

# フィット筋工法

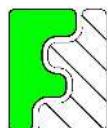
【地山補強・法面保護】

〔設計・施工要領〕案)

【I】編 設 計 —— 1

【II】編 施 工 —— 12

令和4年度



フィット筋工法研究会

# 【 I 】 編 設 計

## 1. 総説 —— 2

- 1.1 本マニュアルは、フィット筋工法の設計に適用
- 1.2 工法概要
  - 1.2.1 構成と機能
  - 1.2.2 特長

## 2. 設 計 —— 3

- 2.1 フィット筋工法の適用範囲を記述
- 2.2 本工法の設計手順
- 2.3 法面保護工
- 2.4 地山補強
  - 2.4.1 地山の安定度評価と補強筋配置
    - ①補強前の安全率の計算
    - ②必要抑止力の計算
    - ③補強筋の配置計画
    - ④補強後の安全率の計算
  - 2.5 鉄筋補強土工の耐震安定計算法
  - 2.6 構造細目

# 1. 工法概要

## 1-1. 構成と用途

フィット筋工法は、以下の主要部材により構成される。

- ① 高強度マット（浸食防止マット+ジオグリッド）
- ② 補強材（ネジ節棒鋼）直打ちタイプ・削孔注入タイプ
- ③ ホールディングバー
- ④ 頭部連結材（フックホルダー）

本工法は、主に切土のり面及び斜面の表層崩壊防止対策箇所に適用される。

フックホルダー・ホールディングバーにより高強度マットを固定し法面の土の緩みや抜け落ちを防止するとともに、地山表層域の補強を図るもので、法面抑止工のソイルネイリング工と同様な機能を備えたものである。法面全体を高強度マットで被覆することで小さな土塊の抜け落ちや法面の浸食を防止するとともに、不織布を種子入りとすることで植生の定着が速く、多様な景観的をつくる工法である。

## 1-2 特長

### ① 法面保護効果

- ・高強度マットにより小土塊の抜け落ちを防止し多様な景観をつくる。
- ・不織布により法面を保護することで、浸食を防止する。
- ・ホールディングバー、頭部処理材は軽量であるため法面表層への負荷が小さく、施工が速く、現場適用性が高い。

### ② 地山補強効果

- ・補強材による締め付け・引き止め効果により、法面の小崩壊を防ぐことができる。適用においては十分な調査・解析のもとに実施する。

### ③ 景観多様効果

- ・不織布を種子入りとすることで法面の緑化が容易である。

### ④ 施工上の優位点

- ・各部材は軽量で、運搬・敷設が容易で狭小現場への適用が広くなることと機械が軽量で穿孔・打込みに足場を要しない。

## 2.1 本工法の適用区分と設計手順

切土（または盛土）後の法面の安全率  $F_s$  が  $F_s \geq 1.20$  では法面保護的な適用とし、 $F_s < 1.20$  では地山補強としての適用となる。

法面の安定度評価においては、地盤特性（想定すべり面土の強度定数）が最も重要となる。

表 2.1 フィット筋工の適用区分

$F_s \geq 1.20 \rightarrow$  法面保護的な適用

$F_s < 1.20 \rightarrow$  地山補強としての適用

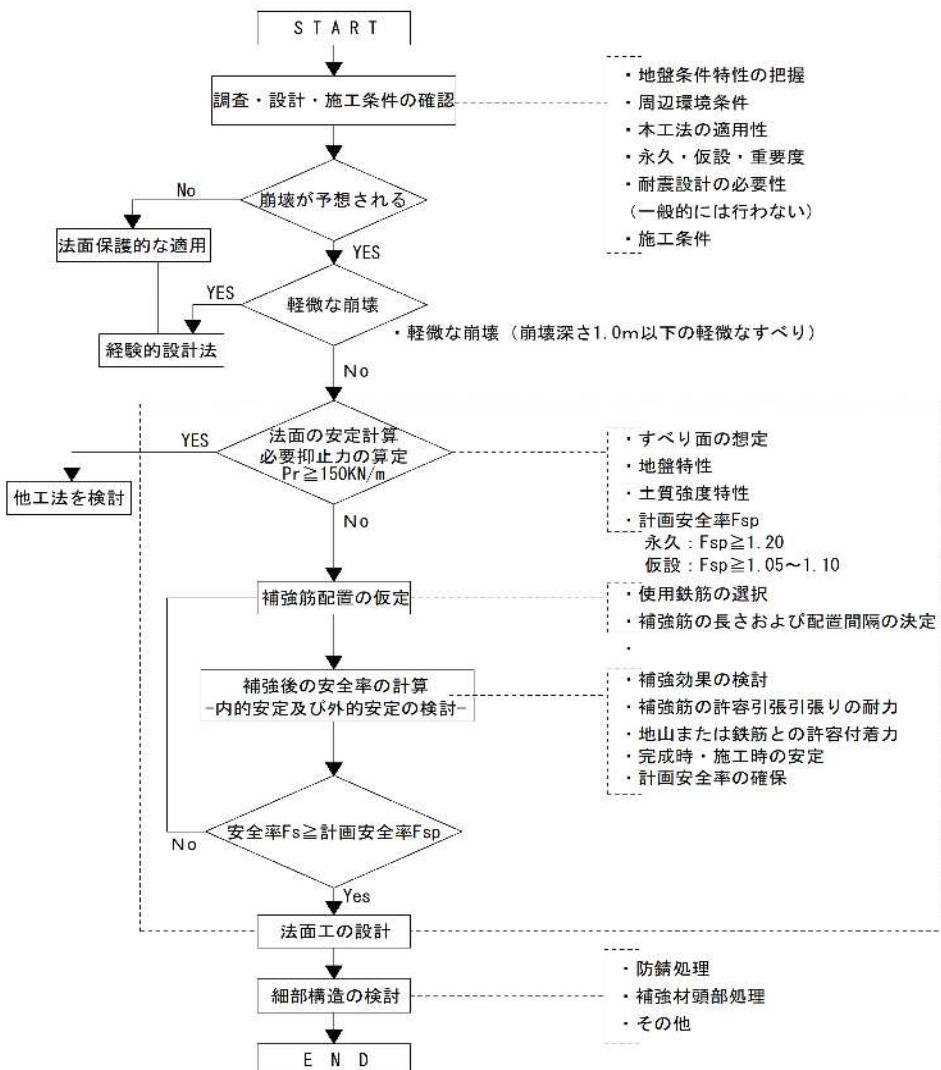


図 2.1 本工法を適用する際の設計手順

## 2.2 法面保護

詳細な調査の結果、法面崩壊の恐れがないと判断された場合、法面保護工的な適用となる。

### 【解説】

法面保護材（頭部材、不織布）および植生で法面を被覆し、法面の侵食や風化を防止する。不織布は、原則として、植生が速やかに定着する種子入り植生マットを標準とする。植物多様性の現場においては、種子を入れず待受形も適用する。

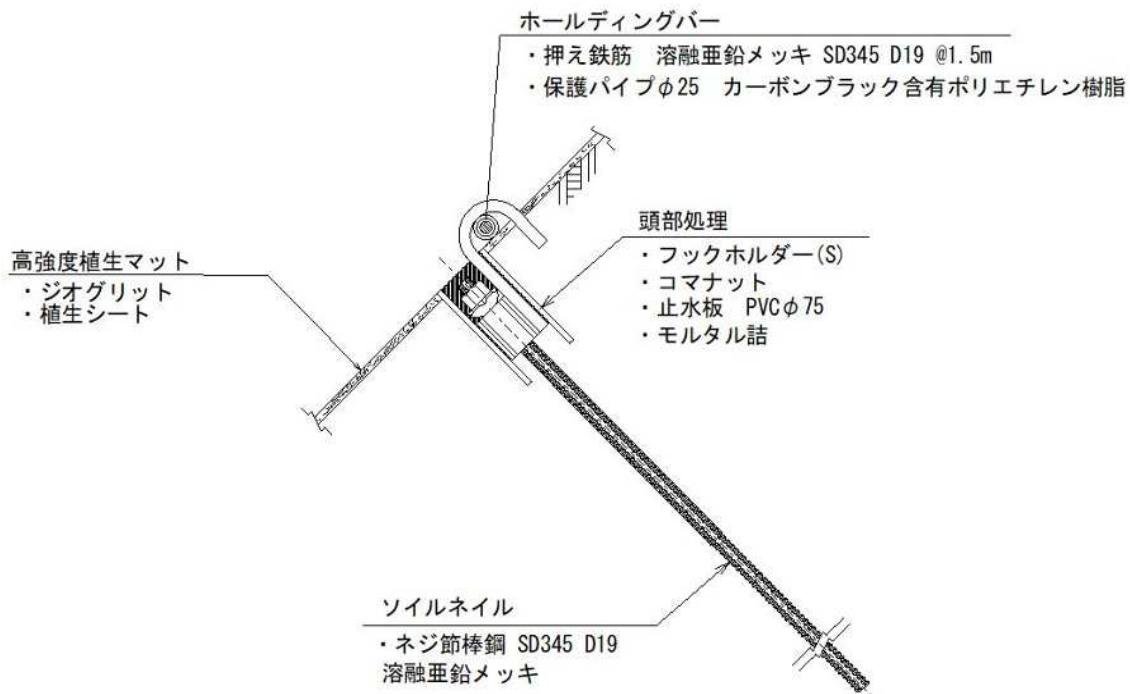


図 2.2 高強度マット法面工の法面保護機能部

## 2.3 地山補強

### 2.3.1 法面の安定度評価・設計

#### ① 補強前の安全率の計算

地山のすべりに対する安定性を評価する。

#### 【解説】

すべり面を想定して補強前の最小安全率を求める。安全率の計算はスライス分割法<sup>5)</sup>によって行う。

$$F_s = \frac{\sum [c' \cdot l + (W \cdot \cos \alpha - u \cdot l) \tan \phi']}{\sum W \sin \alpha} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

ここに、 $F_s$  : 安全率

$c'$  : すべり面土の粘着力（有効粘着力）  $(kN/m^2)$

$l$  : スライス分割片のすべり面長さ  $(m)$

$W$  : スライス分割片の土塊重量  $(kN/m)$

$\alpha$  : 水平面に対するすべり面の角度  $(^\circ)$

$u$  : すべり面上の間隙水圧  $(kN/m^2)$

$\phi'$  : すべり面土の内部摩擦角（有効応力表示）  $(^\circ)$

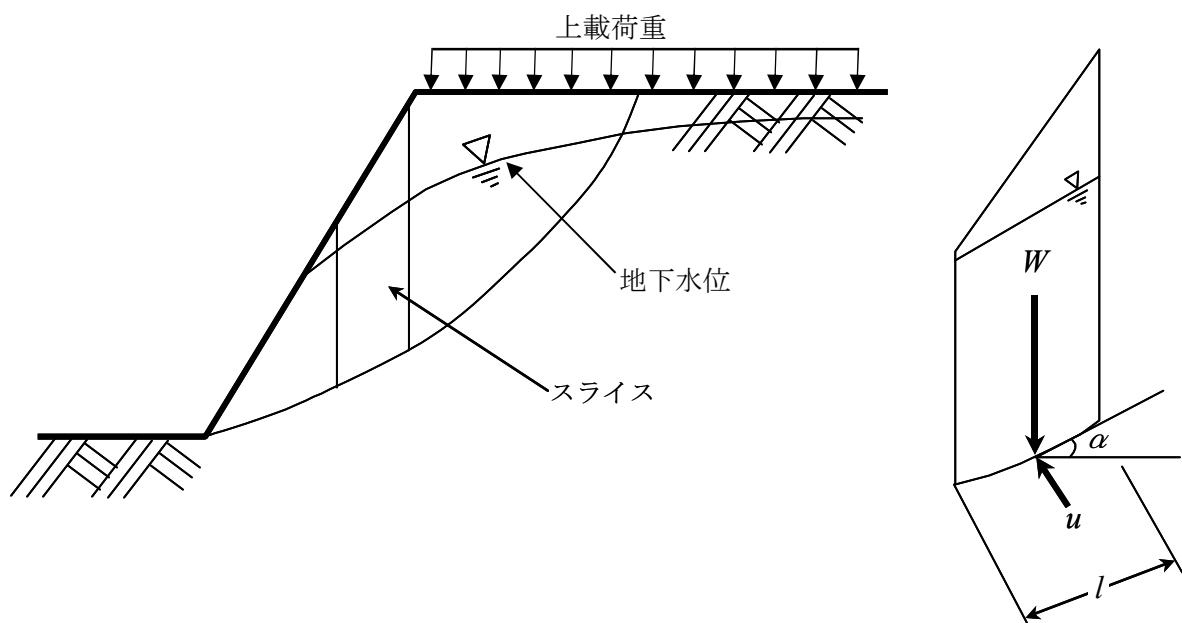


図 2.3 スライス分割法 (補強前)

## ②必要抑止力の計算

補強斜面の計画安全率は、永久と仮設に分けて考え、それぞれ次を基本とする<sup>①)</sup>。

永久\*（長期） :  $F_{sp} \geq 1.20$

仮設\*\*（短期） :  $F_{sp} \geq 1.05, 1.10$

地震時 :  $F_{sp} \geq 1.10$ :

\*永久の計画安全率  $F_{sp} \geq 1.20$  は、本線等の永久法面、埋め戻し後地表に残る永久法面、放置期間が 2 年以上の仮設法面などに適用する。

\*\*仮設の計画安全率は、①掘削開始から最下段の補強材設置前までの施工時の計画安全率を  $F_{sp} \geq 1.05$  とし、②最下段の補強材設置後から埋め戻し前までの放置期間の計画安全率を  $F_{sp} \geq 1.10$  とする。地震時は Level 1 で  $F_{sp} \geq 1.10$  とする。

### 【解説】

ここでは、計画安全率 ( $F_{sp} \geq 1.20$ ) に見合う必要抑止力  $P_R$  を次式より算出する。

$$P_R = F_{sp} \cdot \Sigma (W \cdot \sin \alpha) - \Sigma [c' \cdot l + (W \cdot \cos \alpha - u \cdot l) \tan \phi'] \dots\dots\dots (2)$$

ここに、 $F_{sp}$  : 計画安全率

$P_R$  : 必要抑止力

一般に、最小安全率を与えるすべり面と計画安全率に対して必要な最大抑止力を与えるすべり面とは異なる。そのため、必要抑止力が最大となるすべり面を求め、抑止計画を検討する。

## ③補強材の配置計画

必要抑止力に見合うように補強筋の長さ、配置間隔、打設角度等を決定する。

- a. 補強筋の長さは 2.0~6.0m とし、0.5m きざみで調整する。
- b. 補強材の配置間隔は 1.0~1.5m とする。
- c. 補強材の打設角度は通常に法面勾配に直角とするが、法面勾配が緩い場合や粘性土地盤では水平に近づける。
- d. 補強材径の大きさを適宜決定する。

## ⑤ 補強後の安全率の計算

補強後の法面の安定性を評価する。

### 【解説】

補強後の法面について、内的安定性および外的安定性を式(3)により検討する。内的安定性はすべり面が補強材を横切る場合の検討である。外的安定性は、①すべり面が補強領域の外側にある場合と②補強された領域を擬似擁壁とみなす場合についての検討である。JH 日本道路公団切土補強土工法設計・施工要領では、①の検討に②も包含されているとの考え方から①のみでよいとしており、本マニュアルもこれに準ずる。

$$F_{sp} \leq \frac{\sum [(N-U) \cdot \tan\theta] + \sum (c \cdot l)}{\sum T} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

$N$  : スライスの重力による法線力 (kN/m)

$U$  : スライスに働く間隙水圧 (kN/m)

$\theta$  : すべり面傾斜角 (kN/m)

$C$  : すべり面の粘着力 (kN/m)

$l$  : スライスのすべり面長 (kN/m)

$\sum T$  : 滑動力 (kN/m)

ここに,  $P_r$  = 補強材の抑止力 (kN/m)

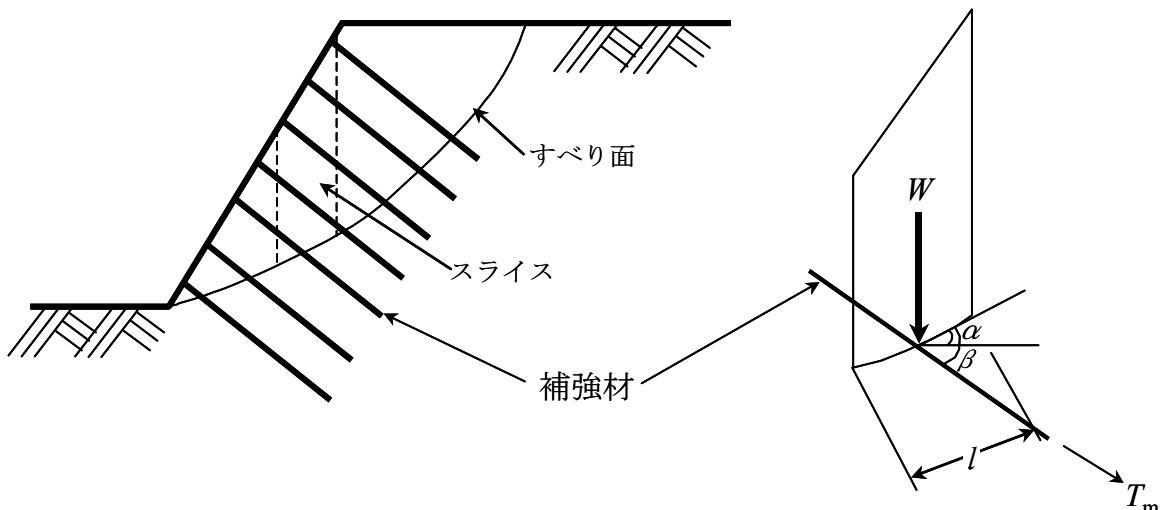


図 2.4 スライス分割法 (補強後)

補強材の抑止力  $P_r$  は次式より得られる。

$$P_r = \sum T_m (\cos \beta + \sin \beta \cdot \tan \phi) \quad \dots \dots \dots \quad (4)$$

ここに、  $T_m$  : 補強材の設計引張り耐力 (kN/m)  
 $\beta$  : すべり面に対する補強材の角度 (°)

なお、極限つり合い状態においても、すべての補強材の引張り力が許容される最大値に達することはないと考え、通常、次のように許容引張り耐力  $T_{pa}$  を低減している。

$$T_d = \lambda \cdot T_{pa} \quad T_m = T_d / Sh \quad \dots \dots \dots \quad (5)$$

ここに、  $\lambda$  : 低減係数 (0.7→本工法の標準値)  
 $T_d$  : 低減された補強材の許容引張り耐力 (kN/本)  
 $T_{pa}$  : 補強材の許容引張り耐力 (kN/本)  
 $Sh$  : 補強材の水平配置間隔 (m)

### [補強材の許容引張り耐力 $T_{pa}$ ]

補強材の引張り耐力  $T_{pa}$  は、補強材が移動土塊から受ける許容引抜き(抜け出し)抵抗力  $T_{1pa}$ 、不動地山から受ける許容引抜き抵抗力  $T_{2pa}$  および鉄筋の許容引張り力  $T_{sa}$  のうち、最小のものを用いる(図4.5)。

$$T_{pa} = \min [T_{1pa}, T_{2pa}, T_{sa}] \quad \dots \dots \dots \quad (6)$$

ここに、  $T_{1pa}$  : 補強材の移動土塊から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)  
 $T_{2pa}$  : 補強材の不動地山から受ける引抜き抵抗力 (kN/本)  
 $T_{sa}$  : 鉄筋の許容引張り耐力 (kN/本)

吹付粧工相当以上の法面工の場合には、 $T_{1pa}$  は検討せずに無視してよいとされており <sup>①, ⑥)</sup>、本工法においても  $T_{1pa}$  を検討しなくてもよいとする。しかし、重要度が高い場合や調査により  $T_{1pa}$  の検討を必要とする場合は、定着の状況や法面工を考慮して適切な方法によりを評価し、 $T_{pa}$  を算出しなくてはならない。

$T_{1pa}$  の評価法については明確な基準はないが、次式を参考にできる。

$$T_{1pa} = 1/(1-\mu) \cdot L_1 \cdot t_a \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

ここに、  
 $\mu$  : 法面工低減係数  
 $L_1$  : 移動土塊の有効定着長 (m)

$T_{2pa}$  は、次のように与えられる。

$$T_{2pa} = L_2 \cdot t_a \quad \dots \dots \dots \quad (8)$$

$$\begin{aligned} t_a &= \min [t_{pa}] \\ t_{pa} &= (\tau_p \cdot \pi \cdot D) / F_{sa} \\ t_{ca} &= \tau_c \cdot \pi \cdot d \end{aligned}$$

ここに、  
 $L_2$  : 不動地山の有効定着長 (m)  
 $t_a$  : 許容付着力 (kN/m)  
 $t_{pa}$  : 地山と補強材の許容付着力 (kN/m)  
 $\tau_p$  : 地山と補強材の周面摩擦抵抗 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $D$  : 補強財の直径 (m)  
 $F_{sa}$  : 周辺摩擦抵抗の安全率\*  
 $\tau_c$  : 鉄筋と注入材の許容付着応力 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $d$  : 鉄筋の直径 (m)

\* $F_{sa}$  は永久と仮設に分けて考えそれぞれ次を基本とする。

$$\begin{aligned} \text{永久 (長期)} &: F_{sa} = 2.0 \\ \text{仮設 (短期)} &: F_{sa} = 1.5 \end{aligned}$$

$T_{sa}$  は、次式で与えられる。

$$T_{sa} = \sigma_{sa} \cdot A_s \quad \dots \dots \dots \quad (9)$$

ここに、  
 $\sigma_{sa}$  : 鉄筋の許容引張り応力度 (kN/m<sup>2</sup>)  
 $A_s$  : 鉄筋の断面積 (m<sup>2</sup>)

「③補強材の配置計画」で設定した補強材配置で所定の計画安全率を満足しない場合は適宜補強材配置を変更し、計画安全率を満足するようにしなければならない。この時、計画安全率を下回った要因を明確にして配置計画を見直す。

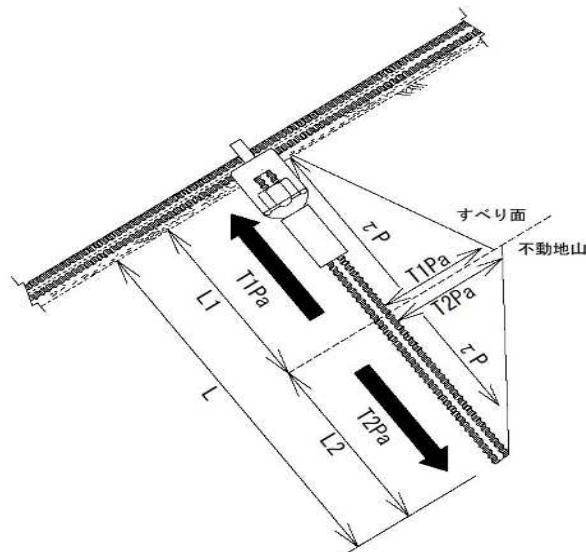


図 2.5 補強材の引張り耐力 TPa

表 2.1 法面工低減係数  $\mu$  の目安 <sup>①</sup>

法面工	法面工低減係数 $\mu$	備 考
植生工法面	0	補強材頭部が固定されていない場合
コンクリート吹き付け工	0.2-0.6	頭部プレート等で頭部が結合されている場合
法枠工	0.7-1.0	頭部が十分に結合されている場合
擁壁類	1.0	連続した板タイプ法面工
高強度マット	1.0	中抜けを防止した法面工

表 2.2 地山と補強材の周面摩擦抵抗  $\tau_p$  推定値 <sup>①</sup>

地盤の種類		周面摩擦抵抗 $\tau_p$ N/mm <sup>2</sup>	
岩盤	軟岩	0.80	
	風化岩	0.48	
砂礫	N値	10	0.08
		20	0.14
		30	0.20
		40	0.28
		50	0.36
	10	0.08	
砂	N値	20	0.14
		30	0.18
		40	0.23
		50	0.24
	粘性土		0.8 × c c は粘着力

## 2.4 耐震安定計算法

耐震設計の基本的な考え方は、対象となる構造物の設計を規定する「道路土工一のり面・斜面安定工指針<sup>7)</sup>」や「道路土工一擁壁工指針<sup>8)</sup>」などの基準類に従うものとし、構造物の重要度および復旧の難易度を考慮し、必要に応じて地震時の安定検討を行う。

### (1) 設計引張り耐力の算定

無補強法面の安定性が満足されない場合は、補強材の引張り耐力の分布特性を仮定して、安全率が地震時の許容安全率を満足するのに必要な補強材引張り耐力の合計  $\Sigma T_{req}$  の最大値  $\Sigma T_{req}(\max)$  を算定する。実際の補強材引張り耐力の分布は、補強領域の土と補強材の複合体がどのように変形して釣り合うかに帰するが、このことに関する明瞭な実験結果は未だ少ない。

円弧すべり安全率式は、常時のものを震度法により拡張した以下の式が用いられる。

$$F_s \leq \frac{\sum \{ (N-U-Ne) \cdot \tan \theta \} + \sum (c \cdot 1)}{\sum (T+Te)} \quad \dots \dots \dots \quad (3)$$

N	: スライスの重力による法線力	(kN/m)
U	: スライスに働く間隙水圧	(kN/m)
Ne	: 鉛直分力慣性力	(kN/m)
$\theta$	: すべり面傾斜角	(kN/m)
C	: すべり面の粘着力	(kN/m)
l	: スライスのすべり面長	(kN/m)
T	: スライスの重力による接線力	(kN/m)
Te	: 接線分力慣性力	(kN/m)

### (2) 設計地震力の設定

耐震設計を行う場合において設計に用いる地震力は、当該構造物の設計法を規定する「道路土工一のり面・斜面安定工指針」や「道路土工一擁壁工指針」などの基準類に従って設定する。

### (3) 設計に用いる安全率

本指針における安全率は他のマニュアル<sup>9)</sup>の例、道路土工指針の例等を参考にした。

図 2.4 円弧すべり面を用いた地震安定計

【 地山補強・法面保護 】

## フィット筋工法

施工要領

# 【Ⅱ】編 施 工

## 目 次

### 1. 総 則

1.1 適用の範囲	14
1.2 工法の概要	15

### 2. 施工方法

2.1 法面整形	17
2.2 高強度植生マット設置工	
2.3 ベルトフレーム設置	
2.4 ホールディングバーの設置	
2.5 ソイルネイルの挿入	
2.6 フックホルダー設置	
2.7 頭部処理	

### 3. 試験工

3.1 基本試験（引抜き試験）	33
-----------------	----

### 4. 施工管理

# 1. 総 則

## 1.1 適用の範囲

この施工要領は、フィット筋工法（以下「本工法」という）を用いて各種地山補強およびのり面保護工を行う場合の施工に関する一般事項を示すものである。

### 【解説】

本要領は、本工法を実施する際の施工に必要な基本的な事項を示したものである。本工法は地山自身の持つ強度を利用した工法であることから、地山条件に大きく影響を受けやすい。このため、本要領が意図するところを的確に把握し、地形・地盤特性などの現地状況を十分に考慮のうえ、合理的で経済的且つ安全な施工ができるよう努めることが重要である。また、関係するところの示方書・基準・法規などにも注意を払い、実施することが必要である。

本要領とあわせて、下記の要領等も参照されたい。

切土補強土工設計・施工指針（平成19）

{ 東日本高速道路(株)  
中日本高速道路(株)  
西日本高速道路(株)

切土補強土工設計・施工指針（平成14）

日本道路公団

切土補強土工法設計・施工要領（平成10）

日本道路公団

土質地質調査要領

〃

設計要領第一集

〃

長大切土のり面の縮小化工法に関する手引き

〃

道路土工一のり面・斜面安定工指針

日本道路協会

補強土留め壁設計・施工の手引き

日本鉄道建設公団

## 1.2 工法の概要

本工法は、「切土補強土工法」同様に鉄筋やロックボルトなどの比較的短い棒状の補強材を地山に多数挿入することにより、地山と補強材との相互作用によって斜面全体の安定性を高める工法である。

### 【解説】

本工法は、法面保護と地山補強を目的とした工法である。

本工法の効果を以下に整理する。

#### ① 表面保護効果

- ・全面フィルターシートで覆い雨水による浸食を防ぐ。
- ・全面緑化が容易。

#### ② 表面補強効果

- ・植生とジオグリットが絡み合い高強度の疑似表土が形成される。
- ・硬性の縦枠と帶状の横枠で地山表面を抑える。

#### ③ 地山補強効果

- ・鉄筋を地山に多数挿入することによる擁壁効果および締め付け・引き止め効果による地山補強
- ・連結材によって斜面全体が補強材と一体化され、補強材の引張り補強効果を増加させ、斜面全体の安定性が向上。

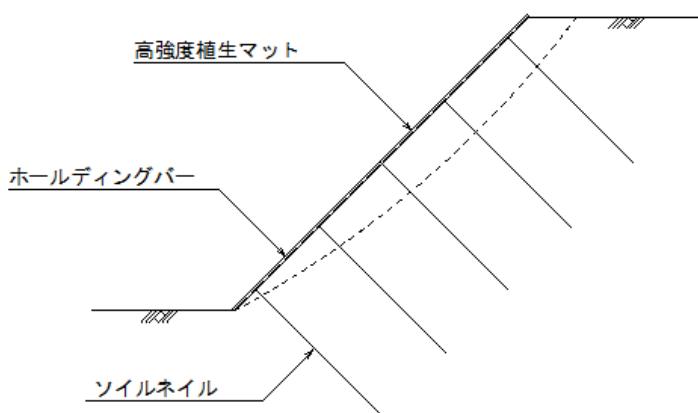


図 1.2 フィット筋工法の基本構造

本工法の特徴は以下の通りである。

1. 高強度植生マット（ジオグリット+種子配合フィルターシート）

- ・崩壊した斜面、又は切土整形したのり面などの裸地面は全面被覆され、浸食防止と全面緑化が容易になる。

2. ベルトフレーム（ジオグリット帯状横枠）

- ・法枠工の横枠の機能を有する。
- ・高強度植生マットを地盤に密着させガリ浸食を遮断する。

3. ホールディングバー（鉄筋 D19+ポリエチレンパイプ<sup>®</sup>）

- ・凹凸の地盤でも曲げ加工を施し、高強度植生マットとベルトフレームを押え付け表土の盤膨れを抑える。

4. ソイルネイル（直打ち鉄筋挿入）

- ・従来工法の穿孔とグラウト充填が省かれ、直に地山に挿入する工法で省力化を図り従来工法同様に地山を補強する。

5. フックホルダー（連結材）

- ・地山に挿入されたソイルネイルとホールディングバーが連結固定され地山全体の安定性を向上する。



写真 1

## 2. 施工方法

本工法の施工を円滑、確実に実施するために、下記の手順を定める(標準)。

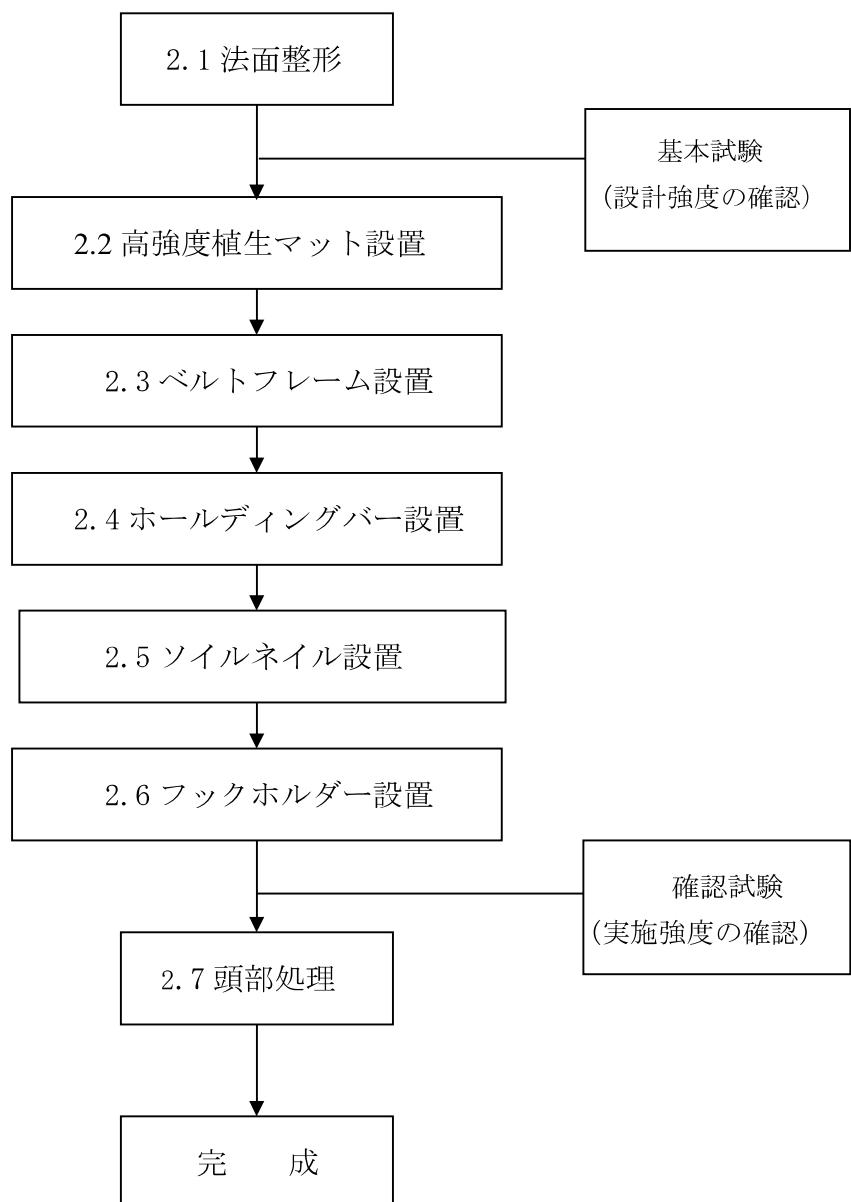


図 4.1 施工フロー図

## 2.1 法面整形

掘削工及び法面整形は、所定の位置、形状、勾配、手順を満足し、かつ安全に留意して行わなければならない。

### 【解説】

- (1) 一般的に法面勾配は、調査結果および用地条件等を総合的に判断して計画法勾配を決定し、法面整形を行う。
- (2) 本工法は、部材が凹凸面に対応可能であることを踏まえ、表面崩壊後の法面等では復旧の為の盛土工を行わず崩壊面の軽微な整形で済ませ、機械搬入が困難な場所では人力施工を行う。
- (3) 掘削前の地下水位より大幅に深く切り下げる場合、地下水のバランスを崩し崩壊の原因となることがあるので、地下水排水工を施工しながら何段階かに分けて切り下げて行くことが望ましい。
- (4) 掘削時には、事前の調査から想定できない地層の存在や変化が生じることもありこのときには、設計にフィードバックすることも必要である。また、掘削面や地山の変状に留意し、変状があれば補強材の打ち増しや押え盛土等の対策工を行うとともに設計の再検討を行う。



写真 2

## 2.2 高強度植生マット設置工

法面整形後は、小崩壊防止、浸食防止、赤土流出防止を考慮し、早い時期に高強度植生マットを敷設することが望ましい。

### 【解説】

- (1) 従来の法面工では、切土面の保護は工程の比較的遅い時期に行われることが多い、そのため施工期間中は仮設的な対策が必要である。本工法は法面整形直後に高強度植生マットを敷設する事ができ、早い時期に切土面の保護を行う。
- (2) 高強度植生マット（厚さ=1cm、幅=90cm）は、法面上部から縦方向に敷設する。マットに混入した種子を散逸しないよう留意し、押えピン（ $\phi 9\text{mm}$ , L=20cm）で約1.5m間隔に止めて敷設する。
- (3) 縦方向の継ぎ手方法は、Cリングジョイント方式で行い継目での製品強度を保持する。横方向は重ね継ぎ手とする。



写真 3

## 【資材の詳細】

緑化工法用マットに合成樹脂製の網目状補強材“ジオグリッド”が組み合わされ高い引張り強度が備わった植生マット。

### 製品の仕様

名称 法面保護用植生マット「高強度植生マット」

1. 補強網 盛土・地盤補強用ジオグリット  
「テンサー」SSタイプ

材質：ポリプロピレン

形状：幅 93cm, ロール長 25m, 厚さ（結節点）2.8mm

性能：品質基準強度（kN/m） 縦 12.0, 横 20.0

耐用年数：促進暴露試験結果で推定 50 年以上

2. 養生マット 合成繊維使用緑化工法用マット  
多機能フィルター MF-45R-0

① 不織布（フィルター層）

材質：ポリエステルランダムウェブ 45 g/m<sup>2</sup>

② 肥料

科学肥料（緩効性肥料） 100 g/m<sup>2</sup>

③ 種子

クリーピングレッドフェスク	2.64 g/m <sup>2</sup>
---------------	-----------------------

ケンタッキーブルーグラス	0.31
--------------	------

バミューダグラス	0.96
----------	------

メドハギ	1.43
------	------

ヤマハギ	2.11
------	------

コマツナギ	0.45
-------	------

## 2.3 ベルトフレーム設置

ベルトフレームは水平方向に設置する事が望ましい。  
高強度植生マットを押さえ、地盤に密着させる。

### 【解説】

- (1) ベルトフレームで高強度植生マットを押さえ地盤との接着強度を高め、植生マットの背面を流れる雨水を遮断し表面に移行する。複数段設置する事で、土粒子の移動がその都度分散され、土壤流出を抑制します。



写真 4

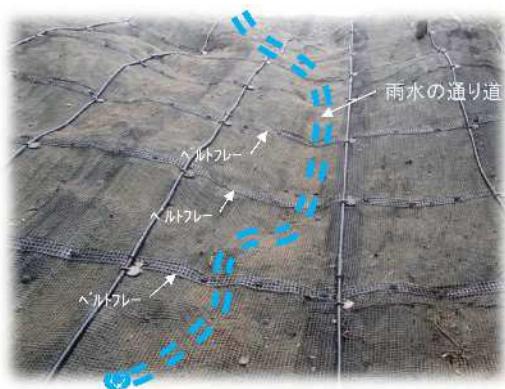


写真 5

- (2) 高強度植生マット補強材として横筋のベルトフレームを複数段設置し高強度植生マットの引張りに対しての伸びや横方向の重ね継ぎ手の開きを抑制する。



写真 6



写真 7

### 製品の仕様

植生マット補強材（帯状ジオグリット）

素材「テンサー」SSタイプ

材質：ポリプロピレン

形状：幅 16cm, ロール長 25m, 厚さ（結節点）2.8mm

性能：品質基準強度（kN/m） 縦 12.0, 横 20.0

耐用年数：促進暴露試験結果で推定 50 年以上



写真 8

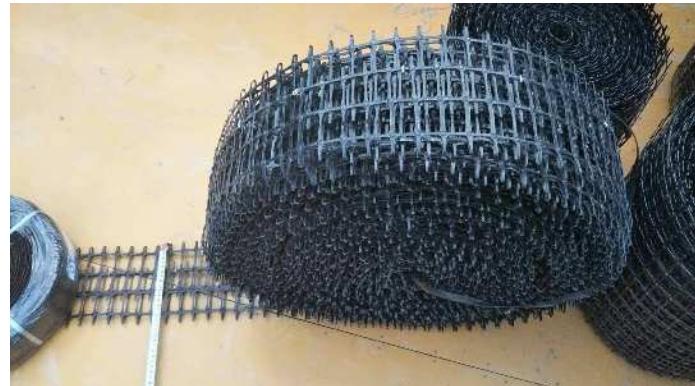


写真 9

## 2.4 ホールディングバーの設置

縦方向に設置した多数の押え鉄筋で高強度植生マットを法面に押さえつける。

### 【解説】

- (1) 法面に凹凸がある場合は、押え鉄筋を凹凸面に合わせて曲げ加工を施し、高強度植生マットを押さえつけ法面に密着させる。
- (2) 押え鉄筋は、ネジ節異形棒鋼を使用することで継手作業を容易にし、専用のカプラーで堅固に連結する。

曲げ加工少ない場合



写真 10

曲げ加工の多い場合

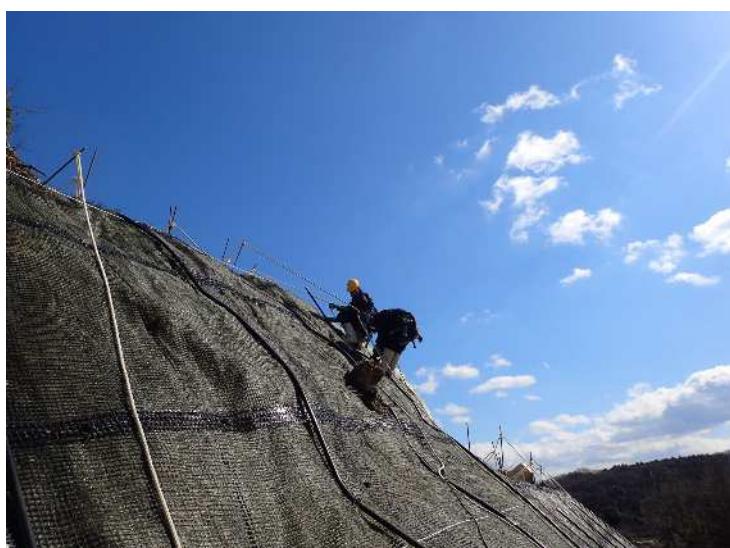


写真 11

## 曲げ加工状況



写真 12

## D19 鉄筋曲機



写真 13



写真 14

## 【資材の詳細】

- (1) 押え鉄筋は長すぎると設置作業が困難になることから最大長さは、 5m 程度としそれ以上は専用のカプラーを使用し継足す。
- (2) JIS 規格の異形鉄筋 (D16～D25 SD345) とする。  
規格、機械的性質は下記「ネジ節異形棒鋼仕様」参照。
- (3) 防錆のため溶融亜鉛メッキ加工を施す。

## 2.5 ソイルネイルの挿入

ソイルネイル（補強材）の挿入は、地山に直に打込み、穿孔作業を必要としない。専用の打込み機械をクレーンで吊り下げ施工する。

### 【解説】

- (1) 軽量のガイドに小型ドリフターを取り付けた鉄筋打込み専用の機械をクレーンで吊り下げ施工する。機械の届かない場所では、人力専用の小型打込み機械を使用する。

### 鉄筋打込み機

重 量	130kg
全 長	6.14m
最大挿入長	5.40m

クレーン吊り下げでの鉄筋打込み作業



写真 15

### 小型鉄筋打込み機

重 量	73kg
全 長	4. 87m
最大挿入長	3. 0m

### ワインチ使用小型鉄筋打ち込み機



写真 16



写真 17

### ワインチ使用 人力移動での鉄筋打込み作業



写真 18

ワインチ使用 人力移動での鉄筋打込み作業



写真 19



写真 20

(2) ソイルネイルは、敷設された高強度植生マットを貫通させ、地盤に打込み頭部が地表面から突出することなく地中に全て挿入する。



写真 21

#### 杭頭合わせ

#### ヤットコ杭使用状況

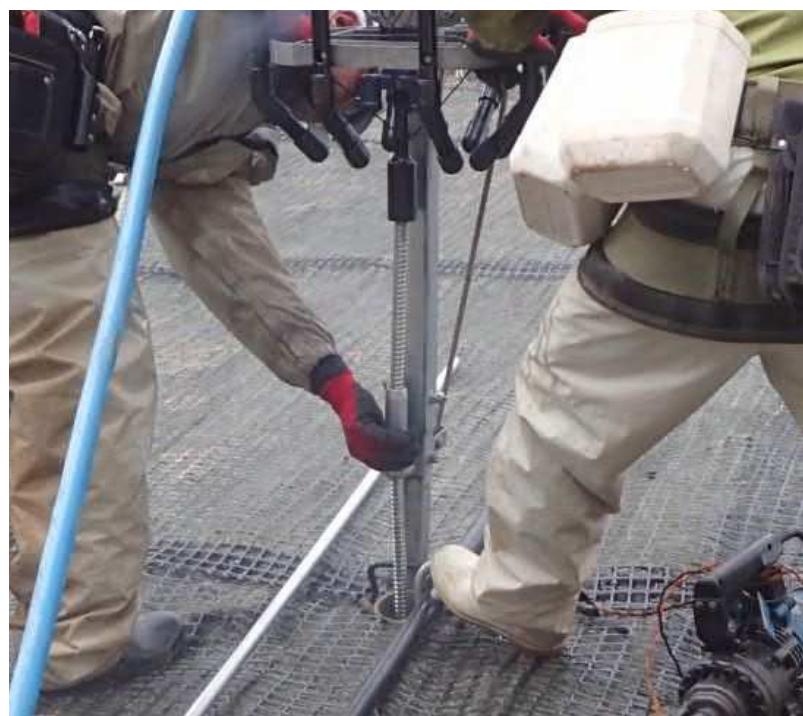


写真 22

### (3) 材料の規格

- (1) 地盤補強に用いるソイルネイル（補強材）は、JIS 規格の異形鉄筋（ネジ筋異形棒鋼、D19～D25 SD345）とする。
- (2) ソイルネイルは防錆のため溶融亜鉛メッキ加工を施す。

#### 【解説】

- (1) 標準は D19、L=2.0m を使用し、最大で径 25mm 長さ 5m まで対応可能。
- (2) ネジ節異形棒鋼の規格は、JIS G 3112 に準拠している。
- (3) 機械的性質は「ネジ節異形棒鋼仕様」参照。

ソイルネイル及び押え鉄筋で使用するネジ節異形棒鋼の重量

#### AS 3 4 5 メッキボルト

呼称径	2 m (kg)	3 m (kg)	4 m (kg)	5 m (kg)
D19	4.5	6.75	9.0	11.25
D22	6.08	9.12	12.16	15.20
D25	7.96	11.94	15.92	19.90

表 2.5.1

#### ネジ節異形棒鋼仕様

##### 規格

ネジ節異形棒鋼 JIS G 3112

材質 SD345

機械的性質 降伏点 345N/mm<sup>2</sup>～440N/mm<sup>2</sup> 引張強さ 490N/mm<sup>2</sup> 以上

#### 製品名称 AS 3 4 5 メッキボルト

呼称	単位質量 (kg/m)	公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	引張荷重 (kN)	降伏荷重 (kN)
D19	2.25	286.5	140 以上	98 以上
D22	3.04	387.1	189 以上	133 以上
D25	3.98	506.7	248 以上	174 以上

表 2.5.2

## 2.6 フックホルダー設置

地中に挿入されたソイルネイルと高強度植生マットを押えた鉄筋を連結するため連結材（フックホルダー）を設置する。

### 【解説】

- (1) 地中に挿入されたソイルネイルの頭部をフックホルダーのパイプに通し、フックの部分で押え鉄筋を押える。
- (2) ソイルネイル頭部にナットを取り付け、インパクトドリルなどを使用しナットを締め付け、フックホルダーを介して押え鉄筋を地面に押さえ込む。
- (3) ナットの逸脱防止に、モルタルを詰めた塩ビ製のキャップで保護する。

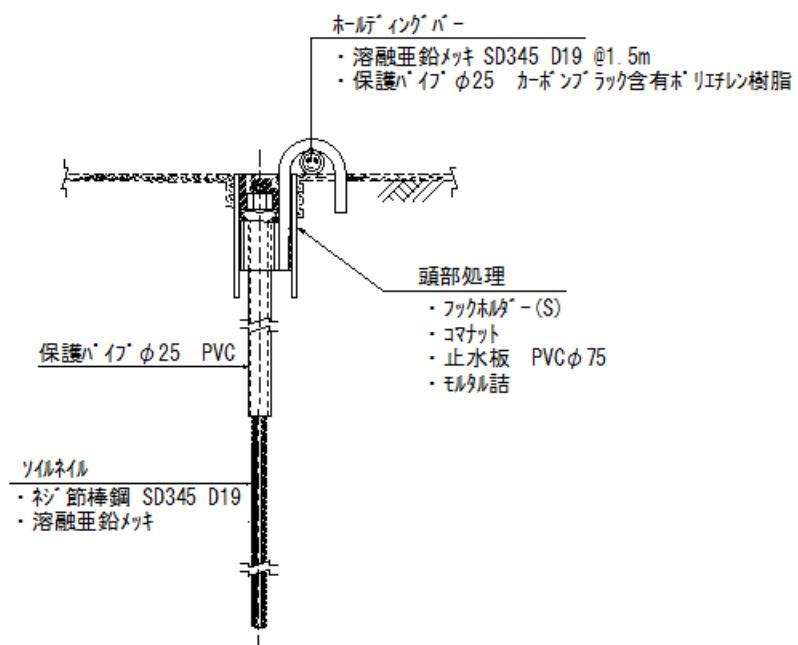


図 2.6

## 2.7 頭部処理

### 鉄筋連結材及び頭部保護材

- (1) ソイルネイルと押え鉄筋の連結にフックホルダーを使用する。
- (2) ソイルネイル頭部及びフックホルダー固定具は、逸脱防止の為モルタルで固めて保護する。

#### 【解説】

- (1) フックホルダーは、丸鋼(SS400 D16)長さ 30cm 程度をU字に曲げ、鋼管(SGP25)内径 27.6mm, t=3.2mm 長さ 7cm を溶接し溶融亜鉛メッキ加工を施した部材。
- (2) 固定具の六角ナットは、専用のASメッキコマナットを使用する。
- (3) 保護モルタルは、セメント1:砂2程度の配合で水を少なく硬めに練り合わせる。
- (4) モルタル詰の型枠材として最も経済的な塩化ビニル製のTSキャップ(40mm)を使用する。

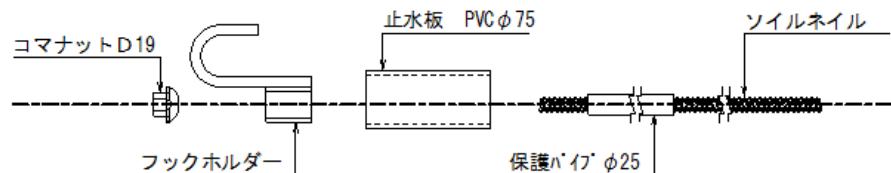


図 2.7 杭頭部の部材

止水板 PVC  $\phi$  75 (外径 89 mm)



写真 23



写真 24

保護パイプ PVC  $\phi$  25 (外径 32 mm)



写真 25



写真 26

フックホルダー175



写真 27

六角ナット D19 h 40



写真 28

### 3. 試験工

#### 3.1 基本試験（引抜き試験）

基本試験とは、地盤の極限引抜き力や設計に使用した諸定数の妥当性を確認する目的で実施される極限状態までの試験である。試験時期は、調査計画段階や実施工の早い時期に行われることが望ましい。

##### 【解説】

基本試験は、地盤の極限引抜き力を調べる目的で実施され、その実施時期として調査段階において本工法が計画され、その設計定数を決定する目的で行われる場合と、実施工に先立って、設計に使用した諸定数が妥当であったかどうかを確認する目的で実施される場合の2種類がある。

引抜き試験は、その目的から、調査段階において実施されることが最も望ましいが、一般的に地盤の極限引抜き力は、地盤に対応した推定値や近くで使われた実績値等が用いられることが多い。したがって、その実績値の安全性や妥当性についての確認のためにも、実施工段階で、設計変更が可能な早い時期に引抜き試験が実施されることが望ましい。

引抜き試験の基本的方法としては、設計上で考えている定着地盤すなわち引抜き抵抗を期待している地盤に、規定長さで定着された補強材を、引抜けるまで載荷することを標準とする。

##### （1）試験本数

試験本数は設計上の土質毎に3本を標準とする。

##### （2）定着長

引抜き試験用の補強材の定着長を1m程度とする。これは、本工法がグランドアンカーコー工とは異なり、単に引抜き抵抗のみを求める目的で実施されるものであり、補強材の定着長さも短いためである。

##### （3）最大試験荷重

最大試験荷重は、使用する鋼材の降伏点の90%以下とする。

##### （4）載荷サイクル

地盤のクリープ特性等の極限引抜き抵抗以外の項目を必要としないことから、単サイクルで最大試験荷重まで載荷することとした。

### (5) 載荷方法

ジャッキの精度等を考慮して、原点荷重を 5.0kN とし各段階の増加荷重のきざみを 5kN とする。また各段階での荷重保持時間は 5 分とし、載荷速度については 5.0kN/min とする。

### (6) 反力装置

反力装置としては、最大試験荷重載荷時においても壊れず、法面工や地盤に有害な影響を与えないもので、鋼材等を組み立てた反力装置を使用する。

### (7) 計測項目

計測は、最低次に示す項目について行う。

- ・ 載荷荷重
- ・ 試験時間
- ・ 補強材変位

引張り確認試験模式図

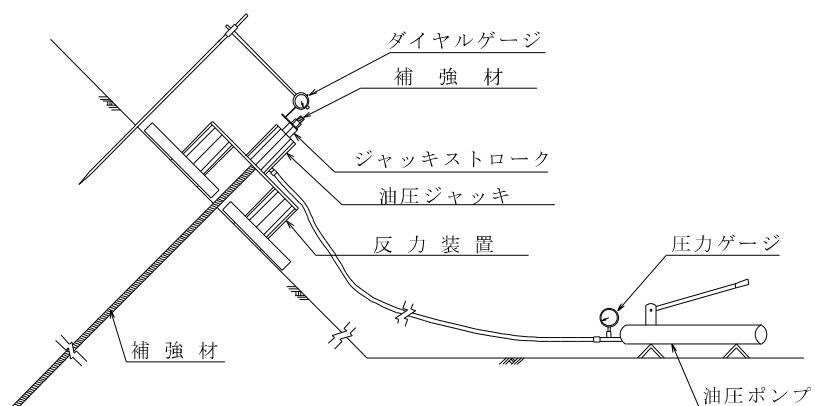


図 3.1

## 4. 施工管理

施工にあたっては、管理項目を決めそれにしておいて設計図書どおりの品質を確保するように勤める。

### 施工管理項目

		項目	方 法	頻 度	基 準 値
材 料	補 強 材 押え鉄筋 連結材	外観検査	目視	材料入荷時	欠陥がないこと
		寸法検査	測定	材料入荷時	寸法誤差が JIS の規定に合致していること
	品質検査	製造工場の規格 証明書と材料の ミルシート		材料入荷時	JIS の規定による
		溶融亜鉛メッキ の付着量	工場の結果報告書	材料入荷時	JIS の規定による
施 工	鉄筋挿入	位置・間隔	検尺	全個所	間隔長の 10%以内
		角度	スラントルール	全個所	$\pm 2.5^\circ$ 以内
		挿入長	補強材長の測定	全個所	0～+100mm
試 験	設計強度	引抜き試験	設計対象地盤での 引張試験	土質毎 3 本	極限の確認ができる
	実施強度	引張確認試験	設計荷重での引張 試験	全数の 3%か 最低 3 本	設計荷重

表 4