可能である。








特許出願中

## 規格

補強材呼び径 (SD345)	エポキシ樹脂塗装補強材 (m)	許容引張力 (KN/本)	網固定ブロック 寸法 (mm)	長寿金網〔IR 被覆鉄線〕 網目間隔 (mm)
D19	2.0~5.0	40.1	200×200×50	50〔線径 2.8mm〕
D22	2.0~5.0	54.2	200×200×50	50〔線径 2.8mm〕
D25	2.0~5.0	70.9	200×200×50	50〔線径 2.8mm〕

## 使用部材一覧

長寿補強土〔植生型〕では、下記の部材を使用する。他に、グラウト注入材（通常はセメントミルク）と注入ホース（径 20mm 程度）が必要である。使用する下記の部材は、土木分野で使用される耐久性に関する国内最高水準の製品である。

品名	写真他	塗装種別等（性能の一部）	規格・性能評価・他
長寿補強材		エポキシ樹脂紛体塗装品 D19~D25 (コンクリート内部では圧倒的な高い防食性能)	ネジ節棒鋼 SD345 土木学会のエポキシ樹脂塗装鉄筋の品質規格 (JSCE-E 102-2003) 適合
長寿プレート		亜鉛メッキ HDZ35+PVB 塗装 (フッ素樹脂コートも選択可・・・現場条件あり)	150mm×150mm×9mm 耐酸性、耐アルカリ性、 耐候性で最高水準
長寿金網		低密度ポリエチレン被覆鉄線金網 (IR 鉄線) 被覆層厚さ 400 μm	一般環境では、100 年以上の耐久性 (耐候性で 184 年 (自社推定性能))
網固定ブロック		長寿金網を固定するブロック (ガラス繊維補強無筋コンクリート)	200mm×200mm×50mm 穴径 100mm 圧縮強度 35N 曲げ強度 5N
長寿スペーサー		エポキシ樹脂紛体塗装品	JIS G 4401 削孔径 65mm 用
長寿キャップ付 ナット		亜鉛メッキ HDZ35+PVB 塗装 (ステンレス製ワッシャー付属)	FCD900-8 D19 D22
エポキシ樹脂硬化剤セット		2 液混合型のエポキシ樹脂硬化剤の攪拌注入器 ・ダブルカートリッジ ・注入ガン ・注入ノズル	圧縮降伏強さ 700Kgf/cm <sup>2</sup> 以上 引張強さ 125Kgf/cm <sup>2</sup> 以上

## 主要部材の耐久性の概要

### □長寿補強材 [SD345 ネジフシ棒鋼 D19~D25]

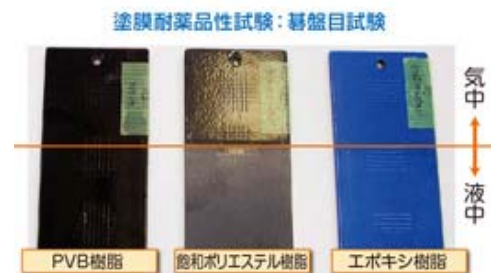
土木学会基準 JSCE E102「エポキシ樹脂塗装鉄筋の品質基準」の適合品である。エポキシ樹脂粉体を  $220 \pm 40 \mu\text{m}$  の厚さで、鉄筋に焼き付けたネジフシ棒鋼で、メッキが溶解する硫酸や水酸化ナトリウム溶液中に 1000 時間浸けても塗装の劣化は認められない。高品質コンクリートを使用した条件では、300~500 年の耐久性も予想されている（日経コンストラクション 2001 年 10 月 26 日号）。

アルカリ溶液・酸性溶液でのメッキとの比較例	エポキシ樹脂塗装鉄筋 (EP 鉄筋)	亜鉛メッキ鉄筋 (メッキ鉄筋)
水酸化ナトリウム (3mol/l 濃度) 試験結果: EP 鉄筋は健全でメッキ鉄筋は、メッキがほぼ溶解する。		
硫酸 (5%) 試験結果: EP 鉄筋の焼き付け塗装部は健全でメッキ鉄筋は、試験実施困難		室内試験の実施は困難 (メッキが溶解し、発生する水素が実験室内で爆発するため実験が困難)

### □長寿プレート 長寿キャップ付ナット





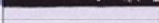





鋼材に亜鉛メッキ (HDZ35) を行い、さらに PBV 樹脂を焼き付けた製品。PVB 樹脂は、酸性とアルカリ性に対して高い耐久性能を有する高耐性の樹脂である。土木学会基準 (塗膜耐薬品性試験 JSCE-E528-2003) に準じた試験では、エポキシ樹脂塗装鉄筋と同等以上の性能を示す。

塗膜耐薬品性試験状況	
塗装の種類	PVB 樹脂・飽和ポリエステル樹脂・エポキシ樹脂
試験液	水酸化ナトリウム水溶液 (PH=14.5)
試験時間	1000 時間
結果	試験後に、PVB 樹脂とエポキシ樹脂は、基盤目試験で塗膜を剥がそうとしても剥げなかった。



### □長寿金網 [高強度の低密度ポリエチレン(アイオノマー樹脂)被覆亜鉛メッキ鉄線(芯線 SWMGGH-3) 鉄線 JIS G 3505]

亜鉛メッキ鉄線に、耐久性を高めた高強度の低密度ポリエチレン被覆材を 0.4mm の厚さで完全接着した製品である。一般的に使用されている「亜鉛めっき鉄線 (SWGS-3)」の耐用年数は 10~15 年程度 (環境条件により変動あり) であるが、高強度低密度ポリエチレン被覆鉄線の耐用年数は、100 年以上 (耐候性 184 年 (自社推定値)) と考えられる。長寿金網の鉄線に使用する IR 被覆線は、2000 時間に及ぶ試験でも発錆していない。下図は、IR 被覆線の塩水噴霧試験の結果である。

JIS Z 2371 塩水噴霧試験による。 35°C 5% NaCl 水溶液					
経過時間	IR被覆線 (茶色)	IR被覆線 (透明)	着色塗装亜鉛めっき鉄線	亜鉛めっき鉄線 (3種)	亜鉛アルミ合金めっき鉄線 (10%アルミ)
0時間					
400時間					
800時間					
1200時間					
1600時間					
2000時間					



## 主要部材の形状寸法

**長寿補強材** SD345 エポキシ樹脂紛体塗装ネジフシ棒鋼 降伏点又は0.2%耐力 345~440 (N/mm<sup>2</sup>)  
許容引張応力度 200 (N/mm<sup>2</sup>)



呼び名	寸法A	寸法B	公称断面積 (cm <sup>2</sup> )	単位重量 (Kg/m)
D19	21.5	17.5	2.865	2.25
D22	24.8	20.5	3.871	3.04
D25	28.2	23.6	5.067	3.98

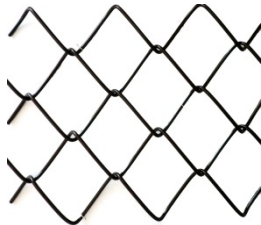
**長寿プレート** SS400 材



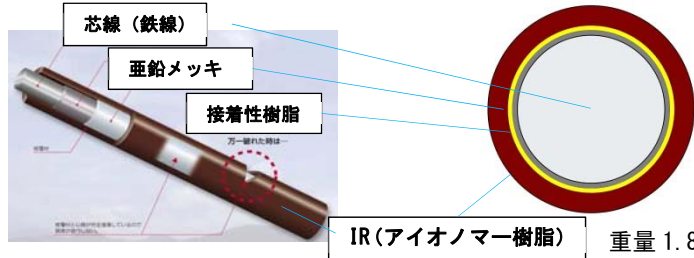
寸法：150mm×150mm×9mm  
穴径：45mm (D19・D22・D25 テーパーワッシャー利用)

重量 1.6 (kg)

**長寿金網** JIS 規格：亜鉛めっき鉄線 (H) 3 種 2.0 mm (SWMGH-3 2.0 mm) 引張り強度 590~880 (N/mm<sup>2</sup>) に、  
アイオノマー樹脂 (金属イオン架橋ポリエチレン系樹脂) を接着性樹脂で被覆した線材  
線径外形：2.8mm 鉄線径 2.0mm アイオノマー樹脂厚さ 0.4mm

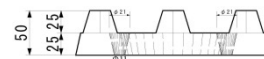
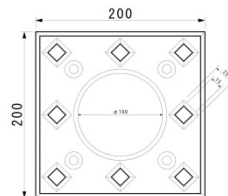


網目 50mm  
織幅 2000 (標準)  
~3000mm



重量 1.8 (kg/m<sup>2</sup>)

**網固定ブロック** ガラス繊維混入コンクリート



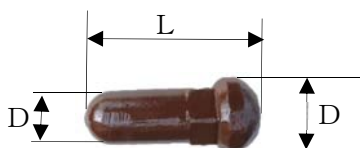
重量 1.8 (kg)

**長寿スペーサー** JIS 規格 JIS G 4401 削孔径 65~90mm 用



使用補強材 呼び径	適用削孔径 (mm)	スペーサー外径 (mm)	スペーサー長さ (mm)
D19	65~90 (二重管掘)	65	127
D22	65~90 (二重管掘)	65	127
D25	65~90 (二重管掘)	65	130

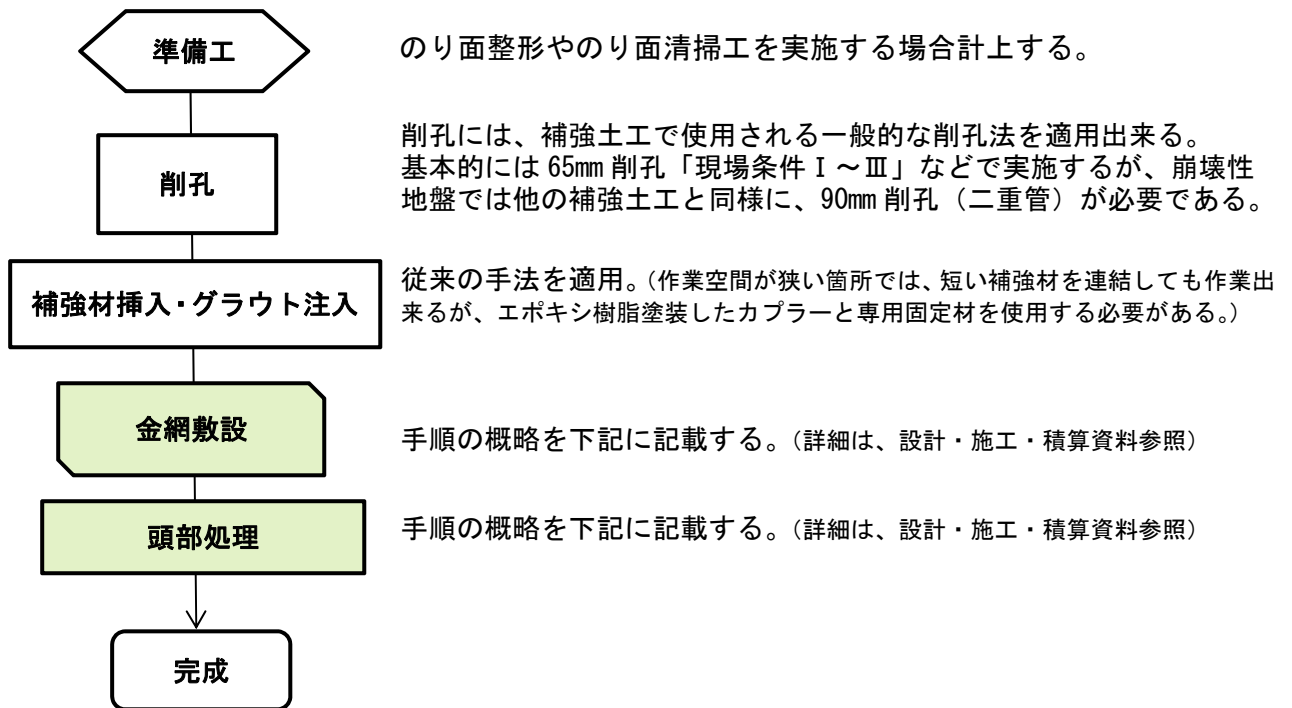
**長寿キャップ付ナット** 本体：FCAD900-8 頂部ネジ：ステンレス  
テーパワッシャー：ステンレス



補強材呼び径	L (mm)	B (mm)	D寸法 (mm) (ネジ部最小径)	重量 (kg)
D19	120	41	41	1.0
D22	120	41	41	0.9
D25	120	48	48	0.8

## 施工法

施工法は、従来から使用されている国・各県の施工管理手法を適用する。



### 金網敷設

植生基材吹付工の実施は金網敷設後に行うが、植生マット工の場合は、金網敷設の前に実施する。植生が回復しやすいのり面や風化岩の場合では、長寿金網敷設工のみとする場合もある。

### 頭部処理

下記の手順で頭部処理を行う。

- ①削孔工の孔口に「固練りモルタルを充填」し、「網固定ブロック」を固定する。
- ②「長寿金網」を「網固定ブロック」の突起の隙間に配置する。
- ③「網固定ブロック」を㊦のように突起が隠れるまで固練りモルタルで覆う。
- ④「長寿補強材」を中心に「長寿プレート」をセットし㊦の状態にする。
- ⑤補強材頭部にエポキシ樹脂硬化剤を塗布し、テーパワッシャーを設置し㊦、「長寿キャップ付ナット」を手で軽く締める㊦（エポキシ樹脂の硬化で強固に固定される）。



㊦



①



㊦



㊦



㊦

## 参考資料

### 1 のり面工低減係数（長寿補強土 植生型）

#### NEXCO 要領

「長寿補強土 植生型」ののり面工低減係数を、NEXCO の「切土補強土工法設計・施工要領」にしたがって算定したのり面工低減係数  $\mu$  を表-1 に示す（網固定ブロックの受圧面積を考慮ずみの値である）。

#### 地盤工学会マニュアル(参考)

（社）地盤工学会の「地山補強土工法設計・施工マニュアル p89～90」では、のり面工低減係数を用いず、補強材の許容引張り力  $T_a$  を下記の式で算出する。 $T_a$  に 0.7 を乗じない算定式で、大きな設計力が得られる場合が多くなる。

$T_a = \min(T_{sa}, T_{1pa+Toa}, T_{2pa})$

ここに、 $T_a$ ：補強材の許容引張り力

$T_{sa}$ ：芯材の許容引張り強さ

$T_{1pa+Toa}$ ：移動土塊側の全許容引き抜き抵抗力

（ $T_{1pa}$  は NEXCO 要領と同じ、 $T_{oa}$  はのり面における表面材の許容支圧抵抗力）

$T_{2pa}$ ：不動土塊側の許容引き抜き抵抗力

表-1 NEXCO 要領で算定したのり面低減係数

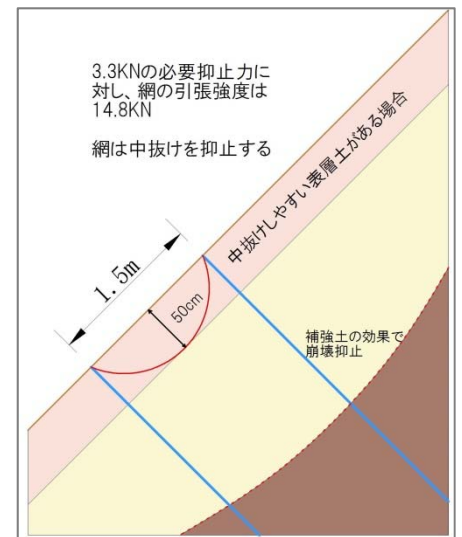
補強材挿入長 (m)	のり面工低減係数	
	1.5m 間隔	1.4m 間隔
2.0	0.89	0.88
2.5	0.80	0.79
3.0	0.73	0.72
3.5	0.67	0.65
4.0	0.62	0.60
4.5	0.57	0.56
5.0	0.53	0.51

### 2 長寿金網の効果

長寿金網は、補強材の間の表層土塊の崩落や中抜けによる崩落を防止する。

〔参考〕1.5m ピッチの補強材の間で深さ 0.5m の円弧型崩壊が発生すると仮定すると、 $F_s=0.9$  の崩壊土塊を  $F_s=1.20$  にするには、3.3kN の抑止力が必要である。これに対し、長寿金網は、上部に固定された 8 本の金網の強度のみで 14.8kN の引張強度がある。崩土の重みがすべて網に作用しても網は安全であり、同時に、網は表層土の崩落を防止する。

表層の崩落抑止効果を高める場合は、網を斜面に密着させる手法を選択できる（網固定ブロックを逆さに配置）。



### 3 補強土工の確認試験

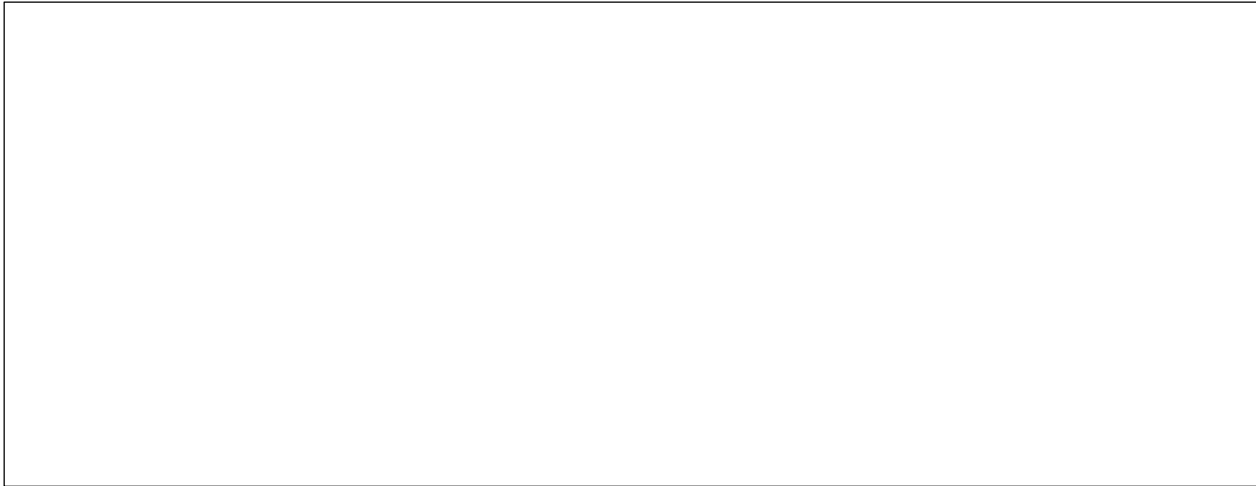
NEXCO の「土工施工管理要領」の（3-5 切土補強土工）から、〔3-5-4 確認試験 p25〕の試験方法の主要部分を表-3 に示す。

#### 4 「長寿補強土 植生型」の施工時の特記事項

- ①EP 鉄筋は塗膜に傷がつかないように取り扱う。吊り上げる時は 2～3 点吊りとする。
- ②塗膜に 1  $\text{mm}^2$  以上の面積の傷が発生した場合は、専用補修塗料を用いて刷毛で塗り補修する。
- ③直射日光を避けるため EP 鉄筋にシートなどで覆う。

表-3 確認試験方法

項目	試験頻度 規格値など
試験本数	任意抽出で全本数の 3% 以上かつ最低本数 3 本以上
最大試験荷重	・設計荷重とする。 ・経験的設計法の場合は下記を目安と出来る（別途設定可）。 砂および砂礫の場合 10.0kN 軟岩 50.0kN 硬岩 70.0kN
荷重サイクル	単サイクル
荷重方法	原点荷重 5.0kN 増加荷重のきざみ 10.0kN 鋼材
試験結果	荷重-変位量曲線でまとめる。



長寿補強土（株）は、下記製品の開発販売など、補強土工の高耐久性化に取り組んでいます。

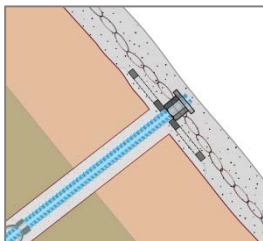


**技術賞  
発明奨励賞**

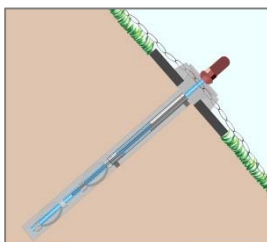
土木学会西部支部  
全国発明協会（九州地区）



**LL補強土工法**



**長寿命補強土 モルタル吹付型**



**長寿ハイブリッド補強土 65**

**長 寿 補 強 土（株）**

〒891-0103 鹿児島市皇徳寺台 4-51-7

Tel: 099-275-9234 FAX: 099-275-9235

HP: <http://www2.synapse.ne.jp/~llh/>

本パンフレットの内容は、改良のために予告なく変更することがあります。最新情報は、HPなどでご確認出来ます。