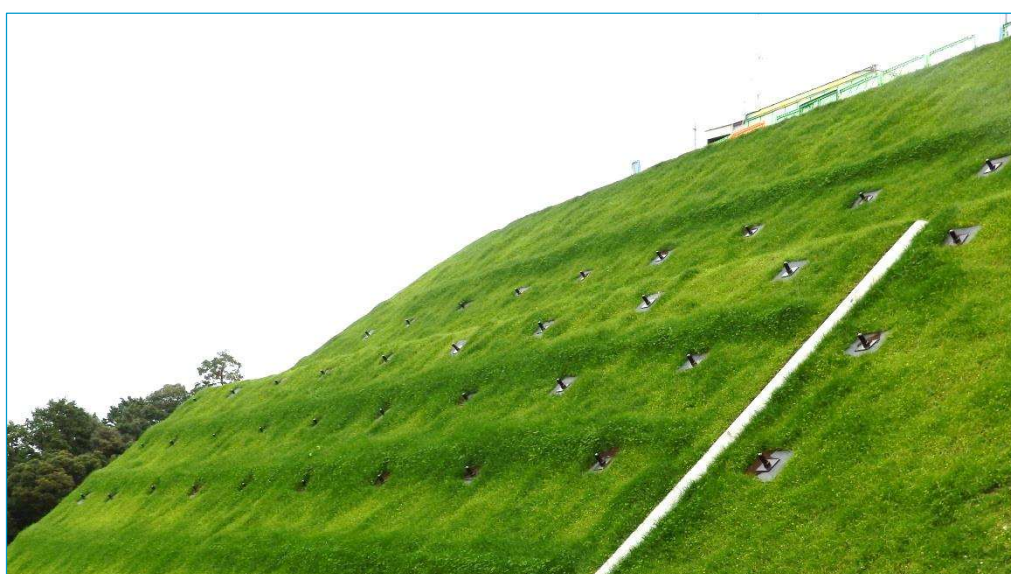


社会資本の長寿命化

# 長寿ハイブリッド補強土 0 型



## 長寿補強土(株)

主要資材は、大阪・東京・福岡・鹿児島工場や拠点から全国の現場に直送します。

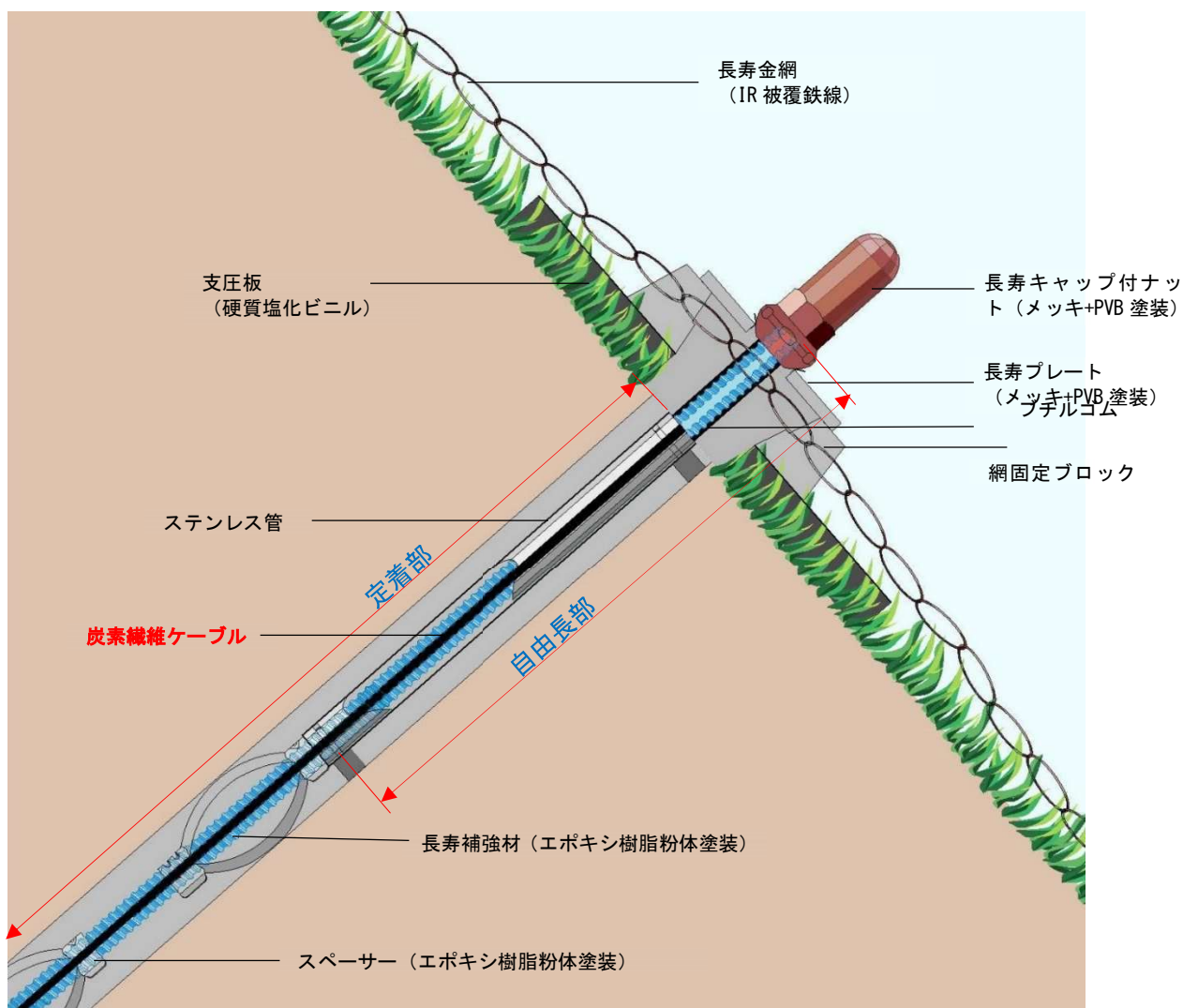
## はじめに

長寿ハイブリッド補強土は、補強土にも関わらず自由長部があり引張荷重（D25の場合最大70.9kN）を架ける事が出来る補強土です。炭素繊維ケーブルとグラウト材で、不動土塊と移動土塊は拘束されています。その状態で、自由長部ではグラウト材と補強材が縁切りされ、補強材の頭部を引っ張ると補強材が伸長しグラウンドアンカー工と似た状態になります。

基本的な削孔径は90mmですが、孔壁が自立する場合は、削孔径65mmでも施工できる場合があります。

## 特徴

- 法面工低減係数は、 $\mu=1.0$ です。NEXCOの設計要領などに従って設計できます。
- 高い耐久性能を有します。
  - ① 最も耐久性が短い可能性が有る金属製プレートもメッキの上にPVB樹脂を焼き付けており、長期の耐久性があります。
  - ② 金網は、一般環境では100年以上の耐久性があるIR樹脂（厚さ400 $\mu$ ）を使用した金網です。



※：植生工は、長寿ハイブリッド補強土工には含まれません。

## 使用部材一覧

長寿ハイブリッド補強土では、下記の主要部材を使用します。他に、グラウト注入材（通常はセメントミルク）や注入ホース等が必要になります。使用する下記の部材は、一般土木分野で使用される耐久性能で国内最高水準の製品です。

### 使用部材一覧

| 品名           | 形状  | 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<br>D19～D25<br>（コンクリート内部では圧倒的に高い防食性能を有す） | ネジ節棒鋼<br>SD345 D19～D22<br>土木学会のエポキシ樹脂塗装鉄筋の指針 JSCE-E 102-2003 適合品                          |
| 長寿プレート       |    | メッキ+PVB 塗装品<br>（溶融亜鉛メッキ HDZ35 の表面にポリビニルブチラルを塗装）     | 150mm×150mm×9mm<br>PVB は、塗膜耐薬品性試験でエポキシ樹脂塗装鉄筋と同等以上の耐薬品を示し、PVB 塗装のみで、良好な耐候性を示す。             |
| 長寿キャップ付ナット   |    | メッキ+PVB 塗装品<br>（ステンレス製ワッシャー付属）                      | FCD900-8<br>・ D19 ・ D22 ・ D25   |
| 長寿金網         |   | 低密度ポリエチレン被覆鉄線金網<br>一般環境では、100 年以上の耐久性（試験結果は 184 年）  | 芯線径 2.0mm 線径 2.8mm<br>50×50mm の菱型金網<br>低密度ポリエチレンの厚さは、0.4 mm もある製品です・塩害・酸にも極めて防食性能が高い金網です。 |
| 網固定ブロック      |  | 長寿金網を固定するガラス繊維補強コンクリート製のブロック（無筋）写真は網との関係を示したものの。    | 200mm×200mm×50mm<br>穴径 100mm<br>圧縮強度 45N<br>曲げ強度 8N                                       |
| 長寿スペーサー      |  | エポキシ樹脂紛体塗装品   | JIS G 4401<br>削孔径 65mm 用  |
| 炭素繊維ケーブル     |  | 炭素繊維を束にして合成樹脂で棒状に固めた棒材                              | CFCC φ5～7.5mm<br>保証耐力 φ5mm 28KN<br>保証耐力 φ7.5mm 57KN                                       |
| スライドパイプ      |  | ステンレス管<br>（削孔径によって変更する）                             | ステンレス管 SUS304   |
| 支圧板          |  | 補強材に荷重を架けた場合に沈下する補強材にのみ適用                           | 硬質塩化ビニル再生品<br>400×400×32  |
| 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<br>・ダブルカートリッジ<br>・注入ガン ・注入ノズル | 圧縮降伏強さ<br>700Kgf/cm <sup>2</sup> 以上<br>引張強さ<br>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~D22]

土木学会基準 JSCE E102「エポキシ樹脂塗装鉄筋の品質基準」に適合します。エポキシ樹脂の紛体を  $220 \pm 40 \mu\text{m}$  の厚さで、高温で付着させています。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ません。高品質な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ます（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)<br>試験結果:EP 鉄筋は健全でメッキ鉄筋は、メッキがほとんど溶解 |  | メッキは消失<br> |
| 硫酸 (5%)<br>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         |  | 硫酸に溶解し水素爆発するので、室内試験の実施は困難   |

### □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)被覆亜鉛めっき鉄線(芯線 SWMGGH-3) 鉄線 JIS G 3505]

亜鉛メッキ鉄線に、耐久性を高めた低密度ポリエチレン被覆材を 0.4mm の厚さで接着しています (IR 被覆鉄線とも呼ぶ)。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)ですが、IR 被覆鉄線の耐用年数は、100 年以上(耐候性試験結果から推定した最短値 184 年)と考えられます。長寿金網の鉄線に使用する IR 被覆鉄線は、2000 時間(別実験では 10000 時間)に及ぶ試験でも錆びていません。下図は、IR 被覆鉄線の塩水噴霧試験の結果です。

| 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 |           |           |             |             |                      |

### □炭素繊維ケーブル ステンレス管

炭素繊維ケーブルとステンレスを注入材が硬化したコンクリート中に配置していますので、劣化要素が非常に少なく、一般環境の地中部分については、数世紀の耐用年数があると考えられます。

### □長寿プレート 長寿キャップ付ナット

長寿プレートと長寿キャップ付ナットは、熔融亜鉛メッキ (HDZ35) の上に耐久性に優れた PVB 樹脂 (ポリビニルブチラル) を高温で溶着させています。

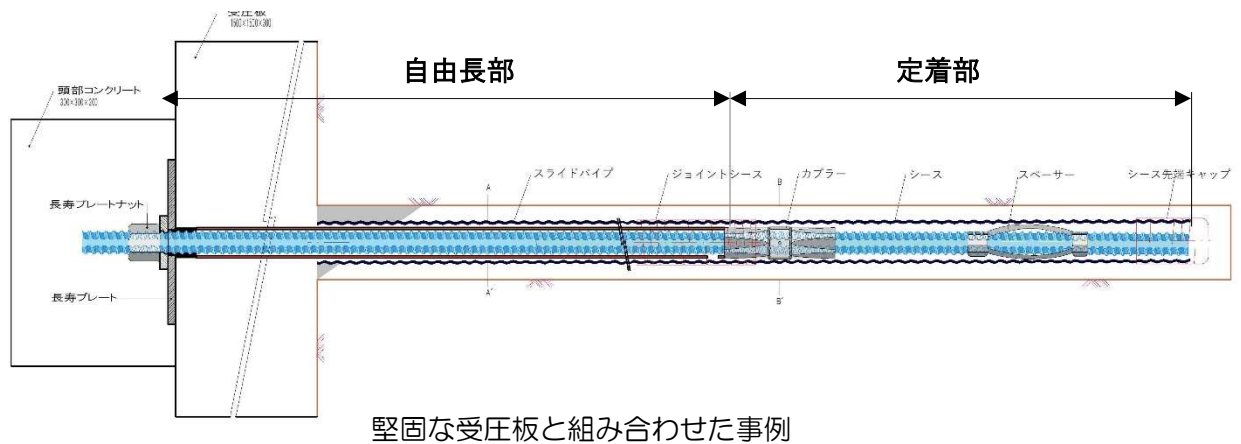
- ・ 耐候性試験結果 試験結果:1000 時間後の色差測定値は、PVB 樹脂=3.5 飽和ポリエステル樹脂=12.8 熔融亜鉛めっき HDZ55=18.8 で、PVB 樹脂は優れています。[促進耐候性及び促進耐光性(キセノンランプ法)に準じて試験]
- ・ 塩水噴霧試験結果 1000 時間で PVB 樹脂変化無し 亜鉛めっき (HDZ55 の試験片) は赤錆び発生。
- ・ 耐アルカリ性の試験結果 PVB 樹脂変化無し 土木学会「JSCE-E528-2003」に準じて試験実施。

## 堅固な受圧板と組み合わせて小さなアンカー工の様に適用した事例(90 mm削孔)

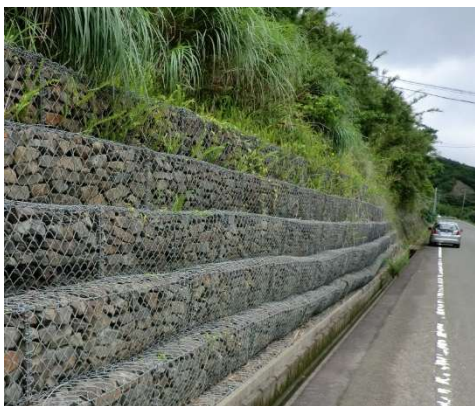
補強土工の頭部に堅固な受圧板を設置できる場合は、炭素繊維ケーブルが不要です。補強土工の頭部をグラウンドアンカーと同じく設計荷重で緊張できるので、法面工低減係数 $\mu=1.0$ を採用できます。下記は、風化により硫酸を形成する地層（黄鉄鉱を含む泥岩）で、しかもスレーキング率 100%の劣悪な地層に適用した事例です。

### 事例

- 硫酸を形成する地層なので、補強材が早期に腐食する恐れがあります。このため、エポキシ樹脂塗装鉄筋を波型のポリエチレンシースで覆い、シースの内外をグラウトしています。このため、地層で形成された硫酸は、補強材の位置まで進入することは難しくなります。このため非常に長期の耐久性があります。
- 頭部固定部材は、メッキした上に PVB 樹脂を焼き付けた穴あきプレートと、樹脂塗装したナットです。PVB 樹脂は、コンクリートと一体化し、頭部コンクリートは強固に固定されます。
- 構造がシンプルなため同規模のアンカー工より低コストです。



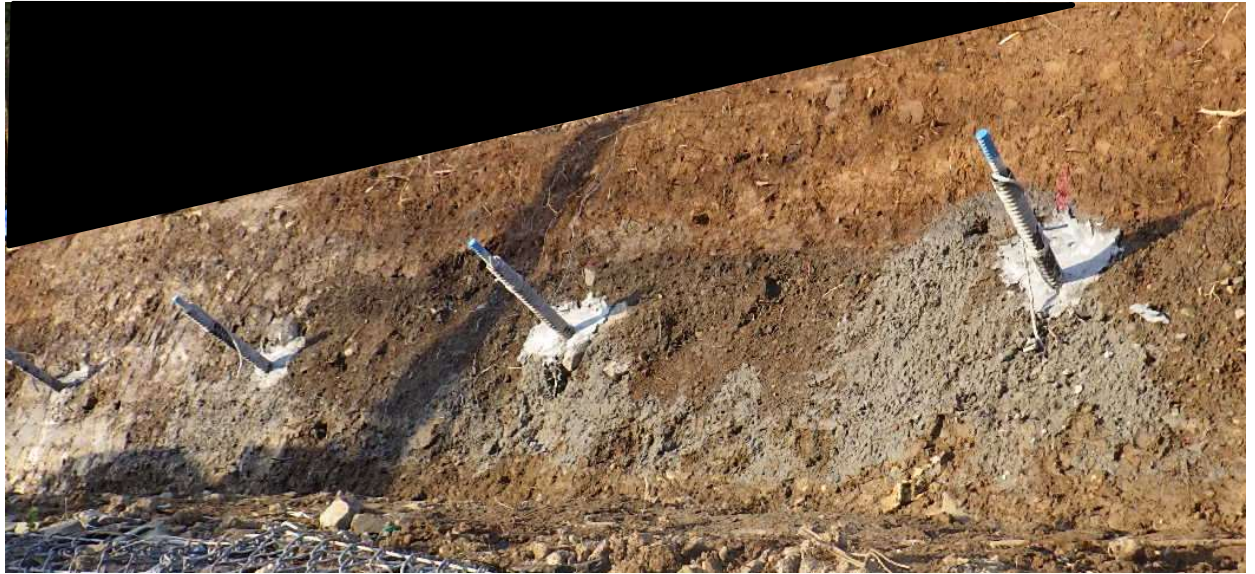
補強材の打設間隔は、一般的な補強土の最大打設ピッチ 1.5mより広い 1.75mです。これは、本工法の地すべりを抑止する効果が、補強土工の本質である変形抑制効果より、アンカーとほぼ同じ機構になるためです。



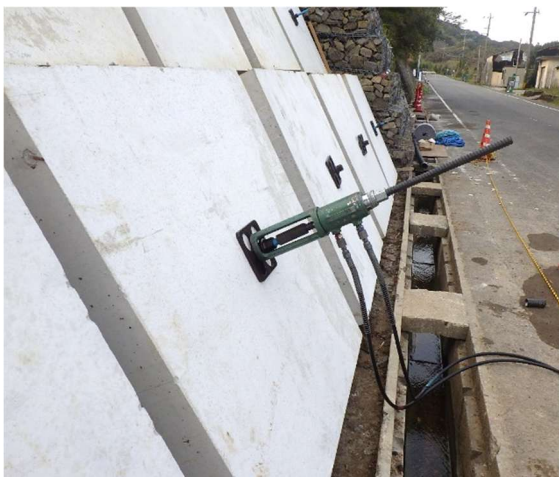
施工前 ミニ地すべりで押されフトンカゴが変形しています。



施工中 フトンカゴを受圧板代わりに使用しています。



**注入完了後**  
 上段の補強土の設置状況で、逆巻で施工しています。



**緊張中**  
 センターホールジャッキを使用して 70.9 kN  
 で緊張しています。



**補強材**  
 防食シース内外のグラウトと、全長に配置され  
 たシース、エポキシ樹脂塗装鉄筋が複合的に防  
 食効果を発揮します。



**受圧板設置中**  
 鉄筋コンクリート製の 1500×1500×300  
 の受圧板をクレーンで吊るして設置していま  
 す。



**完成後**  
 旧型のアンカー現場のように見えますが、非常  
 に高耐久性の補強土適用現場です。

## 削孔径 65 mmで適用した事例

シラスとセメントを混ぜた盛土は、削孔した穴が崩壊しにくいために、65mmで削孔し長さ2.0mの補強材を適用しています。施工ピッチは1.5mで、頭部を緊張するため法面工低減係数 $\mu=1.0$ を採用しています。



### 施工中の部材

青色はエポキシ樹脂塗装鉄筋、銀色はステンレス管です。黒色は、注入前は帯状の注入管（ミストエース）です。この現場では、炭素繊維ケーブル $\phi 5.0$ を使用しています。



### 緊張中

補強材の頭部キャップをレンチを用いて回しています。緊張力はトルクレンチで管理します。



### 施工後の状況

施工直後は、支圧板が見えますが、現在は全面緑化され法面の構造物は外観上見えません。

長寿補強土(株)は、本格的な補強土工の長寿命化に取り組んでいます。LL補強土もそのひとつです。



**技術賞** 土木学会西部支部  
**発明奨励賞** 全国発明協会(九州地区)  
建設技術審査証明(2010~2015年)



## LL補強土工法

高耐久性部材がすべてコンクリート内部にあり、鋼材の腐食が進行しない長寿命補強土です。

## 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/>