

長寿命補強土 植生型

設計・施工資料

令和 5 年 12 月

長寿補強土株式会社

内容

1 設計概

要	- 1 -
---	-------

図-1 長寿命補強土 植生型 の基本構造	- 1 -
表-1 長寿補強土 植生型の規格	- 1 -
セメントミルクとエポキシ樹脂塗装鉄筋の付着強度	- 1 -
のり面工低減係数	- 2 -
表-2 長寿補強土 植生型 のり面工低減係数	- 2 -
長寿金網の効果	- 2 -
図-2 長寿金網の効果	- 2 -

2 施工法

2.1 施工フロー	- 3 -
図-3 施工フローチャート	- 3 -
2.2 網固定ブロックの設置	- 3 -
図-4 網固定ブロックの形状	- 4 -
図-5 網固定ブロックの設置法	- 4 -
2.3 頭部処理手順	- 5 -
図-6 頭部処理法説明図	- 5 -
2.4 網固定ブロックと長寿プレートの位置関係	- 5 -
ケースA ケースB ケースC	- 5 -
図-7 長寿キャップ付ナット下端の固練りモルタル内への埋め込み	- 5 -
2.5 補強材とナットの取り付け法	- 6 -
表-3 エポキシ樹脂充填材の使用量	- 6 -
図-8 補強材とナット固定部に使用するダブルカートリッジ	- 6 -
図-9 長寿キャップ付ナット下端の固練りモルタル内への埋め込み	- 6 -

3 施工管理

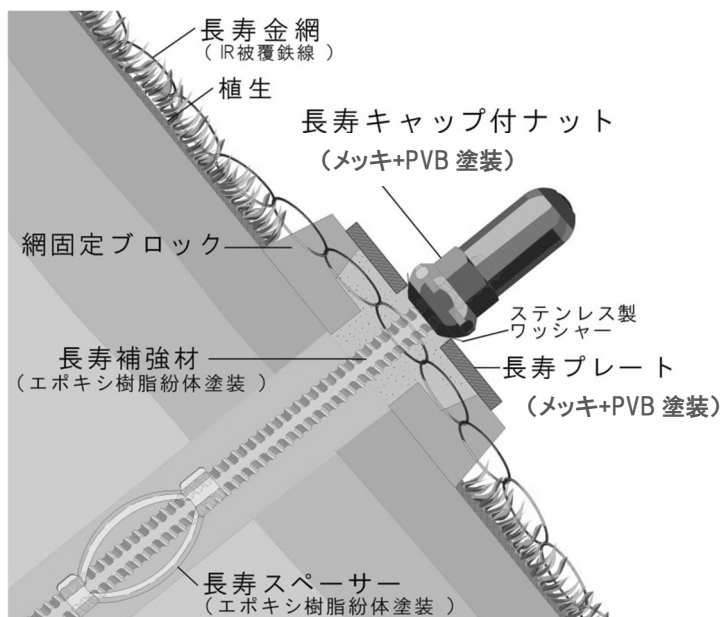
3.1 施工管理と出来形管理	- 7 -
④「土木施工管理要領」— 一切土工編— 3-5 切土補強土工：(株)高速道路総合技術研究所 2007-	- 7 -
表-4 「長寿補強土 植生型」の品質・出来形管理規定	- 7 -
3.2 エポキシ樹脂塗装鉄筋の受け入れ検査と補修	- 8 -
3.3 エポキシ樹脂塗装鉄筋の工事中の留意点	- 8 -
表-5 施工時資材チェックリスト	- 9 -

4 長寿命補強土(植生型)の標準歩掛

5 長寿命補強土(植生型)の積算構成

1 設計概要

長寿命補強土 植生型は、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）の指針で設計を行う。高耐久性の補強材と頭部固定金具（長寿プレート・長寿キャップ付ナット）および、長寿金網を使用し、全ての金属部材が塩害地域や日光の下でも長期の耐久性が有る。本工法は、使用部材の塗装が異なるのみで、設計法はこれまで実施されている補強土工の設計法と同じである。



現場条件

- ・ 施工現場に2tトラックが侵入可能な事
- ・ 湧水が処理できない法面、伐採が出来ない樹木が繁茂している法面には適さない

適用範囲

- ・ 斜面表層の地山補強
- ・ 削孔長 1m 以上 5m 以下
- ・ 削孔径 42mm 以上 90mm 以下
- ・ 勾配は、1 : 0.6 より緩い勾配とする（平成 27 年度実績より）

自然条件

- ・ 特に塩害地域では効果的である
- ・ 切土した際にのり面が自立しない斜面は不適

熟練工の依存度

- ・ 特別な有資格者を必要としない

図-1 長寿命補強土 植生型 の基本構造

規格の概要は下記のとおりである。

表-1 長寿補強土 植生型の規格

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〕

使用部材の概略寸法

網固定ブロック 200×200mm

長寿プレート 150×150×9mm

長寿キャップ付ナット D19・D22・D25 用

セメントミルクとエポキシ樹脂塗装鉄筋の付着強度

実験結果では、無塗装鉄筋と同等の付着力が得られているが、土木学会では異形鉄筋の 85% 以上と規定されているので、85%以上の値を採用し下記の値を採用する。

セメントミルクが 24 (N/mm²) の時の付着力 1.3 (85%) ~ 1.6 (N/mm²) 〔1.3 の使用例が多

い]

のり面工低減係数

のり面工低減係数の決定法には、種々の方法があるが、表-2 は、NEXCO 指針にしたがって、プレートの面積（200×200）や補強の長さおよび平均打設間隔から計算で求めた値である。

表-2 長寿補強土 植生型 のり面工低減係数

補強材の長さ（m）	のり面工低減係数（ μ ）	
	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

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し、 $F_s=0.9$ 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る。

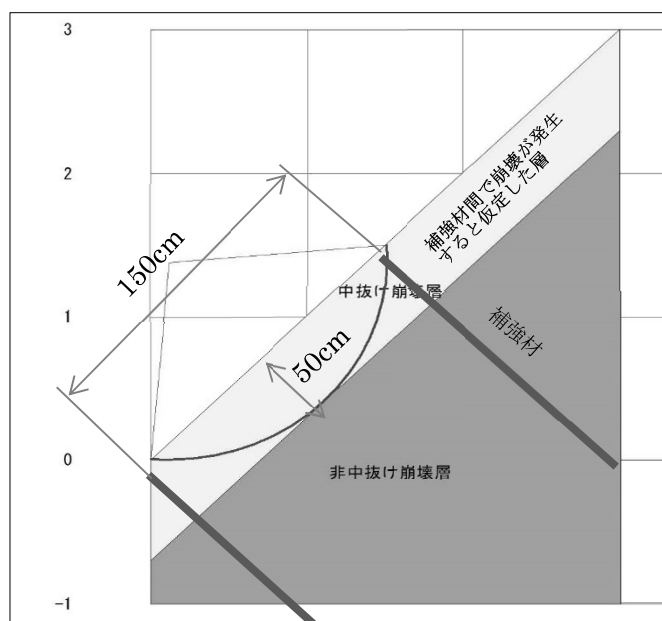


図-2 長寿金網の効果

2 施工法

2.1 施工フロー

施工法は、各県や全特のり面保護協会および NEXCO などの補強土工の一般的な施工管理要領に従う。

図-3 に本工法の施工フローチャートをしめす。(現場への資材搬入と撤去は記載していない。)

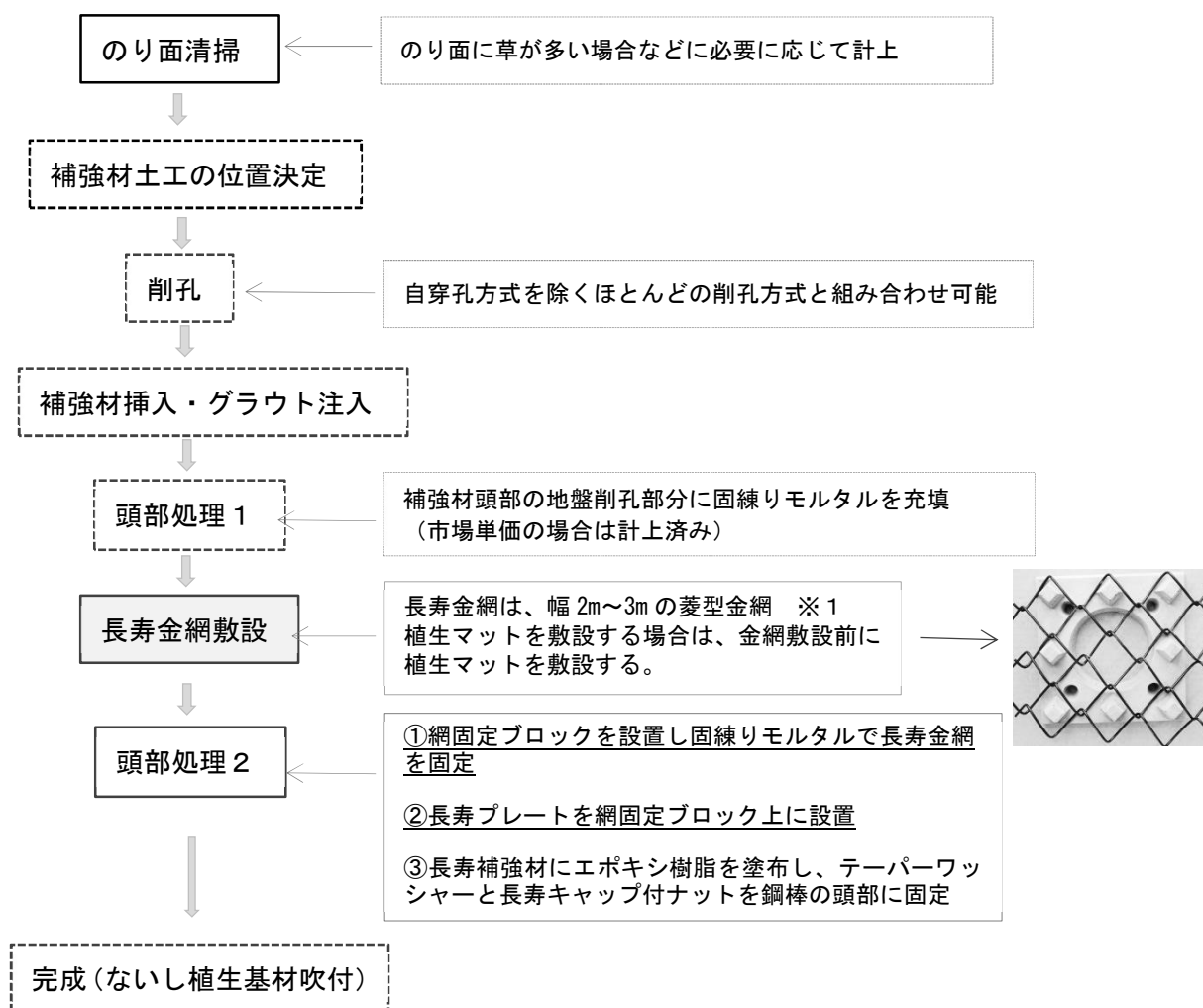


図-3 施工フローチャート

※1：金網は、のり面からの落石・表層剥離を防止するために実施する。補強土工の設計算上は、金網の効果を $+\alpha$ とするが、実際上は、法枠や連続繊維補強土工法の法面崩壊抑止効果に準じる効果を果たす。

2.2 網固定ブロックの設置

網固定ブロックは、地盤面に設置し、突起の隙間に長寿金網（50mm×50mm）を嵌め込み、突起の上面まで固練り、モルタルを充填して、長寿金網を固定するものであり、次の効果が得られる。

- ①長寿金網が局部的に引っ張られても、モルタルで多くの鉄線が固定されているため被膜（厚さ $400\mu\text{m}$ ）に傷がつきにくい。
- ②網固定ブロックの高さが 50mm なので、 50mm 以下の植生基材吹付工を施工しても、上部の金属製プレートが土壌中に埋没しない。（参考：土壌中はメッキをした金属部品を僅か 25 年程度で腐食させる環境である。長寿プレートは、メッキ（HDZ35）に PVB 樹脂を焼き付けた製品なので、土壌中でも耐久性は非常に高い。）

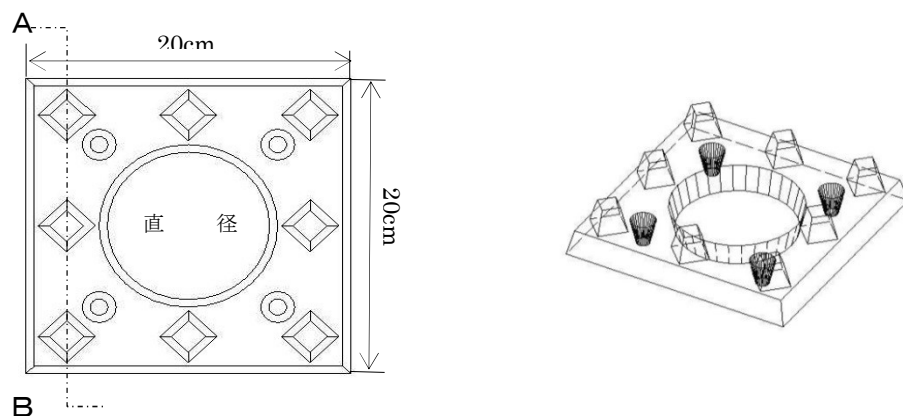


図-4 網固定ブロックの形状

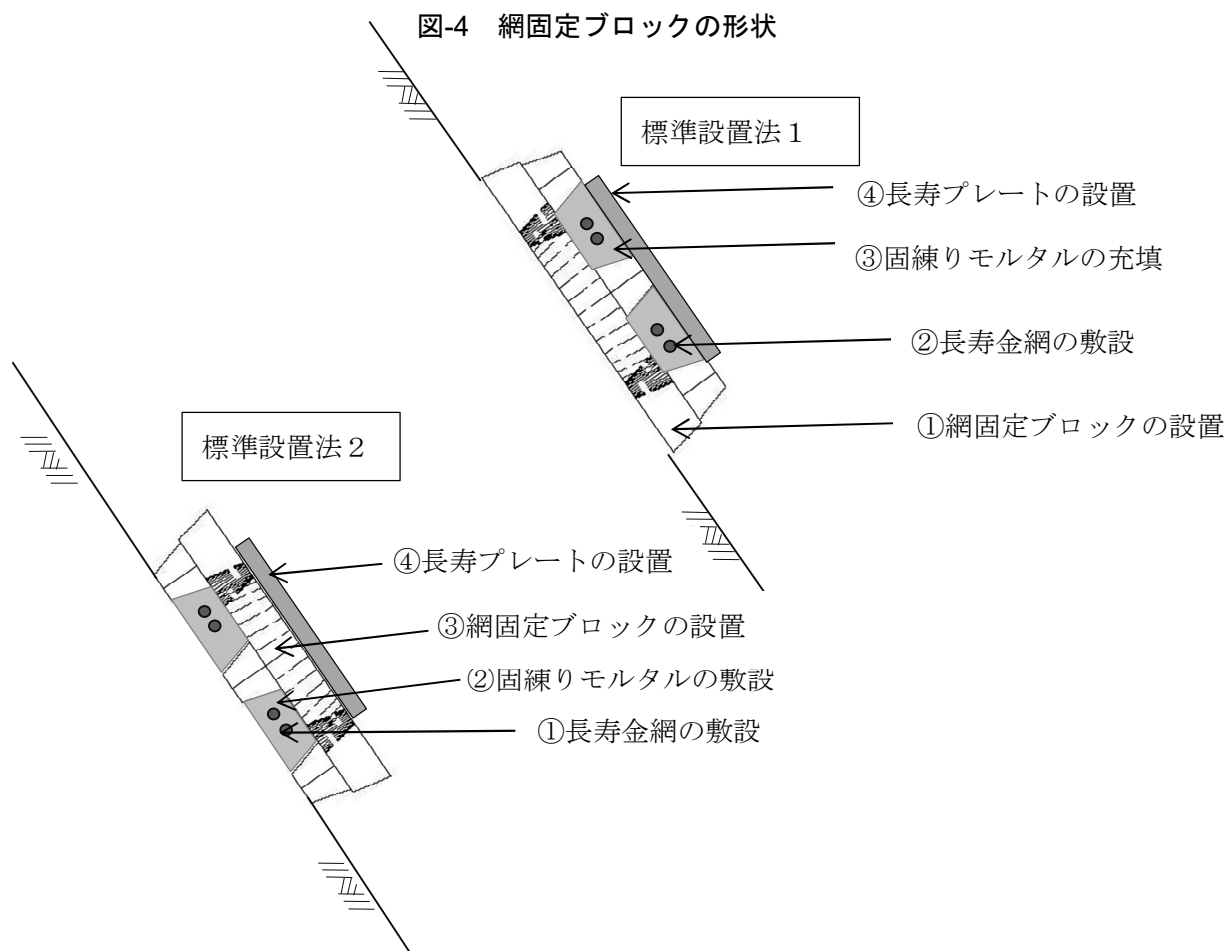


図-5 網固定ブロックの設置法

網固定ブロックの設置法は、図-5 の標準設置法のいずれの形式も選択可能である。網固定ブ

ロックに充填する固練りモルタルは、ほぼ網固定ブロックの 20cm×20cm の範囲に充填する必要がある。

2.3 頭部処理手順

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）。

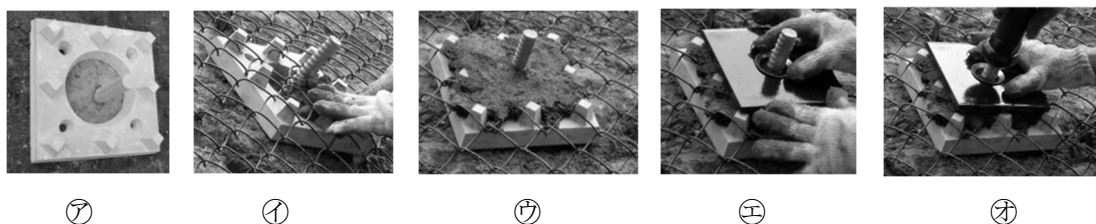


図-6 頭部処理法説明図

2.4 網固定ブロックと長寿プレートの位置関係

金網と補強土材の打設位置は、図-7に示したケース A～C あるいは他の位置関係が発生するが、網固定ブロックないし固練りモルタル上にプレートがあれば、何れのケースでも良い。なお、金網の間隔が50mm、網固定ブロックの大きさが200×200mmなので、150×150mmの長寿プレートを網固定ブロック上に配置可能である。

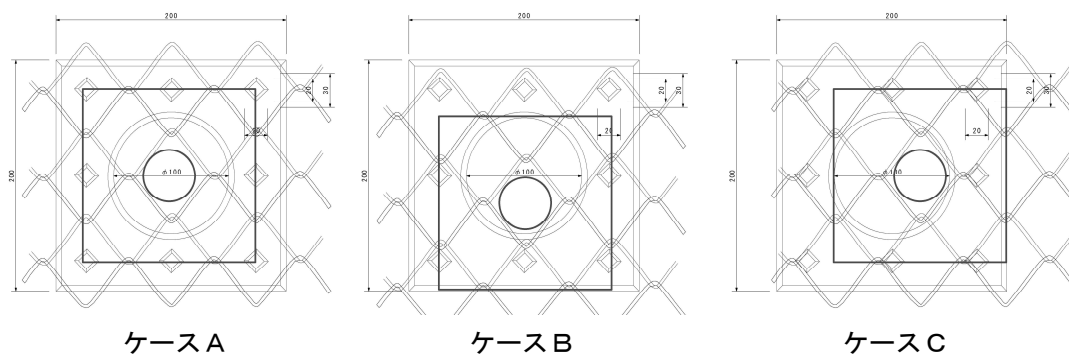


図-7 長寿キャップ付ナット下端の固練りモルタル内への埋め込み

2.5 補強材とナットの取り付け法

補強材とナットの取り付け部には、図-7 に示したダブルカートリッジの注入ノズルで主剤と硬化剤を混合し、ナット内の 37mm 以上の区間にエポキシ樹脂を塗布する。長寿キャップ付ナットに大きなトルクを加える必要は無く、キャップを手で回して固定する。エポキシ樹脂は、コンクリートの内部では非常に耐久性が高いが、紫外線には弱いので、図-8 に示したように固練りモルタルに長寿キャップ付ナットを埋め込むものとする。長寿キャップ付ナットのグラウト充填剤使用量を表-3 に示す（参考）。

表-3 エポキシ樹脂充填材の使用量

品 目	現場への適用
ダブルカートリッジ (主剤と硬化剤のセット720g)	最低 1 セット必要 D19は65本ごとに 1 セット追加 D22は50本ごとに 1 セット追加
注入ガン	現場に 1 個
注入ノズル (主剤と硬化剤を混合)	20箇所ごとに 1 本

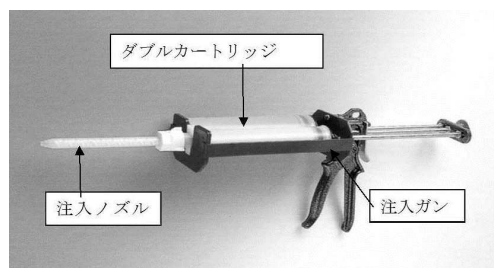


図-8 補強材とナット固定部に使用するダブルカートリッジ

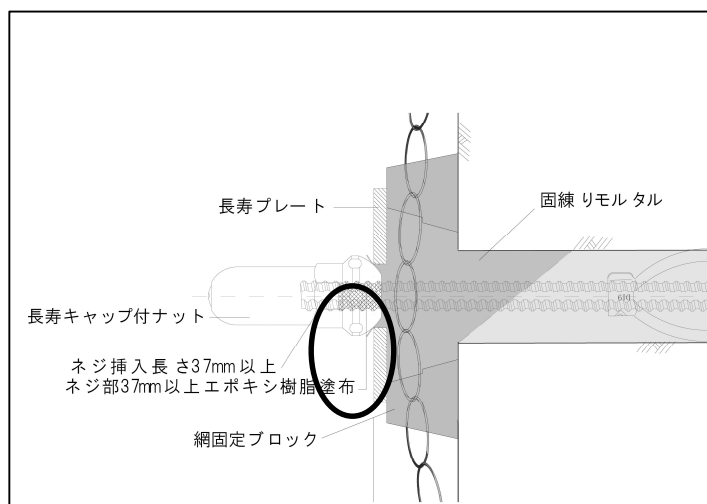


図-9 長寿キャップ付ナット下端の固練りモルタル内への埋め込み

3 施工管理

3.1 施工管理と出来形管理

長寿補強土工 植生型の施工管理法は、各発注機関の指針に従って行う。発注機関に該当する規定が無い場合は、下記の資料を参考にする。

- ①「切土補強土工法設計・施工要領」：(株)高速道路総合技術研究所
- ③「のり枠工の設計・施工指針」：(社)全国特定法面保護協会 2006
- ④「土木施工管理要領」—切土工編— 3-5 切土補強土工：(株)高速道路総合技術研究所 2007
- ⑤「エポキシ樹脂塗装鉄筋を用いる鉄筋コンクリートの設計施工指針[改訂版] 土木学会 2003」

表-4 「長寿補強土 植生型」の品質・出来形管理規定

種別(※1)		品質管理項目	品質管理方法	品質管理の頻度	品質管理基準
A・B	補強材などの鋼材類	補強材などのエポキシ樹脂塗装製品の検査	①製造工場の規格証明書 ②塗膜は目視検査し、塗膜の損傷が見つかった場合は補修塗料で補修する。補修を要する塗膜損傷許容値は1mm ² を標準とする	製品納入時、全数加工後、組み立て途中及び組み立て後、補修後に目視検査実施	土木学会基準 2003
A・B	グラウト	水セメント比	重量	1) 施行開始前に1回 2) 施行条件変更がある場合ごとに1回 施工中は、 1回/週の頻度 供試体3本	W/C=40～50%
		練混ぜ水温度	温度計		25° C 以下
		◎流動性	JSCE F521		P 漏斗 9～22 秒
		◎圧縮強度	JSCE G505		材齢 28 日設計値 24 (N/mm ²) 以上
A	引抜き試験		土工施工管理要領 一切土工編-p 23・・・(株)高速道路総合技術研究所 2007 参照 (補強鋼材は、エポキシ樹脂塗装品以外の製品でも使用可)		
C	確認試験		土工施工管理要領 一切土工編-p 24・・・(株)高速道路総合技術研究所 2007 参照		

※グラウトに関する試験項目のうち◎は必須項目（詳細は、発注機関との協議による）

種別	出来形管理項目	計測方法	管理頻度	規定値
削 孔	削孔位置	スケール使用	全孔	75mm 以下とするが、樹木など支障がある場合は変更可
	削孔角度	スラント定規使用		ロッドの傾き±2.5 度以下
	削孔径	ビット径を検尺	新規ビット取り付け時	設計径以上
	削孔長	ロッド残尺	全孔	設計長以上
資材の寸法	補強材・鋼材類	スケール使用	全数	規定値+0~3cm
組み立て	鋼材位置	スケール使用	全数	スペーサーは最大ピッチ 2.5m
グラウト注入量	注入量	バッチ数	注入日毎	(孔口からのリターン確認)

3.2 エポキシ樹脂塗装鉄筋の受け入れ検査と補修

エポキシ樹脂塗装鉄筋の皮膜損傷検査は、目視確認により行う。目視確認により塗膜損傷面積が 1mm^2 以上の箇所は、補修用塗料を筆やハケを使用して補修し、皮膜損傷検査は、受け入れ検査時点と、補強材立て込み前の2回行なわなければならない。

【解説】

エポキシ樹脂の皮膜を補修する塗料は、JSCE-E 105「エポキシ樹脂塗装鉄筋補修用塗料の品質規格」に適合した補修用塗料を用いる。これは、素地に対する密着性、塗装鉄筋に対する密着性が良好で、かつ耐薬品性、防食性に優れており、他の材料に比べて品質が十分に確認されている。補修の際の塗装厚は、 $200\sim 300\mu\text{m}$ 程度とする。

- ① 運搬、加工、組立ての過程において生じた有害な損傷部と切断による塗膜欠落部については、溶剤を含ませたウエス等で油、汚れ等の異物を拭き取り清浄にした後、補修用塗料を塗る。
- ② 損傷部に錆が認められた場合は、サンドペーパー等で、上記①に先だてて錆を取り除く。
- ③ エポキシ樹脂塗装鉄筋の切断は、濡らした布を切断箇所に巻き、温度上昇対策を講じてディスクグラインダーや高速切断機で切断する。ガス切断した場合は、塗膜が熱により劣化変質しているので、それらの塗膜をサンダーなどのパワーツールやワイヤーブラシなどを用いて完全に除去した後に補修用塗料を塗る。

3.3 エポキシ樹脂塗装鉄筋の工事中の留意点

エポキシ樹脂塗装鉄筋の塗膜は、衝撃に対して弱いので塗膜が損傷しないように注意する必要がある。また、塗膜の損傷部は、専用塗料で補修するとともに、エポキシ樹脂塗装鉄筋を長期間直接日光にさらしてはならない。

【解説】

エポキシ樹脂塗装鉄筋の取り扱い上の留意点を示す。

①運搬時の留意点

- ・玉掛け作業は、ナイロンスリングを用いる。
- ・厚さ1cmのゴムマットで保護したワイヤーロープを使用する。

②梱包した塗装鉄筋の束をクレーンで吊るときの留意事項

- ・塗装鉄筋がたわむと鉄筋素地に達する塗膜損傷を生じることがあるので、1点吊りは避け、2点吊りないし3点吊りとする。

③小運搬時の留意事項

- ・塗装鉄筋同士を叩いたり、地面と直接接触するような状態で引きずらない。

④塗装鉄筋の束を積み重ねて貯蔵するときの留意事項

- ・塗装鉄筋を梱包するときは、平行に配列する。重ねてよい段数は5段までとする。

⑤塗装鉄筋加工時の留意事項

- ・配筋した塗装鉄筋を足場として使用してはならない。

- ・塗装鉄筋をコンクリート上に落下させてはならない。
- ・塗装鉄筋は、普通鉄筋より慎重に取り扱う。

エポキシ樹脂塗装鉄筋を引きずったり投げ落としたりした場合や、長い補強材をまとめて1点吊りして鋼材が大きく撓むと素地に達するような損傷を受けやすいので、鋼材は損傷を受けないように丁寧に取り扱い、鋼材をまとめてクレーンで吊るす場合は2点吊り以上として、塗膜の損傷を防止する。塗膜が損傷した場合は、専用補修剤で補修する。本工法の施工で1ヶ月以上エポキシ樹脂塗装鉄筋を直射日光にさらすケースは少ないと考えられるが、エポキシ樹脂塗装鉄筋を3ヶ月以上の長期間直射日光さらすと、塗膜の曲げ加工性が低下することがある。

エポキシ樹脂塗装鉄筋と使用部材のチェックリストを表-5に示す。

表-5 施工時資材チェックリスト

品目	検査事項	チェック結果	
補強材	補強材の長さ	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	補強材の径	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	補強材の本数	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	納入時の EP 鉄筋塗膜補修	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	挿入前の EP 鉄筋塗膜補修	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
長寿金網	数量	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	網目間隔	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	線径	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
長寿プレート	数量	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	寸法	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
長寿キャップ 付ナット	数量	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	寸法	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
網固定 ブロック	数量	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	寸法	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
長寿スペーサ ー	数量	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日
	寸法	☐ 合格	☐ 不合格→ ☐ 処置後の合格確認 月 日

4 長寿命補強土(植生型)の標準歩掛

4.1 のり面清掃工

のり面の浮石、浮き土、施工に障害となる雑草の除去を行う場合に表-4.1 で計上する。

表-4.1 のり面清掃工歩掛 (100 m²当たり)

名 称	単位	数 量
土木一般世話役	人	0.5
のり面工	人	1.5
普通作業員	人	0.5
諸雑費	%	15.0
(参考：日当たり施工量)	m ²	170

※1 諸雑費は、労務費の合計額に対して 15%を乗じる。

4.2 長寿金網敷設工

長寿金網の敷設は、表-4.2 で計上する。

表-4.2 長寿金網敷設工歩掛 (100 m²当たり)

名 称	単位	数 量		
		のり肩が緩やかで凹凸が小さいのり面	のり肩がやや急で凹凸がやや大きいのり面	のり肩が急で凹凸が大きいのり面
土木一般世話役	人	0.7	0.8	1.0
のり面工	人	2.2	2.6	3.0
普通作業員	人	0.9	1.1	1.2
諸雑費	%	15.0	15.0	15.0
(参考：日当たり施工量)	m ²	140	120	100

※1 諸雑費は、労務費の合計額に対して 15%を乗じる。

※2 金網敷設の材料費は、施工面積の 40%増しとする。

(建設省土木工事積算基準 平成4年 p65 表 8.8 ラス張り材料と同じ割増し率とする)

4.3 頭部処理2

長寿キャップ付ナットを使用する場合には「頭部処理2」の積算は表-4.3 で計上する。

表-4.3 頭部処理2歩掛 (100 箇所当たり)

名 称	単位	数 量		
		頭部処理1を計上する場合	頭部処理1を計上しない場合のロープ足場※2	頭部処理1を計上しない場合の単管足場※2
土木一般世話役	人	1.25	3.3	2.0
のり面工	人	3.5	6.6	0
普通作業員	人	1.25	3.3	6.0
諸雑費	%	45.0	28	21
(参考：日当たり施工量)	個	80	30	50

※1 諸雑費は、長寿キャップ付ナットと長寿補強材の固定のために必要なエポキシ樹脂グラウト材などを含む。

※2 人員数量は、全国特定法面保護協会の頭部処理工を参考資料とした。

5 長寿命補強土(植生型)の積算構成

直接工事費の積算は、市場単価を適用する場合には、表-5.1 で計上する。市場単価を適用しない場合には、「金網敷設」と「頭部処理2」のみ本積算資料を適用する。共通仮設費・現場管理費・一般管理費等は、各発注機関の規定による。

表-5.1 長寿補強土の直接工事費積算表

工 種	市場単価の場合の条件選択	単位	数量	単価	金額	摘 要
のり面整形工		m ²				必要に応じて計上
のり面清掃工		m ²				必要に応じて計上
地山補強土工	現場条件Ⅰ	m				市場単価
地山補強土工	現場条件Ⅱ	m				市場単価
削孔機械の上下移動	現場条件Ⅱ	m				市場単価
仮設足場の設置・撤去	現場条件Ⅱ	空m ³				市場単価
地山補強土工	現場条件Ⅲ	m				市場単価
注入材の材料費		m ³				1号代価表
長寿金網敷設工		m ²				2号代価表
頭部処理2		箇所				3号代価表
補強土工材料費		m				4号代価表
植生工		m ²				植生基材吹付・植生マットなど必要に応じて計上
補修用エポキシ樹脂塗料		個				500本以下は、1現場1缶
合計						

1号代価表(注入材の材料費)				1 m ³ 当り
名	規 格	単位	数量	摘 要
セメント	ポルランドセメント	袋		
混和剤	高性能減水剤	リットル		
計				

2号代価表(長寿金網敷設工)			(100 m ² 当たり)
名 称	単位	数量	摘 要
土木一般世話役	人		
のり面工	人		
普通作業員	人		
諸雑費	%		人件費に対する%
長寿金網	m ²		必要面積の40%割増
計			

3号代価表(頭部処理2)			(100箇所当たり)
名 称	単位	数量	摘 要
土木一般世話役	人		
のり面工	人		
普通作業員	人		
諸雑費	%		

4号代価表(補強土工材料費)				1式当り
名 称	規 格	単 位	数量	摘 要
長寿補強材	エポキシ樹脂塗装鉄筋	m		D19・D22
長寿キャップ付ナット	メッキ+PVB樹脂	個		
長寿プレート	メッキ+PVB樹脂	個		
長寿金網	IR被覆鉄線 鉄線径2.0mm	個		線径2.8mm
長寿スペーサー	エポキシ樹脂塗装品	個		3.5m以上は3個使用
網固定ブロック	GRCコンクリート	個		
グラウト注入パイプ	ポリエチレン管 φ20	m		
計				

長寿命補強土 植生型 施工要領書

本資料内容は、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。

令和5年12月 長寿補強土（株） 〒891-0103 鹿児島市皇徳寺台4丁目51番7号 er-info@bronze.ocn.ne.jp 電話 099-275-9234 FAX 099-275-9235 製造販売拠点 大阪 東京 福岡 鹿児島 沖縄
--