

社会資本の長寿命化

長寿ハイブリッド補強土

PAT. 5648226



長寿補強土（株）

主要資材は、大阪・東京・福岡・鹿児島の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 90 は、**アンカーのように緊張できる補強土工**です。国内外で最高ランクの高耐久部材を使用し、一般のランク A のアンカーより長い期間機能します。

特徴

- **70.9KN まで緊張できます**（D25 の場合）。
- アンカー工より高い耐久性能を有します。
 - ①エポキシ樹脂塗装鉄筋が、波型のポリエチレンシースの内部に密封され、一般的なアンカー工（ランク A）より高い耐久性があります。
 - ②頭部固定部材は、エポキシ樹脂塗装したナットと、PVB 樹脂を焼き付けた穴あきプレートです。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。
- 構造がシンプルのため同規模のアンカー工より低コストです。

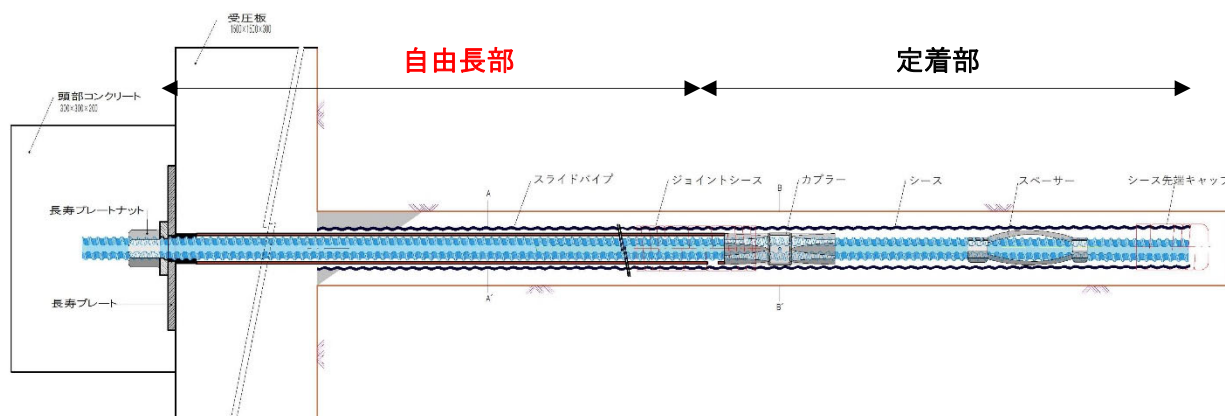


図-1 二重防食の長寿ハイブリッド補強土 90 削孔径 90 mm

設計

設計手法は、NEXCO 要領あるいは地盤工学会の指針を適用します。汎用的な補強土工の計算ソフトで算定出来ます。法面工低減係数は、設計引張り力と同じプレストレスを架けるため $\mu=1.0$ を採用します。法面工に吹付法枠や平板受圧板を使用しない場合は、定着部と自由長部を連結する炭素繊維ケーブル（図-4 参照）が必要になります。詳細は、弊社までお問い合わせください。



図-2 センターホールジャッキで緊張中



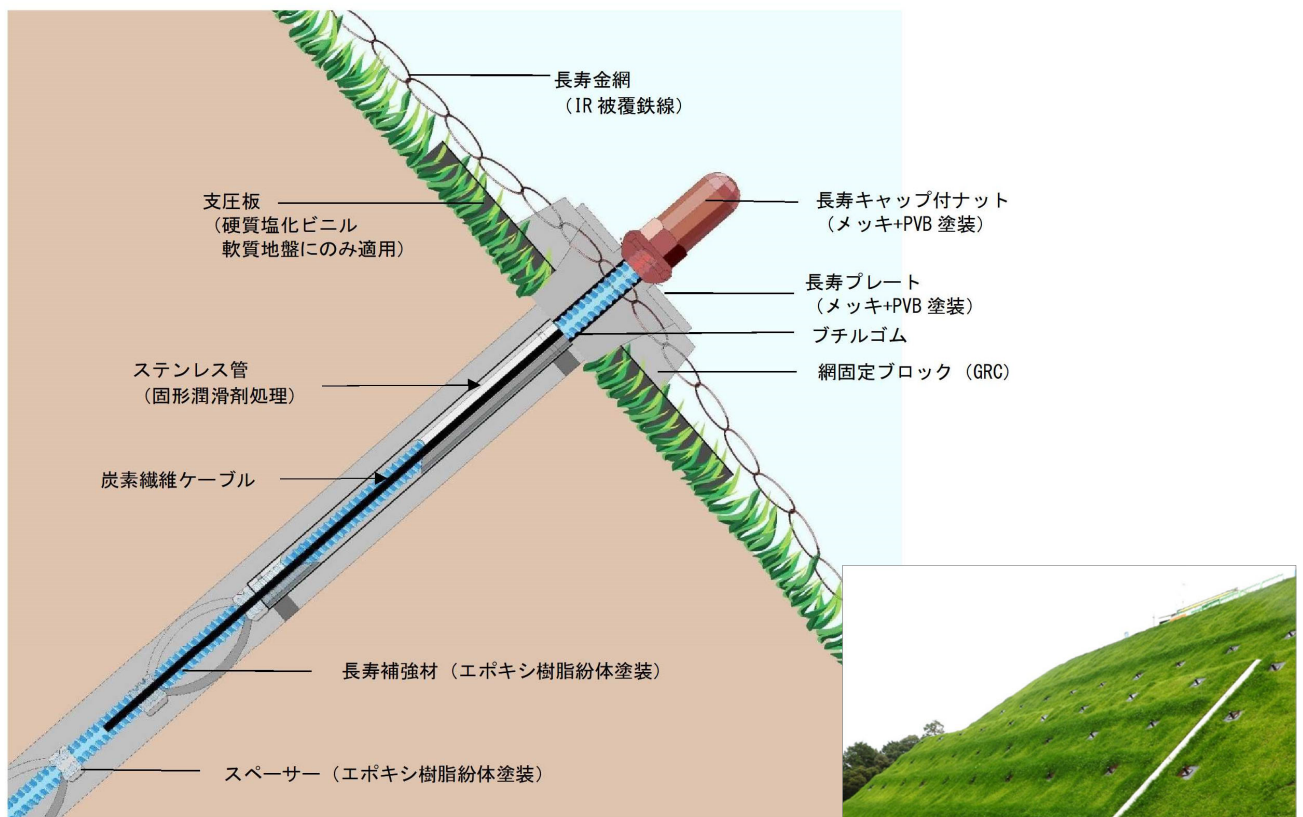
図-3 受圧板設置前の補強材とシース

長寿ハイブリッド補強土 65 は、孔壁が自立する場合に削孔径 65 mm以上で施工できます。孔壁が少しでも崩壊する可能性がある場合は、削孔径は 90 mm以上が必要です。従来の法枠と補強土を組み合わせた工法と比較し、工期短縮が可能で、遥かに長期の耐久性があります。

特徴

- 法面工低減係数は、 $\mu=1.0$ です。
- 高い耐久性能を有します。
 - ①最も耐久性が短い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 樹脂を使用した金網です。
- 一般的な補強土工と同等の初期建設コストです。LCC では低コストになります。

法面に高耐久性の金網を使用する「長寿ハイブリッド補強土 65」



※ 1 : のり面の植生工は、長寿補強土工には含まれません。

図-4 全面緑化できる長寿ハイブリッド補強土 65 削孔径 65 mm以上 (90 mm削孔を推奨)

使用部材一覧(長寿ハイブリッド補強土 65)

長寿ハイブリッド補強土 65 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 (変形可能な軟質ホース〔ミストエース等〕) 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に関する国内最高水準の製品です。

使用部材一覧

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～D22 （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 SD345 D19～D22 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 （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 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 （ステンレス製ワッシャー付属）	FCD900-8 ・ D19 ・ D22 ・ D25
長寿金網		低密度ポリエチレン被覆鉄線金網 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 50×50mm の菱型金網 塩害・酸にも極めて防食性能が高い。カゴ工の長寿命化技術【建設技術審査証明 1001 号：（財）土木研究センター】を菱型金網に適用
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）	200mm×200mm×50mm 穴径 100mm 圧縮強度 45N 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 削孔径 65mm 用
炭素繊維ケーブル		炭素繊維を合成樹脂で棒状に硬化させた棒材	CFCC φ5～7.5mm 保証耐力 φ5mm 28KN 保証耐力 φ7.5mm 57KN
スライドパイプ		ステンレス管 （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 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 ・ダブルカートリッジ ・注入ガン ・注入ノズル	圧縮降伏強さ 700Kg _f /cm ² 以上 引張強さ 125Kg _f /cm ² 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) 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 
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		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 SWMGH-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 被覆線は、2000 時間に及び試験でも錆びていません。下図は、IR 被覆線の塩水噴霧試験の結果です。

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					

□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 溶融亜鉛めっき 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) は約 20% で赤錆び発生。
- ・ 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。

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/mm²)

許容引張応力度 200 (N/mm²) [NEXCO 要領]



呼び名	寸法 A	寸法 B	公称断面積 (cm ²)	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



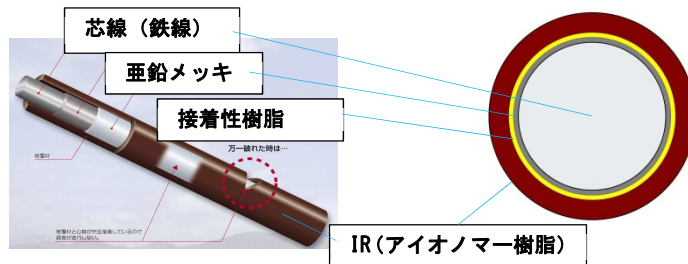
寸法 : 150mm × 150mm × 9mm

穴径 : 45mm (D19・D22・D25 テーパーワッシャー利用)

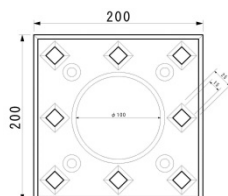
長寿金網 JIS 規格 : 亜鉛めっき鉄線 (H) 3 種 2.0 mm (SWMGH-3 2.0 mm) 引張り強度 590～880N/m m²に、
アイオノマー樹脂 (金属イオン架橋ポリエチレン系樹脂) を接着性樹脂で被覆した線材
線径外形 : 2.8mm 鉄線径 2.0mm アイオノマー樹脂厚さ 0.4mm



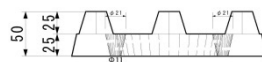
網目 50mm
織幅 2000 (標準)
～3000mm



網固定ブロック ガラス繊維混入コンクリート



圧縮強度 35～60 (N/mm²)



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

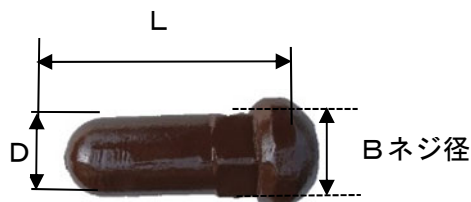


使用補強材呼び径	適用削孔径 (mm)	スペーサー外径 (mm)	スペーサー長さ (mm)
D19	65～90 (二重管掘)	65	127
D22	65～90 (二重管掘)	65	127
D25	65～90 (二重管掘)	65	130

長寿キャップ付ナット 本体 : FCAD900-8

頂部ネジ : ステンレス

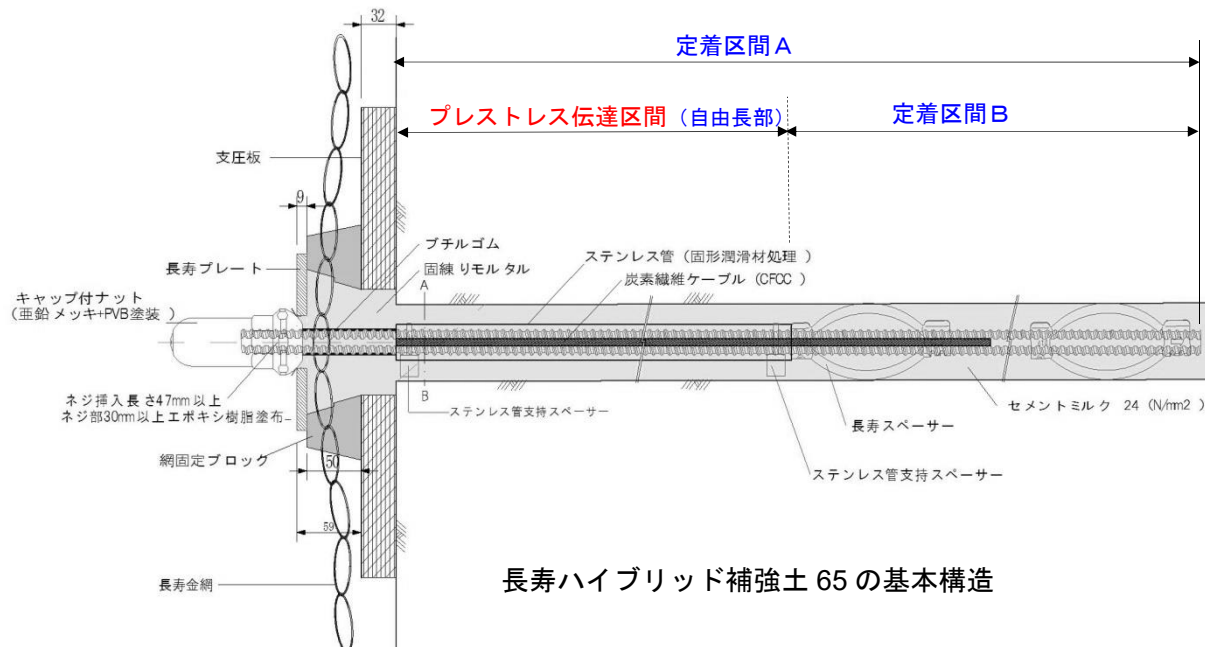
テーパワッシャー : ステンレス



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

設計法(長寿ハイブリッド補強土 65)

長寿ハイブリッド補強土工は、道路土工指針・NEXCO 指針に従って設計できるプレストレスを導入できる補強土工です。斜面の緩みによる風化進行を抑制し、斜面を非常に長期間安定化させることが出来ます。65mm の削孔径（非崩壊性の地盤）でも本工法を適用可能です。（設計法の詳細は、設計施工資料や長寿補強土(株)のは HP 資料を御参照頂くか、あるいは資料をご請求下さい。）



長寿ハイブリッド補強土 65 の基本構造

【構造概要】

本工法の特徴であるプレストレスは、下記の手法で導入する。

- ① 地中の補強材のうちプレストレス伝達区間では、補強材の頭部を緊張すると、ステンレス管の内部で補強材が伸長し、緊張力は、深部の定着区間Bに作用する。
- ② ステンレス管の周囲と補強材の先端側に、高強度の炭素繊維ケーブルが固定されているため、ステンレス管周囲の注入材は、地表側に移動できない。このため、地盤と全区間の付着力を考慮する補強土工の基本的な性能である移動土塊の抜け出し防止効果も確保できる。

（アンカー工で受圧板背面の支持力が得られない場合に、地中部分でも移動土塊を拘束する本工法を適用出来る場合がある。）

- ③ 補強材の頭部に設計荷重と等しいプレストレスを架け緊張する（詳細は、設計施工資料に記載）。

のり面工低減係数

法面工低減係数は、 $\mu=1.0$ である。

のり面工低減係数 μ は、(1) 式で示されている [NEXCO 指針 P50]。
$$\mu = T_o / T_{max} \cdots (1)$$

ここに μ : 法面工低減係数 T_o : 補強材の頭部の引張り力
 T_{max} : 補強材の最大引張り力 (各補強材の設計引張り力)
本工法の場合は、補強材頭部に緊張力 (T_{max}) を架けることにより $T_o = T_{max}$ となる。このため $\mu=1.0$ となる。

エポキシ樹脂塗装鉄筋の付着強度

土木学会ではエポキシ樹脂塗装鉄筋の付着強度は異形鉄筋の 85%以上と規定されているので、下記の値を採用する（実験結果では、複数の機関の試験で普通鉄筋と同じ付着強度が報告されている）。

セメントミルクが 24 (N/mm²) の場合の普通異形棒鋼の付着力は、1.6 (N/mm²) であり、その 85%である 1.3 (N/mm²) とする。

腐食しろ

非常に防食性能が高いので腐食しろは不要である。

設計における留意点

長寿ハイブリッド補強土 65 は、設計計算上 OK でも下記の①～③の地質箇所には適用できません。

①軟質な粘土 ②支圧板が沈下し载荷出来ない軟弱な地質の斜面（支圧板が沈み込んでも設計荷重を载荷出来る場合は適用可）③表層侵食の恐れが高い斜面で斜面浸食防止対策を実施しない場合

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します。NEXCO の「土木施工管理要領」や（社）地盤工学会の「地山補強土工法設計・施工マニュアル」も参考資料として適用できます。

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。



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）

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/>

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。