

# 長寿ハイブリッド補強土 設計・施工・積算資料

令和6年12月

長寿ハイブリッド補強土検討委員会



5 施工管理 .....	- 21 -
3.1 施工管理と出来形管理 .....	- 21 -
3.2 エポキシ樹脂塗装鉄筋の受け入れ検査と補修 .....	- 22 -
3.3 エポキシ樹脂塗装鉄筋の工事中の留意点 .....	- 22 -
6 積算資料 .....	- 24 -
6.1 注入材の試験練り .....	- 25 -
(超早硬セメントの場合) .....	- 25 -
6.2 一次グラウト (固定部造成) .....	- 26 -
6.3 確認試験と二次グラウト .....	- 27 -
6.4 長寿金網敷設工 .....	- 27 -
6.3 頭部処理 2 .....	- 28 -

## 1 概要

新型長寿ハイブリッド補強土は、図-1.1 に示した 3 つの型式で構成される。いずれも補強材の頭部を緊張しプレテンション状態のコンクリートを地盤内に構築することが出来る補強土工法である（図-1.1）。施工にあたっては、特殊なセメント材料と工程が必要である。

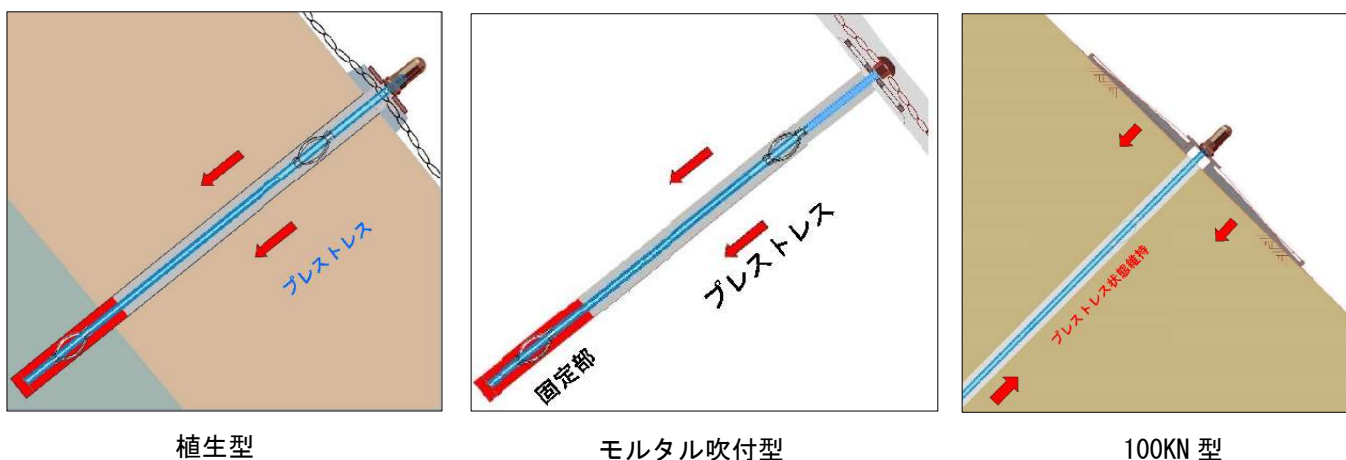


図-1.1 概要説明 (PAT7197098)

### 1.1 工程

①補強材の先端に長さ 1～1.5m 程度の固定部を設ける。補強材の先端部にグラウト注入パイプを装着し、固定部にのみグラウト材を注入する。②固定部の注入材が固結した後に緊張状態で二次注入を行う。使用するグラウト材は、35%早強ミルク<sup>※1</sup> か超早硬モルタル<sup>※2</sup> とする。

35%早強ミルクは、10 時間で 30N/mm<sup>2</sup> の強度を発揮するので、前日に固定部にグラウト注入すると、翌朝から緊張可能である。超早硬モルタルは、2 時間後には一軸圧縮強度が 20(N/mm<sup>2</sup>) 以上になるので、作業をスピーディーに実施可能である。

③二次注入区間固結後は、伸びた補強材が固定部側に縮もうとする力で、固結したコンクリートにプレストレスを架ける。このため、プレストレスコンクリート周囲の地盤の変形を微小な変形段階から抑制する効果がある。

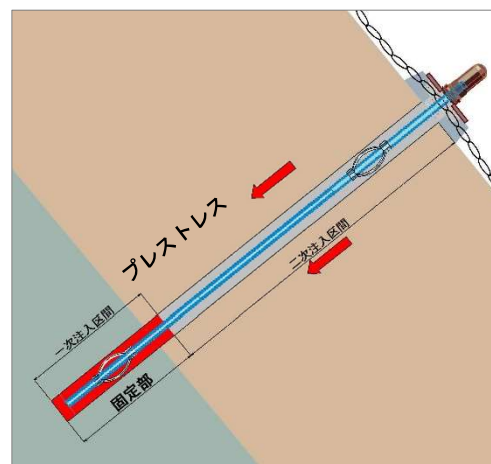


図-1.2 概要説明

※1 水セメント比 35%の早強セメントに混和剤（シーカセム FLC400 をセメント 100kg 当たり原液で 1,000 ml 使用）を混入した水セメント比 35%のセメントミルク

※2 フィルコン S スーパー（夏用）で、水材料比は 19%である。ただし、10℃以下で使用すると膨張破壊する可能性があるため、その場合は（冬用）を使用する。

### 1.2 設計

補強土工の設計は、植生型とモルタル吹付型は、道路土工-切土工・斜面安定工指針（社）日本道路協会）と切土補強土工法設計・施工要領（NEXCO 総研）を適用し、100KN 型は、地山補強土工法設計・施工マニュアル（地盤工学会）の指針を適用する。これらの指針に記載されていない事項は、本資料による。

補強材ピッチは基本的に 1.0～1.5m とする。一方、不動岩盤と移動岩盤の双方で十分な付着力が取れる岩盤に定着する場合は、2.0m まで補強材ピッチを広げても良い。

本工法は補強材を緊張できるので、施工ピッチを広くして小規模アンカー的な使用も可能である（100KN型）。しかしながら現時点では未解明な部分が多いので、最大ピッチを2.0mとし、従来の補強土工の最大適用範囲内に使用を限定する。

補強土工の設計計算は、五大開発のソフト（補強土）を使用すると簡便である。長寿命補強土植生型やモルタル吹付型の法面工低減係数 $\mu = 1.0$ として算定することにより設計計算は完結する。工事費の積算は、本工法特有の材料や手間を前記植生型の積算に追加するのみである。

## 2 構造

### 2.1 頭部構造

本工法の基本的な頭部構造を、図-1.1に示したが、長寿ハイブリッド補強土の頭部構造は、植生型とモルタル吹付型では、基本的に長寿命補強土植生型と長寿命補強土モルタル吹付型と同じ構造である。ただし、100KN型では、受圧板を使用する。その他、本工法では、法面工にパネルや法枠工など他の法面工を採用することも可能である（PAT7197098）。



図-1.2 頭部構造説明図

### 2.2 補強材規格

補強材は、表-1.2に示したネジ節棒鋼を使用する。本工法は、長期的な供用を前提とし、補強材は、エポキシ樹脂塗装鉄筋とする。エポキシ樹脂塗装鉄筋は、耐腐食性が高いため、腐食しろの検討は不要である。なお、仮設に適用する場合は、メッキ補強材を使用し腐食しろを状況に応じて考慮する。

表-1.2 補強材の寸法と諸元

形状・寸法・質量							
呼び名	公称直径 (mm)	公称断面積 (cm <sup>2</sup> )	単位質量 (kg/m)	外径寸法 <sup>※3</sup>	基形部寸法 <sup>※3</sup>	節の寸法 <sup>※3</sup>	サイズ <sup>※4</sup> 識別色
				φD (mm)	B (mm)	ピッチ P (mm)	
D13							無色
D16							無色
D19	19.1	2.865	2.25	21.6	18.4	8	ピンク
D22	22.2	3.871	3.04	25.0	21.4	11	白
D25	25.4	5.067	3.98	27.8	23.8	12	ピンク

### 3 設計

#### 3.1 削孔径

削孔径は 65 mm～90 mmとする。崩壊性地盤の場合には、二重管削孔とする。フリクションパッカーを使用する場合は、パッカー素材の確認などに十分な検討が必要である。参考までに、使用する補強材の径と最小削孔径の関係について記載する。D19 と D22 補強材は、削孔径 65 mmでカップラーを使用した場合でも適用できるが、カップラーとパッカーとグラウト注入管を使用する場合は精査が必要である。カップラーを使用しない場合（6m以下）は、D19 と D22 補強材では、65 mmの削孔径でも施工可能である。

種類	材質	降伏点 N/mm <sup>2</sup>	引張強度 N/mm <sup>2</sup>	呼び径	公称径 mm	公称断面積 mm <sup>2</sup>	単位重量 N/m
ネジ節棒 鋼	SD345	345 以上	490 以上	D19	19.1	2.865	22.1
				D22	22.2	3.871	29.8
				D25	25.4	5.067	39.0

補強材呼び径 (SD345)	補強材長さ (m)	許容引張力 (KN/本)	最小削孔径 (mm)
D19	3.0～7.0	40.1	65
D22	3.0～7.0	54.2	65
D25	3.0～7.0	70.9	65～90 (カップラーとグラウト注入管使用時)
D25 (100KN型)	3.0～8.0	101.3 <sup>*3</sup>	65～90 (カップラーとグラウト注入管使用時)

#### 3.2 補強材長さと伸び量

本工法で使用する補強材の長さは 3.0m以上とする。補強材が長い場合は、補強材が重く取り扱い難くなるため、ネジ節棒鋼の場合は 7.0～8.0m（鋼材重量で異なり 6mを超える場合はカップラーを検討）までとする。これより長い場合は、軽い炭素繊維ケーブル（20m以上も可能）など他の素材を検討する。

補強材を緊張した時の伸び量は、補強材の長さに比例する。同時に、引張力が小さすぎると補強材の伸び量が少量にとどまりプレストレスの効果が小さくなる。このため、引張力は固定部周辺の地盤を破壊しない範囲で設計引張り力以上の値とする。下記に補強材の伸び量と荷重の関係を示す。なお、この緊張力は固結したコンクリート内部で維持されると考えられる。

表-3.1 D19 補強材を 40.1 (kN) で緊張した時の伸び量

引張区間の長さ	2.0m	3.0m	4.0m	5.0m	6.0m
伸び量 (mm)	1.365	2.048	2.731	3.414	4.096

注意点として、本工法は法面工低減係数  $\mu = 1.0$  なので、移動土塊が軟質な粘性土でも設計計算が成立するが、軟質な粘性土への適用は、従来の補強土工と同程度の効果しか得られない可能性があると注意する必要がある。一方、砂質土や風化岩の場合は、従来の補強土工でも良好な効果が得られているので、本工法のプレストレス効果がさらに対策工の効果を向上させると考えられる。

鋼材が引っ張られることにより起きる固定部の逐次破壊は、本工法では発生しない。グラウンドアンカーと異なり、固定部の地表側の補強材が地盤と付着し、固定部を緊張する力が継続的に作用することが無いためである。自由長部があるグラウンドアンカーでは、定着部に常に集中荷重が発生するが、本工法では、集中荷重は分散し新たな緊張力は固定部に作用しない。このため固定部の逐次破壊は起きない。

### 3.3 法面工低減係数

長寿ハイブリッド補強土の法面工低減係数は  $\mu = 1.0$  である。

#### 【解説】

NEXCO 要領では法面工低減係数  $\mu$  を下式で規定している。

$$\mu = T_0 / T_{\max}$$

ここに、

$T_0$  : 法面工に作用する補強材の引張り力

$T_{\max}$  : 最大引張り力 (kN/本)

本工法では、補強土工の設計計算で求められる  $T_{\max}$  以上の  $T_0$  で補強材の頭部を緊張する現場も考えられるが、計算上の  $\mu$  は最大値が 1.0 なので、 $T_0$  が  $T_{\max}$  以上の場合も 1.0 と規定する。

長寿ハイブリッド補強土 100KN 型では、地盤工学会のマニュアルに従うので、のり面工低減係数の概念を使用しない。

### 3.4 安定計算・補強土工計算

基本的な設計法は、従来の補強土工の安定計算手法ならびに設計法と同じである。ただし、下記①～③のチェックと配慮が必要である。

#### 【設計上のチェックポイント】

- ①補強材を緊張した際に固定部が引き抜けないように固定部の安全性をチェックする必要がある。固定部区間長は基本的に 1.0m 以上とする。
- ②固定部は、従来型補強土工の施工区間として機能するので、固定部の位置は従来型補強土工の深部に設ければ良い。
- ③完成後の補強材と注入材の許容付着応力は、エポキシ樹脂塗装鉄筋を使用する場合は、注入材の一般的な設計基準強度 30 (N/mm<sup>2</sup>) の値 1.8 (N/mm<sup>2</sup>) の 85% 以上とし  $\tau_c = 1.5$  (N/mm<sup>2</sup>) 以上を使用する。もしメッキ補強材を使用する場合は、 $\tau_c = 1.8$  (N/mm<sup>2</sup>) とする。

参考 1 : 鹿児島大学における実験 (2006 年) では、エポキシ樹脂塗装鉄筋と無塗装鉄筋の許容付着力に差は無かった。許容付着力が節の部分に規定されるためと考えられる。エポキシ樹脂塗装鉄筋の品質は、土木学会規定が出された 2003 年からも向上しており、2003 年時点でも「85% 以上」と記載されておるため、この記述を踏襲した。  
参考 2 : 本工法で使用する 35% 早強ミルクは 80 (N/mm<sup>2</sup> 28 日強度)、超早硬モルタルは 50 (N/mm<sup>2</sup> 28 日強度) 以上の強度が有る。

### 3.5 補強材頭部の緊張荷重

本工法では、一般的には設計荷重ないしそれ以上の荷重で緊張する。補強材の最大緊張荷重は、下記①～③の最小値とする。削孔径 65 mm の場合は、極限周面摩擦抵抗が 0.8 (N/mm<sup>2</sup>) の軟岩の場合でも、②は十分な耐力があるため、事実上①と③で算定することになる。削孔径 90 mm の場合は、極限周面摩擦抵抗が 0.8 (N/mm<sup>2</sup>) の軟岩の場合は①と②と③の比較が必要であり、極限周面摩擦抵抗が 0.48 (N/mm<sup>2</sup>) 以下の場合、事実上①と③の比較になる。

#### ①不動地山と注入材の引き抜き抵抗力 (引き抜き抵抗力) $T_{2pa}$

$$T_{2pa} = D (\text{削孔径mm}) \times 3.14 \times \text{区間長mm} \times \text{不動地山の極限周面摩擦抵抗} \div 2.00 (\text{仮設の安全率})$$

#### ②補強材と注入材の引き抜き抵抗力

$$e = d \times \pi \times \text{区間長mm} \times \tau_c$$

$\tau_c$  : 補強材とグラウト材の許容付着応力

補強材と注入材の仮設時の許容付着応力  $\tau_c = 1.5$  (N/mm<sup>2</sup>) で、 $d = 19$  mm の鉄筋 1000 mm 区間の付着力は、下記となる。

$$[e = 19 \times 3.14 \times 1000 \times 1.5]$$

③補強材の許容引張り応力度  $T_{sa}$

- ・ D19 補強材 41.1KN
- ・ D22 補強材 54.2KN
- ・ D25 補強材 70.9KN (100KN型では 101.3KN)

参考資料として、表-3.2と表-3.3に「緊張可能荷重」と「固定区間長」の関係を、極限周面摩擦抵抗別に記載する。

表-3.2 削孔径 65 mmの場合の極限周面摩擦抵抗と緊張可能荷重

削孔径65mmの場合の緊張可能荷重表 (k N/本)											
固定区間長 (mm)	極限周面摩擦抵抗 (N/mm <sup>2</sup> )										
	1.2	0.8	0.48	0.36	0.28	0.24	0.23	0.2	0.18	0.14	0.08
1000	163	109	65	49	38	33	31	27	24	19	11
1100			72	54	42	36	34	30	27	21	12
1200			78	59	46	39	38	33	29	23	13
1300				64	50	42	41	35	32	25	14
1400				69	53	46	44	38	34	27	15
1500				73	57	49	47	41	37	29	16
1600					61	52	50	44	39	30	17
1700					65	56	53	46	42	32	19
1800					69	59	56	49	44	34	20
1900					72	62	59	52	47	36	21
2000						65	63	54	49	38	22
2100						69	66	57	51	40	23
2200						72	69	60	54	42	24
2300						75	72	63	56	44	25
2400							75	65	59	46	26
2500								68	61	48	27

表-3.3 削孔径 90 mmの場合の極限周面摩擦抵抗と緊張可能荷

削孔径90mmの場合の緊張可能荷重表 (k N/本)											
固定区間長 (mm)	極限周面摩擦抵抗 (N/mm <sup>2</sup> )										
	1.2	0.8	0.48	0.36	0.28	0.24	0.23	0.2	0.18	0.14	0.08
1000	226	151	90	68	53	45	43	38	34	26	15
1100				75	58	50	48	41	37	29	17
1200					63	54	52	45	41	32	18
1300					69	59	56	49	44	34	20
1400					74	63	61	53	47	37	21
1500						68	65	57	51	40	23
1600						72	69	60	54	42	24
1700							74	64	58	45	26
1800							78	68	61	47	27
1900								72	64	50	29
2000									68	53	30
2100									71	55	32
2200									75	58	33
2300										61	35
2400										63	36
2500										66	38



## 4 施工

「長寿ハイブリッド補強土」の標準的な施工方法を図-4.1に示す。本工法は、グラウト材の管理や施工には特別の配慮が必要である。**通常のグラウト材と同じ感覚で超早硬性モルタルを使用するとグラウト機器の破損に至る。**このため、施工前に入念なグラウト材の試験と施工中の管理が必要である。

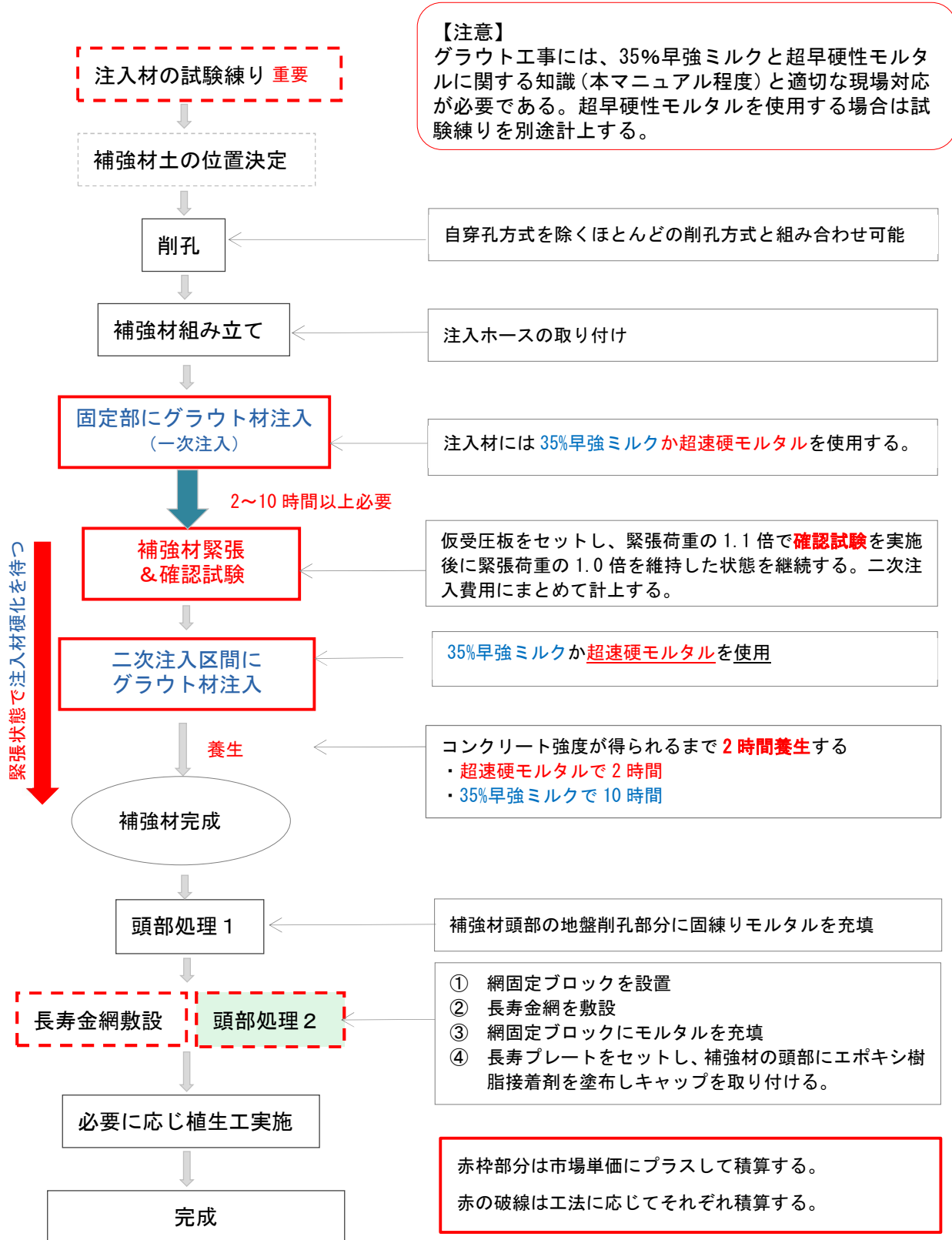


図-4.1 施工フロー

#### 4.1 注入材の種類

本工法で使用するグラウト材は、下記の2種類である。

- ① 超速硬モルタル
- ② 35%早強ミルク

##### 【超速硬モルタルの説明】

超速硬モルタルの使用に当たっては、下記の点に留意する必要がある。超速硬モルタルは、寒冷な時期を除き基本的に**フィルコンSスーパー (S夏用)** (住友大阪セメント株式会社) を使用する。このグラウト材の夏用の使用可能な温度は、練り上がり温度で15~35℃であり、これより寒冷な場合は、冬用(練り上がり温度で5~20℃)を使用する。フィルコンSスーパー (w冬用) は早期に固結するため、十分な試験練りを行ったうえで、工事計画を立てる必要がある。試験練りで固結するまでの作業時間が短すぎると予想される場合には、固結遅延材(ジェットセッター)を1%を超えない範囲で用いることが出来る。(固結遅延材を1%を超えて使用すると所定の強度が得られないため規定を厳守する必要がある。同時に、固結遅延材を使用した図-6.2に示した硬化時間が長くなるので、固定部にセメントミルクを注入してから緊張するまでの養生時間を3時間以上取る必要がある。)

住友大阪セメント株式会社によると、**(S夏用)** は、10℃以下では膨張破壊する恐れがあるので、絶対に使用してはならないとしている。

##### 【資料】

本工法で使用するセメントの特性について、フィルコンSスーパー 技術資料 令和3年12月版(住友大阪セメント株式会社) から図-4.4と図-4.5を引用する。この図で**Sタイプ**と記載している資料が本工法で主に使用する夏用である。

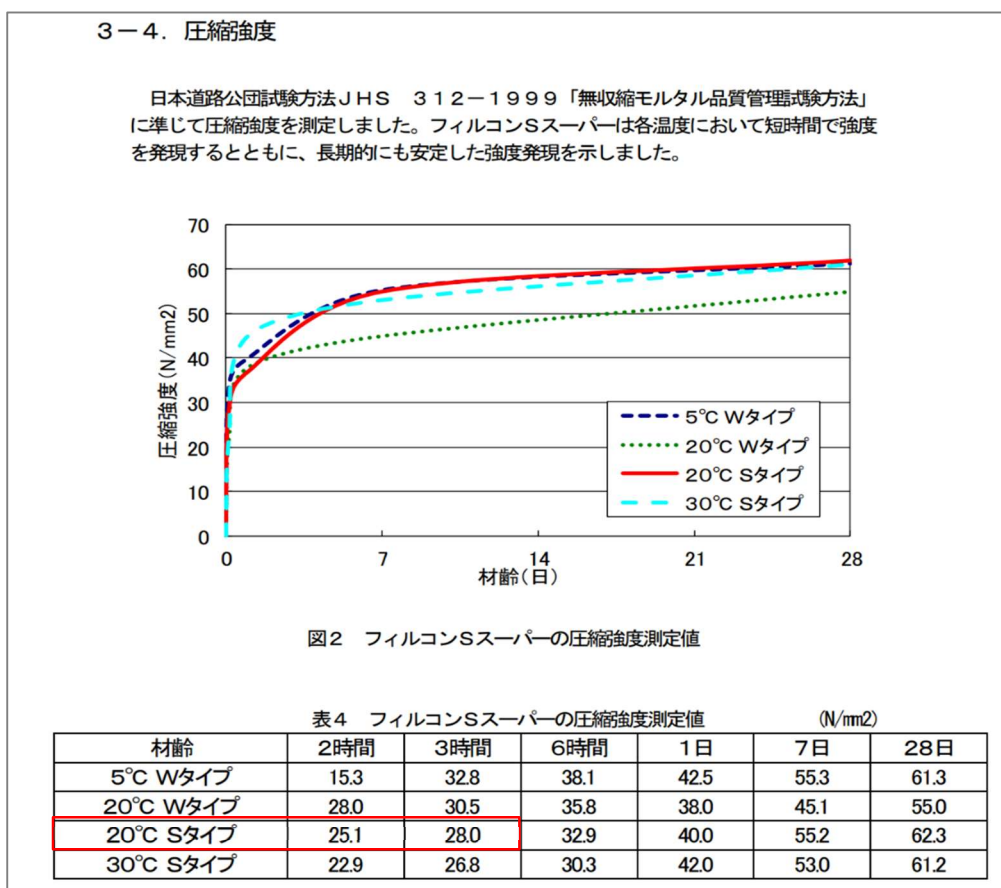


図-4.4 圧縮強度

図-4.4からは、フィルコンSスーパー（Sタイプ 夏用）が短時間で強度を発現し、20℃の場合、2時間で25（N/mm<sup>2</sup>）の強度が得られている。本工事で重要な点は可使時間（グラウト材として注入に使用可能な流動性がある時間）であるが、20℃で25分の可使時間が測定されている（図-4.5）。この可使時間は、グラウトポンプの清掃まで含んだ時間であり、グラウト注入ポンプ使用後は直ちに清掃をする必要がある。ただし、スクイズポンプを使用した場合、連続注入している限りは清掃の必要はない。実際の可使時間は気温や水温に左右されるため、試験練り段階での可使時間の把握が重要である。

3-1. 可使時間

ハンドミキサー（1200rpm）で2分間混練り後、流動性を保持している時間を測定しました。

表2 フィルコンSスーパーの可使時間

	5℃	20℃	35℃
Wタイプ	35分	13分	—
Sタイプ	—	25分	13分

図-4.5 流動性保持時間 資料 住友大阪セメント株式会社

#### 4.2 注入材の配合（超速硬モルタル）

本工法で使用するセメントの標準配合を、表-4.1に示す。標準的な水セメント比は18%程度であるが、含水量が少ないと混練中に「だま」になりやすい点を考慮し、本工法では19%の水セメント比とする。フィルコンSスーパーには添加材が混入されているので、新たな添加剤の投入は不必要であり有害である。

表-4.1 フィルコンSスーパーの標準配合 出展 住友大阪セメント資料

配合	水/材料比 (%)	配合量 (kg)		練り上がり量 (kg)
		フィルコンSスーパー	水	
1袋	19.0 <del>18.0</del>	25 (1袋)	4.1 ~4.8	約13.5
1m <sup>3</sup>	(16.4~19.2)	1875 (75袋)	308 ~360	約1000

#### ・4.3 注入材の配合（35%早強グラウト材）

35%早強ミルクの1m<sup>3</sup>当たりの配合は、表-4.2の通りである。35%早強ミルクの強度（気温15度）を表-4.3に示す。

35%早強ミルクは、10時間で30（N/mm<sup>2</sup>）の強度が得られるので、固定部に一次注入した翌日には、朝から補強材の緊張と二次注入が可能となる。

表-4.2 35%早強ミルク1m<sup>3</sup>当たりの配合の配合

グラウト注入材 1m <sup>3</sup>		
早強セメント	740.74	kg
混和剤 シーカセムFLC400	0.873	kg
水（混和剤有りの場合）	258.39	kg

表-4.3 35%早強ミルクの強度

供試体番号	練り始めからの経過時間 (時間)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	平均圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )
1	7	3.6	23.9
2	9	23.4	
3	9	22.4	
4	9	26.0	31.9
5	10	32.6	
6	10	30.6	
7	10	32.6	

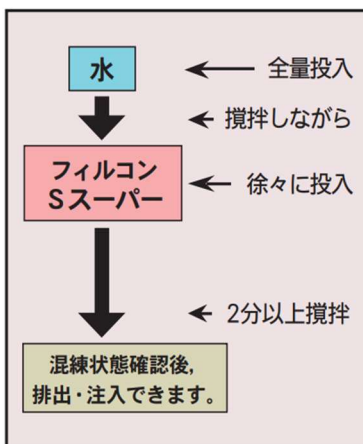
#### 4.4 注入材の混練（超速硬モルタル 35%早強ミルク 共通）

1) 混練（こんれん）に使用するハンドミキサーは図-4.6 に示した高速型ハンドミキサーを使用する。高速型ハンドミキサー（1100rpm）と低速型ハンドミキサー（300rpm）を使用した場合、高速型では流動性が向上するが、低速型を使用した場合混練時間を長くしても流動性は向上しない。

#### 2) 羽根の形状

ハンドミキサーの羽根は写真①、②に示すような形状のものを使用する。写真③、④のようなスクリータイプ羽根（溶液などを混合するときに使用）を使用した場合、流動性が悪くなりますので使用出来ない。

#### 混練手順



#### 混練状況



図-4.6 混練説明図

#### 【混練時の留意点】

- ・ 混練は高速型ハンドミキサー（1100rpm以上）を使用して下さい。
- ・ ハンドミキサーの羽根は写真のような形状の物を使用して下さい。
- ・ 数袋での混練にはグラウトミキサーを使用して下さい。
- ・ アルミ製の羽根、練り容器は使用しないで下さい



写真①ハンドミキサー羽根 例一



写真②ハンドミキサー羽根 例二



写真③スクリータイプ羽根 例一



写真④スクリータイプ羽根 例二

図-4.7 使用可能な羽根

#### 4.4 作業手順

本工法の特有の作業手順の概要を図-4.8 に示し説明する。

#### ① 削孔・補強材挿入

削孔終了後に、各現場の地質条件を考慮しスパーサーや注入管を取り付けた補強材を挿入する。

#### ② 一次グラウト（固定部造成）

この工程は、削孔した日に数本以上の補強材をまとめて実施すると作業効率に優れている。一次グラウトを当日の作業終了時に実施する手法と、削孔作業と同時並行で実施する手法がある。

#### ③ 確認試験

確認試験は、一次グラウトから超速硬モルタルで2時間以上経過後、35%早強ミルクで10時間以上経過後、に実施し、緊張状態でナットをセットし補強材の緊張を維持する。4.7で示すが、本工法の確認試験では導入する引張り力の1.2倍とする。導入する引っ張り力がTdの場合、本工法の引張り力は、 $Td \times 1.2$ 倍で、全数実施するものとする。

#### ④ 二次グラウト

補強材の緊張を維持したまま削孔部の残りの区間に二次グラウトを行う。二次グラウト終了後、2時間以上ないし10時間以上経過すればナットと仮受圧板を外し、次の孔口処理や法面工の作業工程に移行できる。

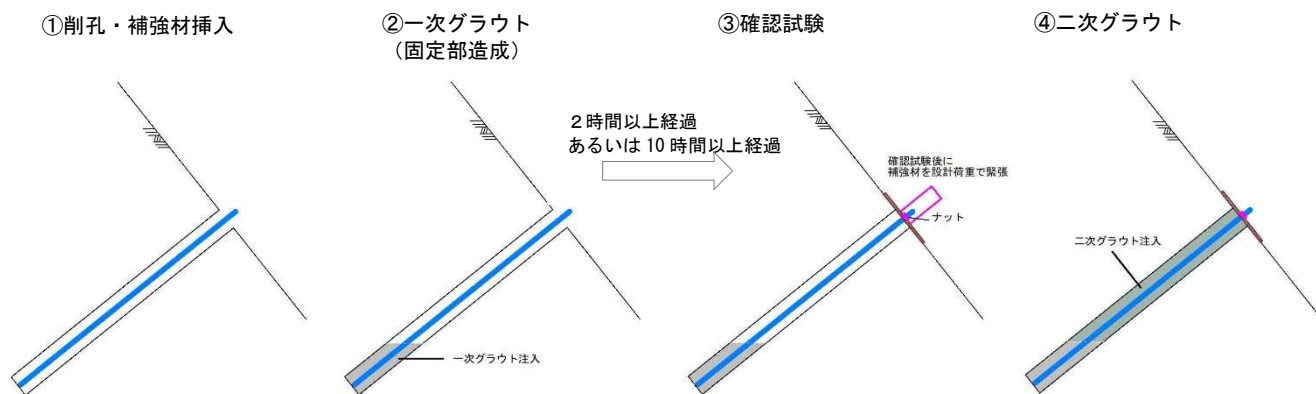


図-4.8 作業手順

#### 4.5 固定部の造成方法

固定部の造成方法には、地盤の性質と補強材の長さによって2つの手法がある。

##### a) グラウト材の直接流し込み

両グラウト材は粘り気があるため、Pロートでの管理は出来ない。このため、Pロートでの管理は行わない。管理項目としては、グラウト材の配合を厳密に実施することが重要である。

グラウト材の注入は、一例として図-4.9に示した機材を使用し、一次グラウトの注入ホースを孔底まで挿入し、グラウト材を孔底に注入する。なお、本工法で使用するポンプは、グラウト材が流れにくいので一般的なグラウトポンプでは困難である。

その際に、グラウト材の注入量は、図-4.10に示したホースで管理する。あらかじめ、固定部の上端にホースの先端が来るようにホースを挿入し、息を吹き込んで空気が抵抗なく排出されることを確認する。

固定部にグラウト材が立ち上がると、ホースに息を吹き込むことに抵抗が発生するので、その時点で速やかに注入を停止する。固定部長の厳格な管理にはパッカーの利用が適しているが、工法の性質上、一般的には厳格な管理は求めない。

現場ごとにある程度の数量(5から10本程度)を上記の手法で管理して、グラウト材の投入量に対して固定部の長さが適切であることを確認出来たら、先にグラウト材を投入し、後から補強材を挿入しても良い。



図-4.9 スクイズポンプの例  
粘り気があるグラウト材を押し出すことができる。

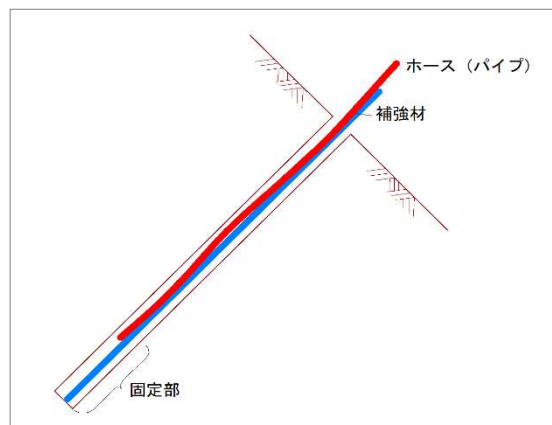


図-4.10 一次グラウトの注入量管理



## b) パッカー利用

地層状況と削孔長によっては、グラウト材を流し込むことが困難な状況が予想される。現時点では、砂礫層などグラウト材が漏逸しやすい地層や、補強材の長さが5mを超える場合などが想定されるが、グラウト材の直接流し込みとパッカー注入のどちらが良いかの判断は、現時点では設計者の判断に委ねる。施工現場の状況を判断し、直接流し込みと設計されていても、パッカーを使用した注入作業が必要な場合には、その費用を適切に計上する必要がある。

パッカーは、削孔口径や加圧力などを考慮し、変更が可能な早い段階でパッカーの性能を確認する必要がある。

【参考資料】パッカー利用の留意点



図-4.12 パッカーの状態

左側はフィルコンSスーパー注入直後  
右側は手で揉んだ後 セメントの浸出は無い

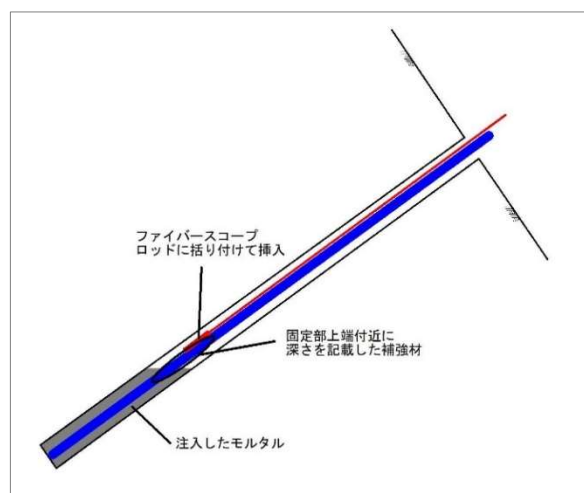


図-4.11 モルタル注入量の管理例

小口径のファイバースコープなどで直視して管理する方法も採用可能

パッカーを利用する場合には、パッカーの他にグラウト注入ポンプも必要となる。このグラウト注入ポンプも、スクイズ方式のポンプが必要である。スクイズ方式のグラウト注入ポンプは、法面施工企業が所有する一般的な機材では無いので、多くの場合機材をリースで調達することとなる。参考までに同機器をリースする企業例を下記に記載する。

- ・豊田建設工業 株式会社
- ・東陽商事株式会社
- ・株式会社ヨシカワ（石川県）
- ・その他

リースに当たっては、機材の吐出口の口径と使用するパイプの繋ぎが必要であり、リース会社や実施企業検討の必要がある。

## 4.6 二次グラウト注入区間の造成

固定部より上部の二次注入区間も、固定部と同様に「直接流し込む方法」と「パッカー内に注入する」2

つの手法がある。この区間は、孔口に近いので固定部よりグラウト状況を把握しやすい。よって、基本的には補強材の周囲にグラウト材を直接注入する方式を採用する。ただし、崩壊や漏逸の可能性のある地盤では、パッカーを利用しなければならない場合もある。

削孔方法や工事方法には種々の機種と方法があるため、詳細は現場ごとに設計者や施工者が検討する必要がある。特に崩壊性地盤の二重管削孔の場合は、機材の作業効率を確保するため、補強材の二次注入区間にパッカーを取り付け、削孔機材が移動した後に緊張と二次注入を可能とする準備が必要である。

現場施工前の段階では、把握が困難なことも多いので、その場合は、工事中にグラウト方法と積算を適正化する必要がある。

#### 4.7 緊張導入と二次グラウト注入

本工法では、補強材を引張った状態でグラウトし、補強材周囲の地盤に引張り力も付加する。このためには、コンクリートが硬化する時間帯に補強材が一定荷重で緊張されている必要がある。このために、下記の処置を行う。

##### ①確認試験

補強土工の確認試験は一般的には設計荷重  $T_d$  で行うが、本工法における確認試験では導入する引張り力の1.2倍とする。導入する引っ張り力が  $T_d$  の場合、導入する引張り力が 40.1kN（最大値）であれば、 $40.1 \times 1.2$  倍 = 48kN である。

これは、次の段階で実施する補強材緊張中の受圧板の沈下を避けるための処置である。先に大きな荷重を受圧板に載荷すると、荷重を小さくした後は地盤の沈下量が小さくなる性質があることを利用する。

補強材を緊張する際には、図-4.13 に示した方法で実施する。本工法では、補強材の地表からの突出長が11cm程度となるため、確認試験においても図-4.15 に示した薄い仮受圧板を使用する必要がある。

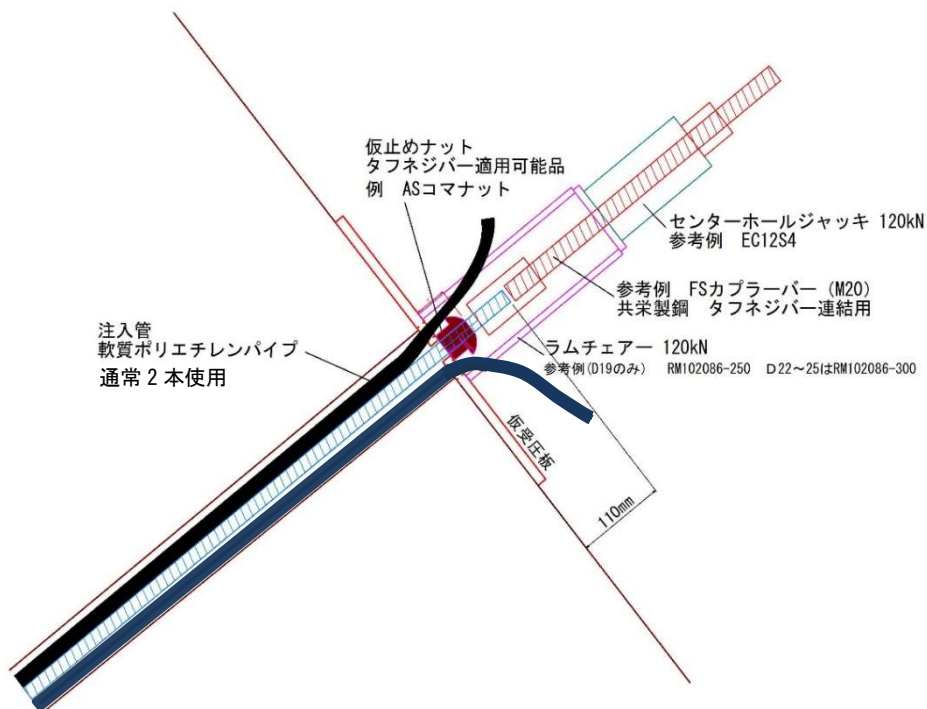


図-4.13 確認試験

引張り力を導入した後はジャッキ類を撤去し、ナットのみで荷重を保持し、モルタルを注入する。

## ②二次グラウト注入

グラウト注入段階での**載荷荷重は設計引張り力  $T_d$  とし、荷重を維持した状態でグラウト注入を行う。**このため、確認試験実施後に荷重を設計荷重にした段階で**図-4.13 の仮止めナット**を仮受圧板と補強材に固定し、補強材の緊張を維持したままジャッキを撤去する必要がある。仮止めナット設置後は、補強材に緊張荷重が維持されるので、隣接する未緊張の補強材を緊張する作業に移行できる。

確認試験を各補強材で実施後、二次グラウト注入も一次グラウト注入同様に適切な時間帯にまとめて実施する手法が作業効率の観点では優れている。そのために、長時間放置する場合は、その間の引張荷重低下も考慮し、 $T_d \times 1.2$  倍の荷重を架けても良い。この仮受圧板の二次グラウト中の仮受圧板の沈下量は、各補強材孔口の地質に関係して著しく異なるので、各現場での判断による。

本工法の二次グラウト注入作業に適する機材例として、**図-4.14** にジャッキ類を示し、**図-4.15** に仮受圧板の形状を示す。仮受圧板は、補強土何本かをまとめて二次グラウト注入を行う場合は、その本数分の仮受圧板と仮止めナットが必要になる。当面リースで 15 枚程度の仮受圧板を準備しておくとして作業工程上やり易いであろう。

二次グラウトに使用する注入管は、削孔径 65 mm の場合、一般的に使用されることが多い外径 17 mm - 内径 13 mm の軟質ポリエチレン管が優使用するグラウト材（フィルコン S スーパー（S タイプ 夏用））は、



図-4.14 ジャッキとバッテリーポンプ  
20回使用可能 予備バッテリー有り

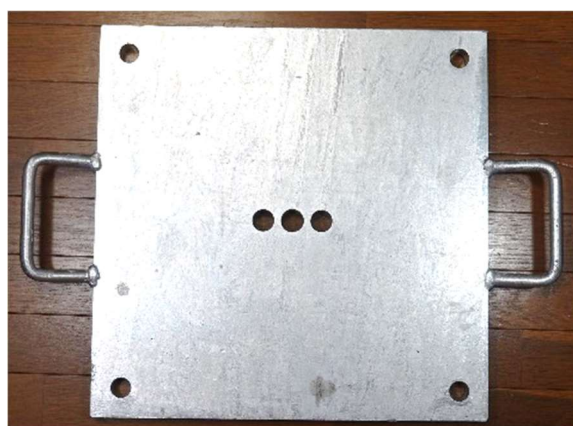


図-4.15 仮受圧板

作業中の流動性を保持した後、硬化する際には 10～20 分の短時間で硬化する性質があるため、補強材とグラウト材は良好な付着状態になる。

注入には、4.5 で示した 2 つの手法（直接流し込みとパッカー利用）がある。それぞれの現場に適合した形で適切に施工される必要がある。

## 4.6 法面工

本工法の法面工は、長寿命補強土植生型と長寿命補強土モルタル吹付型の設計・施工資料を参照してください。一方、原理的には法枠やパネルも使用可能である（その他の法面工で設計する場合や工事する場合は特許権者の承諾が必要である）。



#### 4.6.1 植生型の網固定ブロックの設置法

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 $\mu$ 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。）

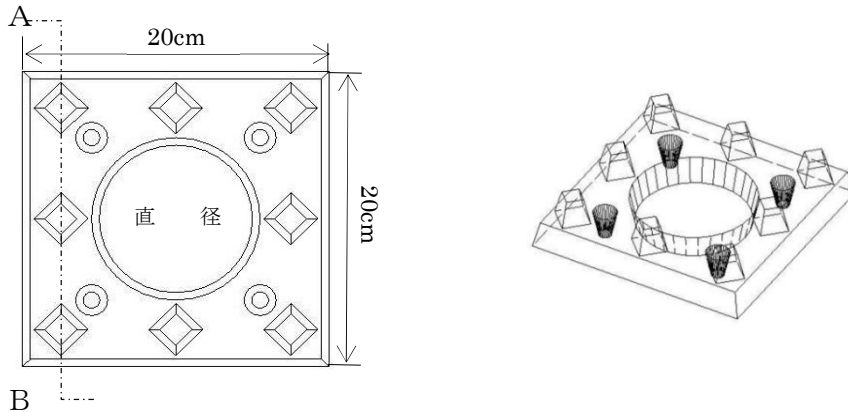


図-4.16 網固定ブロックの形状

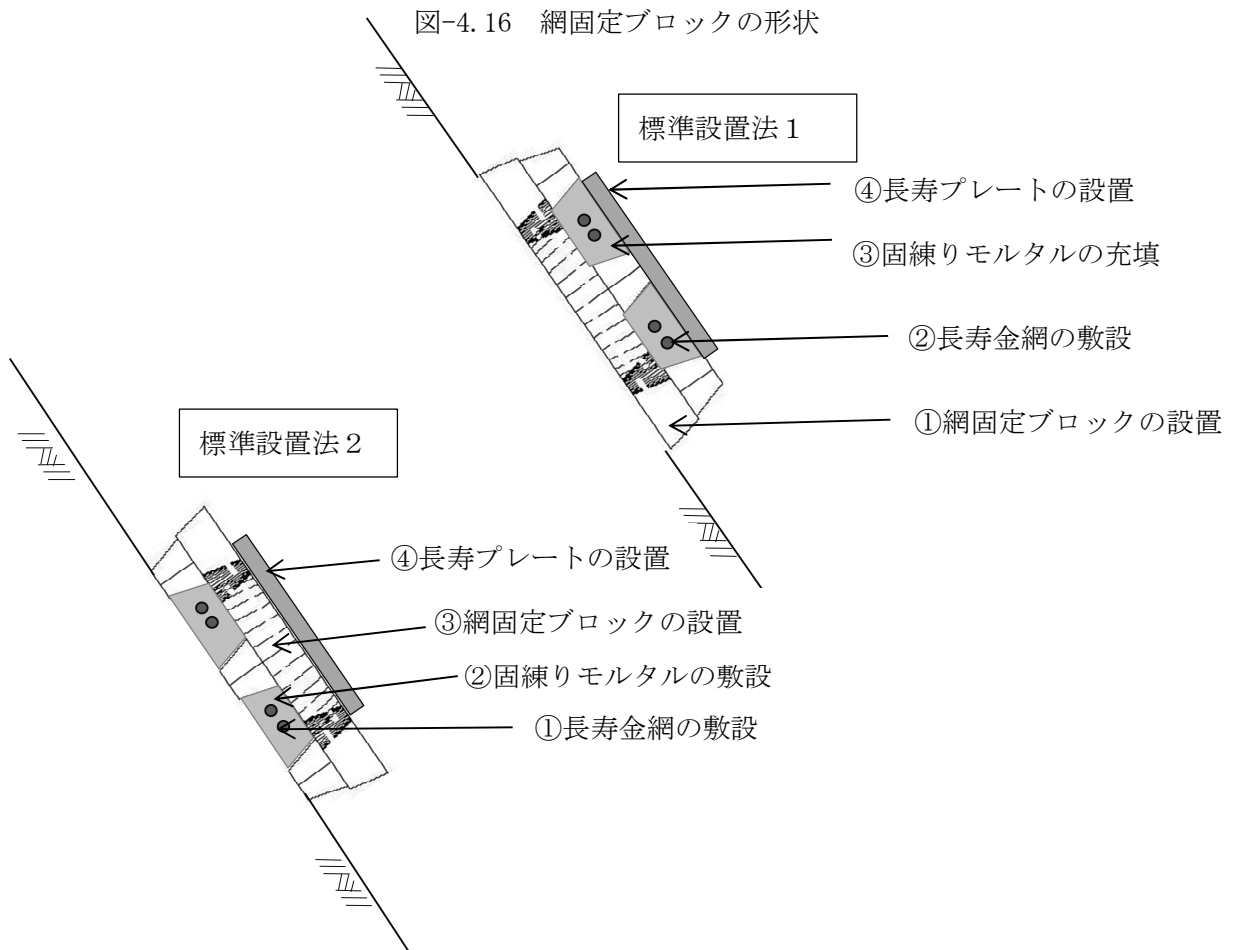


図-4.17 網固定ブロックの設置法 A-B断面

網固定ブロックの設置法は、図-4.17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。

#### 4.6.2 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②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⑤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、テーパーワッシャーを設置し⑥、「長寿キャップ付ナット」を手で軽く締める⑦（エポキシ樹脂の硬化で強固に固定される）。

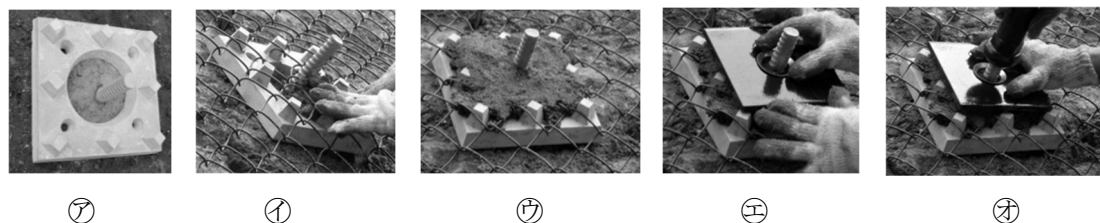


図-4.18 頭部処理法説明図

#### 4.6.3 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。

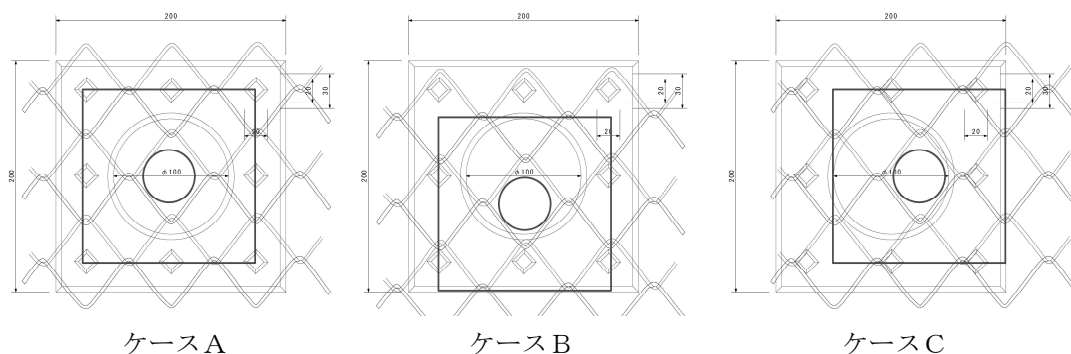


図-4.19 長寿キャップ付ナット下端の固練りモルタル内への埋め込み

#### 4.6.4 補強材とナットの取り付け法

補強材とナットを取り付け部には、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

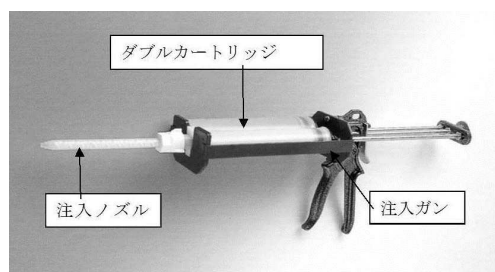


図-4.20 補強材とナット固定部に使用するダブルカートリッジ

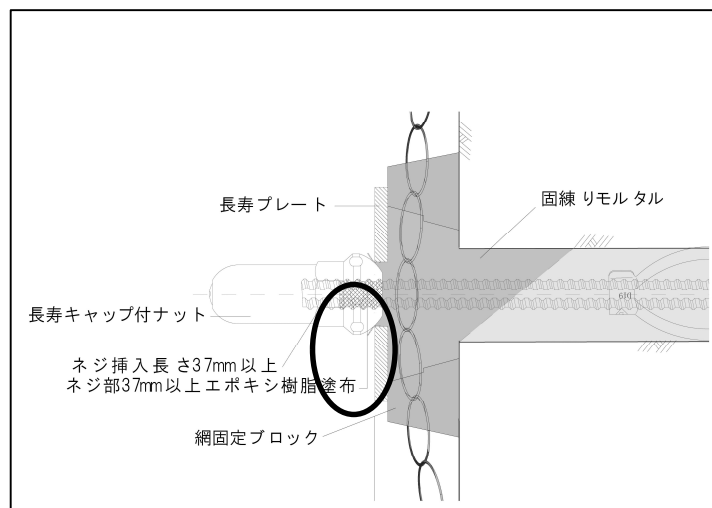


図-4.21 長寿キャップ付ナット下端の固練りモルタル内への埋め込み

#### 4.6.5 モルタル吹付型の頭部

長寿命補強土工（モルタル吹付型）は、道路土工指針・NEXCO や地盤工学会などの設計要領で設計を行う。耐久性がある補強材と頭部固定金具および、低密度ポリエチレン被覆鉄線金網（IR 鉄線）を使用し、全ての金属部材が樹脂被覆され、なおかつコンクリートで覆われているので、極めて長期の耐用年数（100年以上）がある。長期間の耐用年数を考慮した設計が可能である。

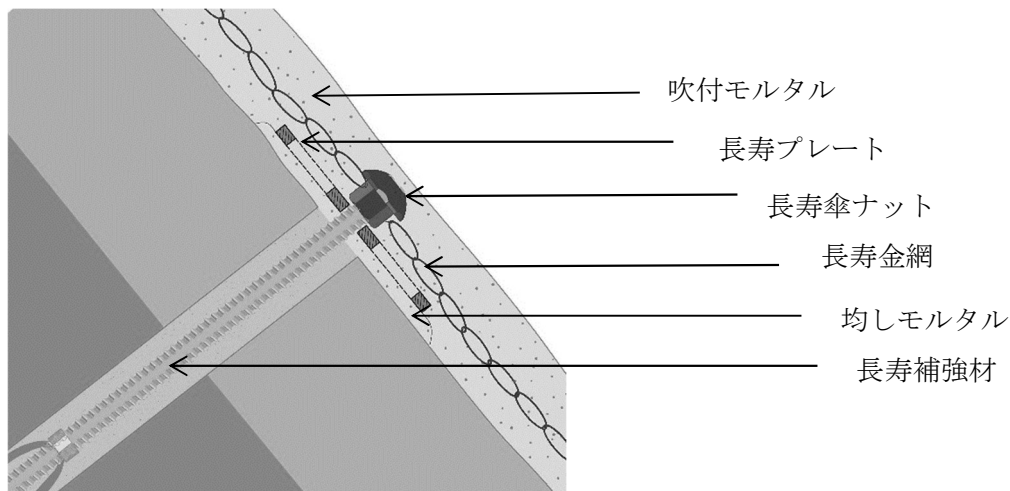


図-4.22 長寿補強土(モルタル吹付型)の基本構造

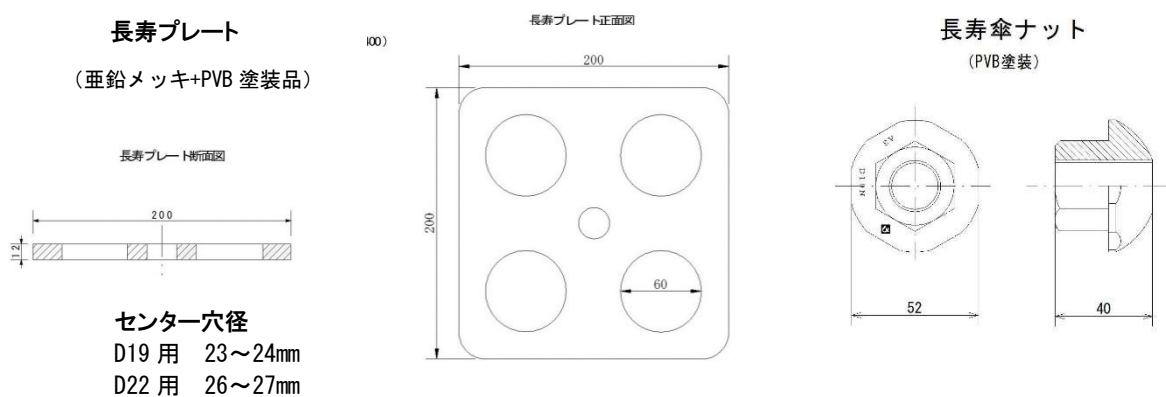


図-4.23 長寿プレートと長寿傘ナットの構造

#### 4.6.6 モルタル吹付型の頭部

施工法は、各県の指針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-1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。)

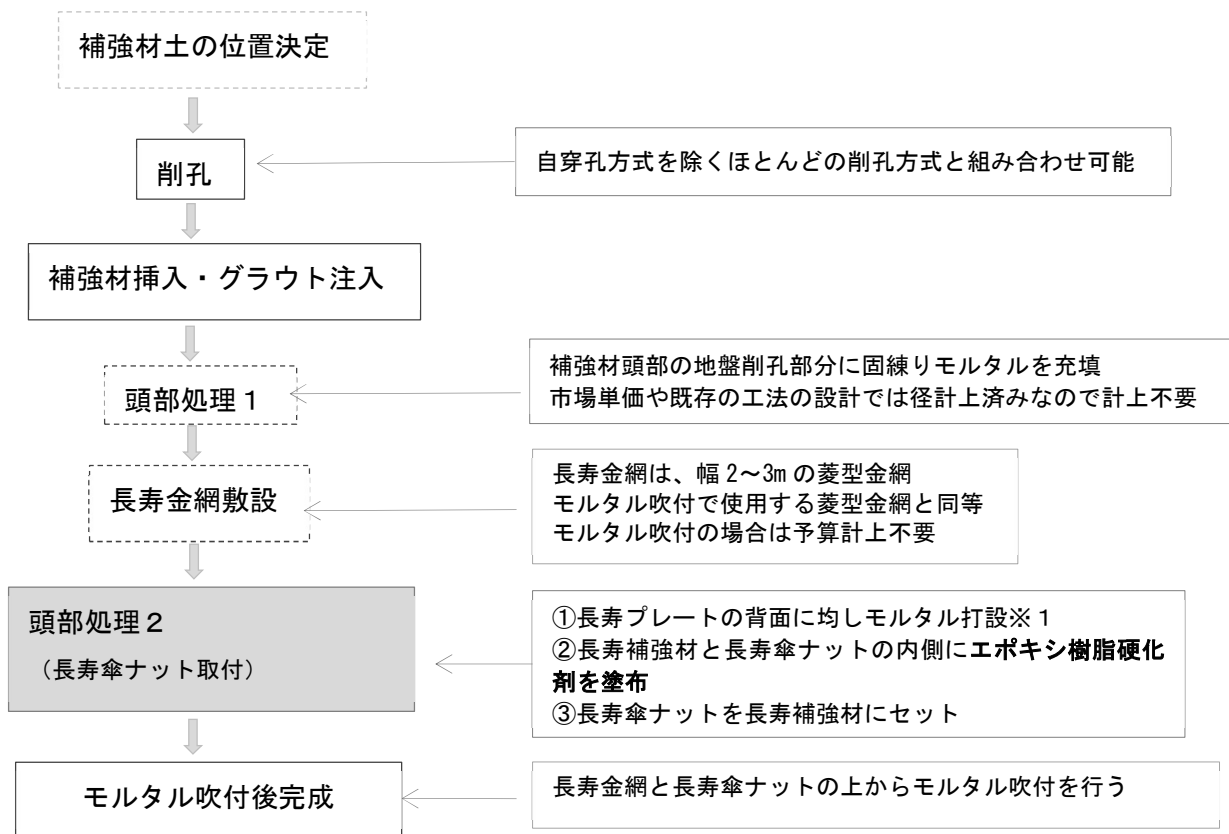


図-4.24 施工フローチャート (参考例)

※1：金網敷設前に均しモルタルを施工し、均しモルタルの上に長寿プレートを設置し、長寿プレートの上に金網を敷設した後に、長寿傘ナットをエポキシ樹脂硬化剤を利用して取り付け、最後に吹付モルタル吹付を行う。

## 5 施工管理

### 3.1 施工管理と出来形管理

長寿ハイブリッド補強土N型の施工管理法は、表-5に従って行う。表-5の赤い文字部分は、本工法独自の規格である。発注機関に本工法の施工に関する規定が無い場合は、各発注機関の指針に①～④に従う。

- 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
- ②「のり枠工の設計・施工指針」：(社)全国特定法面保護協会 2006
- ③「土木施工管理要領」一切土工編一 3-5切土補強土工：(株)高速道路総合技術研究所 2007
- ④「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-5 施工管理項目

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 <sup>2</sup> 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	◎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=19% 超早硬モルタル W/C=35% 35%早強セメントミルク
	練混ぜ水温度	温度計		25° C以下
	流動性	JSCE F521		P漏斗から流下
	圧縮強度	JSCE G505		材齢7日強度 40 (N/mm <sup>2</sup> ) 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に準拠する試験を実施 ただし、試験は設計荷重の1.1倍で全数実施する。		

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

表-6 「長寿ハイブリッド補強土N型」の品質・出来形管理規定

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	パイプ管理

### 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<sup>2</sup>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、200～300μm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に先だって錆を取り除く。
- 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ため、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-7 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	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	補強材の径	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	補強材の本数	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	納入時のEP鉄筋塗膜補修	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	挿入前のEP鉄筋塗膜補修	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
長寿金網	数量	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	網目間隔	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	線径	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
長寿プレート	数量	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	寸法	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
長寿キャップ付ナット	数量	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	寸法	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
網固定ブロック	数量	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	寸法	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
長寿スペーサー	数量	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日
	寸法	<input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格→ <input type="checkbox"/> 処置後の合格確認 月 日



## 6 積算資料

本工法の積算方法を以下に示す。本工法の削孔や補強材挿入などに関しては、①市場単価②全国特定法面保護協会③国土交通省歩掛など、使用可能な範囲では、既存の積算資料を使用する。本章では、市場単価だけでは計上できない本工法特有の工程（図-6.1の赤枠部分）と積算法について記載する。

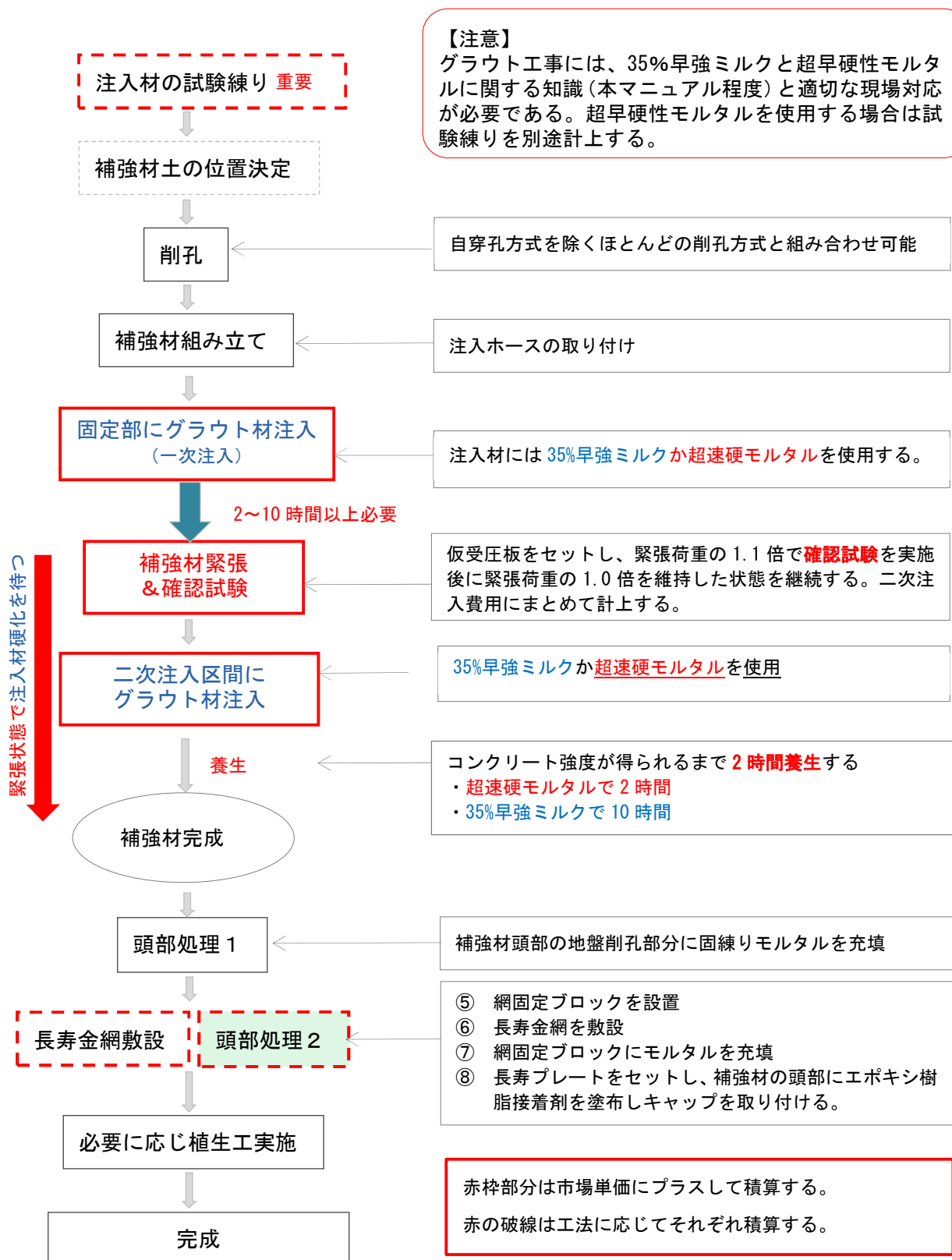


図-6.1 施工フロー

## 6.1 注入材の試験練り

### (超早硬セメントの場合)

本工法で使用する超早硬性モルタルフィルコンSスーパー（夏用）の性質は、一般的なポルトランドセメント（水セメント比50%程度）と著しく性質が異なるので、現場で使用する環境（気温）で試験練りを行い、その性質を施工前に確認する必要がある。普通ポルトランドセメントを使用した場合のグラウト材の流動範囲は、NEXCOの土木施工管理要領ではp漏斗で流下時間9～22秒であるが、本工法の場合はその規定を使用できない。

一例として、気温22℃で実施したp漏斗の流下時間を表-6.1と表-6.2に記載する。気温22℃では練り上がり後40分間は連続流下しているので、適切なポンプ（スクイズポンプ推奨）を使用することによりグラウト注入作業が可能となる。気温31℃では、練り上がり後33分後試験途中でP漏斗からの流下がストップし、P漏斗の内部にはモルタルが残留しているが、流動性がありスクイズポンプでは容易に注入できると考えられるが、現地で確認する必要がある。

表-6.1 グラウト材の流下時間 フィルコンSスーパー（夏用）気温22℃の場合

試験回数	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目
練り上がり後	10分	20分	30分	40分	50分	60分	70分
流下時間	1分40秒	1分53秒	1分35秒	1分42秒	2分15秒	3分39秒	5分50秒
捕捉事項	連続流下	連続流下	連続流下	連続流下	時々切れる	切れ切れ流下	流下ストップ

表-6.2 グラウト材の流下時間 フィルコンSスーパー（夏用）気温31℃の場合

試験回数	1回目	2回目	3回目	4回目	硬化
練り上がり後	3分	13分	23分	33分	48分
流下時間	2分10秒	2分00秒	2分00秒	1分40秒	急速に硬化
捕捉事項	連続流下	時々切れる	頻繁に切れる	流下ストップ	発熱53分後

また、フィルコンSスーパー（夏用）

は、使用する水が重量でセメントの19%と少ないので、間違ったハンドミキサーを使用し回転域を間違えると混練中のモルタルが「だま」になり、適切な注入材を得ることが出来ない。作業計画作成前に「注入材の試験練り」を行い適切な機材を準備する必要がある。

本モルタルの作業時間を延長する手法として、遅延添加材（住友大阪セメント製ジェットセッター）を使用する方法もあるが、その場合は図-6.2のグラフより圧縮強度が得られる時間が遅くなるので、十分な注意が必要である。例えば、2時間で20(N/mm<sup>2</sup>)を上回る予定が3時間でやっと20(N/mm<sup>2</sup>)を上回るなどの変化があるので。試験練りで確認する必要がある。

推奨されるのは、フィルコンSスーパー（夏用）を、水セメント比19%で使用し、他のコンクリート調整剤を遅延添加材も含めて使用しないことである。19%より水が少ないと流動性を失い、19%を超えるとコンクリート強度が低下する。このため、現場に精度が良い計量器を設置し、グラム単位での管理が必要である。

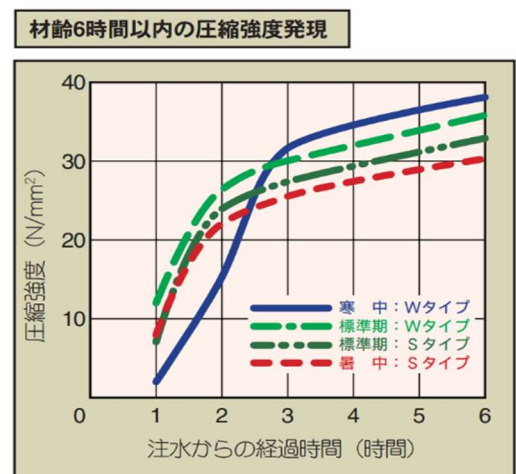


図-6.2 注入材の強度

### 歩掛-1 試験練り (1 現場当たり)

名称	単位	数量	備考
土木世話役	人	1.0	
法面工	人	1.0	
注入材料	袋 (25kg)	1.0	物価版にフィルコンSスーパーの価格は記載されている。
雑費	%	5%	人件費合計の5% バケツ ブラシ ウェス他

※ 試験練りは、現場着手数日以上前の準備段階と現場作業時に行う。

### 6.2 一次グラウト (固定部造成)

本工法で使用する超早硬セメントフィルコンSスーパーを、一般的に使用されているグラウトポンプで使用すると、モルタル成分の分離や機械内部でグラウト材が固結するなど機材を損傷する恐れがあるため、スクイズポンプ (図-4.9) を使用する。一般的に法面施工企業は、スクイズポンプを所有していないので、機材をリースで調達するものとする (歩掛-2)。スクイズポンプのリース料は、個別の現場で異なるので、現場ごとの見積もりとなる。

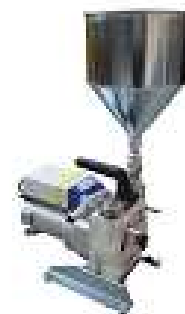


図-4.9 (再掲) スクイズポンプの例  
グラウト材が固結した場合、内部のチューブを交換するなど補修が簡便である。

注入作業には、慎重なグラウト材の管理と、30分以内にスクイズポンプを繰り返し洗浄する必要があるため、既存の歩掛 (例えば市場単価ではグラウト注入手間も含んでいるがその歩掛) に追加して、歩掛-3を追加する。歩掛-3は、パッカーを使用するしないに関わらず適用する。

### 歩掛-2 スクイズポンプのレンタル費 (1 現場当たり) 見積りが必要

名称	単位	数量	備考
スクイズポンプレンタル料	回	1.0	作業期間中の機材レンタル料・リース拠点からの運搬費・清掃整備費を含む 新明和工業(株) スクイズポンプ MM081 程度で使用可能である。 (参考 令和5年7月で2700円/日+輸送費)

### 歩掛-3 固定部のモルタルペースト注入 (一次注入) 追加費用 (補強材 100 本当たり)

名称	単位	数量	備考
土木世話役	人	2.0	超早硬性モルタルがポンプ内部で固結するとポンプが破損するため、頻繁なポンプ掃除が必要となる。
法面工	人	2.0	
普通作業員	人	4.0	
パッカー	m	150	(パッカーを使用しない場合は計上しない)
雑費	%	15%	人件費合計の15% ファイバースコープ・ロッド他

### 6.3 確認試験と二次グラウト

確認試験と二次グラウトなど次の法面工工事に至るまでに必要な市場単価に追加する費用は、歩掛-4あるいは5とする。

#### 歩掛-4 二次注入グラウト（軟質地山）（補強材 100 本当たり）

名称	単位	数量	備考
土木世話役	人	5.0	仮受圧板セットと補強材緊張 緊張荷重は、 <b>荷重一定装置</b> を用いて管理する。 (緊張中に荷重低下がある軟質地山の場合) 超早硬セメントミルクとポンプ清掃
法面工	人	5.0	
特殊作業員	人	5.0	
普通作業員	人	5.0	
雑費	%	40%	人件費合計の40% 仮受圧板・センターホールジャッキ・ラムチェアの リース 荷重一定装置の駆動と管理

#### 歩掛-5 二次注入グラウト（硬質地山）（補強材 100 本当たり）

名称	単位	数量	備考
土木世話役	人	3.0	仮受圧板セットと補強材緊張 緊張荷重は設計引張り力あるいは最大荷重の1.1 倍で3分間実施（地山が硬質で緊張中に荷重低下が 無い地山の場合） 超早硬セメントミルクとポンプ清掃
法面工	人	3.0	
特殊作業員	人	3.0	
普通作業員	人	0.0	
雑費	%	40%	人件費合計の40% 仮受圧板・センターホールジャッキ・ラムチェアの リース

### 6.4 長寿金網敷設工

歩掛-5と6は、法面工を長寿命の金網で覆う場合であり、長寿命補強土植生型の積算資料である。五大開発のソフトには既に組み込まれている。したがって、工事費は、長寿命補強土植生型の積算に、歩掛1~4を追加するのみである。

長寿金網の敷設は、歩掛-5で計上する。

#### 歩掛-5 長寿金網敷設工歩掛（100 m<sup>2</sup>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 <sup>2</sup>	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)

### 6.3 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」の積算は歩掛-6 で計上する。

#### 歩掛-6 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。人件費の合計に対して諸雑費の割合を算定する。

※2 人員数量は、全国特定法面保護協会の頭部処

# 長寿命ハイブリッド補強土N型

## 設計・施工・積算資料

編集：長寿命ハイブリッド補強土N型 設計・施工・歩掛検討委員会

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6年12月  
ネイリング長寿命化推進会議  
(事務局住所)  
〒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