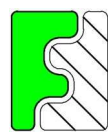


【 地山補強・法面保護 】

# フィット筋工法

施工要領



フィット筋工法研究会

# 目 次

## 1. 総 則

- 1.1 適用の範囲 ————— 1
- 1.2 工法の概要 ————— 2

## 2. 施工方法

- 2.1 法面整形 ————— 5
- 2.2 高強度植生マット設置工 ————— 6
- 2.3 ベルトフレーム設置 ————— 8
- 2.4 ホールディングバーの設置 ————— 10
- 2.5 ソイルネイルの挿入 ————— 12
- 2.6 フックホルダー設置 ————— 17
- 2.7 頭部処理 ————— 18

## 3. 試験工

- 3.1 基本試験（引抜き試験） ————— 20

## 4. 施工管理

————— 22

# 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に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)
切土補強土工設計・施工指針（平成 14）		中日本高速道路(株)
切土補強土工法設計・施工要領（平成 10）		西日本高速道路(株)
土質地質調査要領		日本道路公団
設計要領第一集		日本道路公団
長大切土のり面の縮小化工法に関する手引き		〃
道路土工のり面・斜面安定工指針		〃
補強土留め壁設計・施工の手引き		〃
		日本道路協会
		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

- ・植生とジオグリッドが絡み合い高強度の疑似表土が形成される。
- ・硬性の縦枠と帯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。

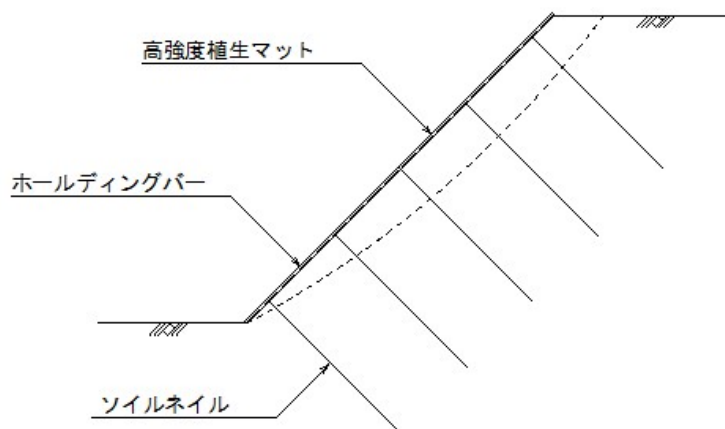


図-1 フィット筋工法の基本構造

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）
  - ・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押える。
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 フィット筋工法部材名称

## 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)。

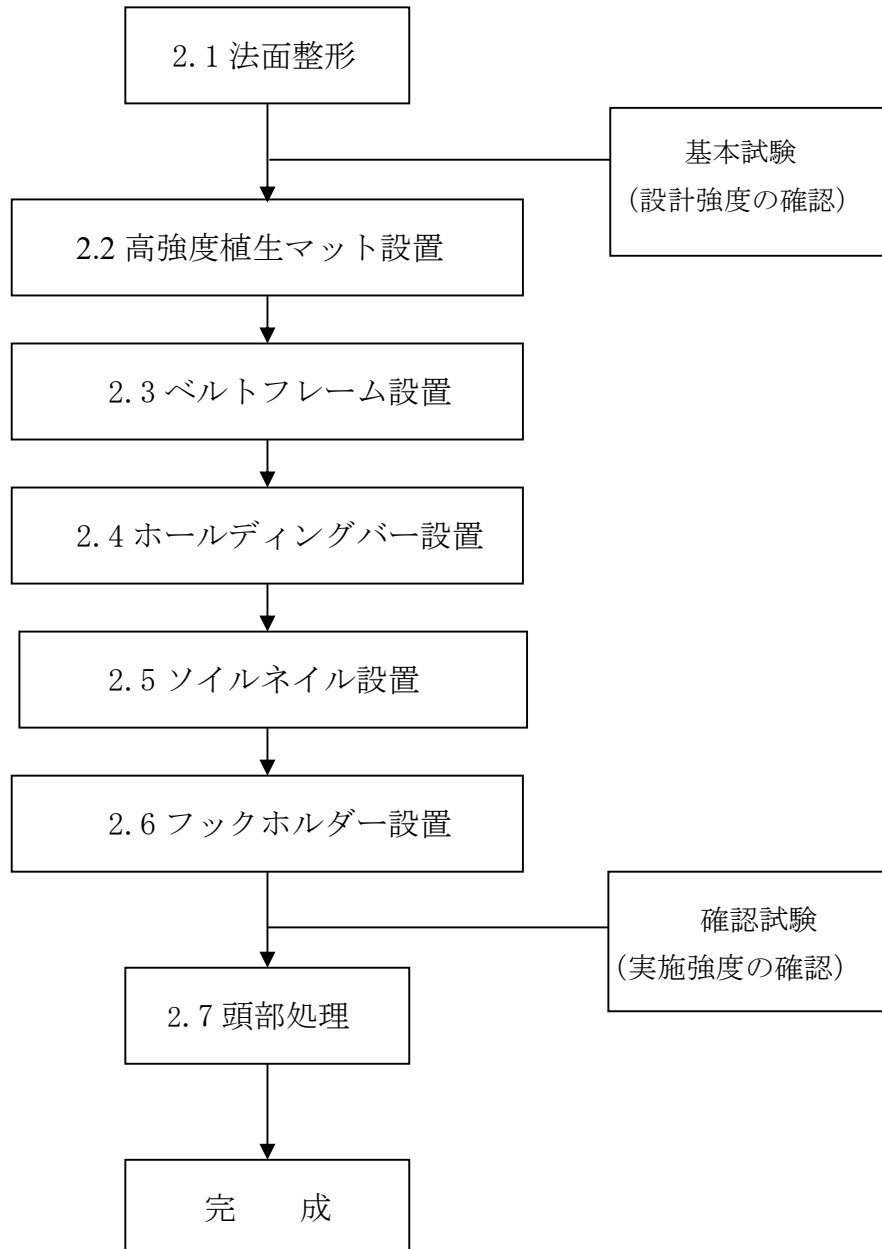


図-2 施工フロー図

## 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 法面整形

## 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く、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（φ9mm, 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リンガー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。

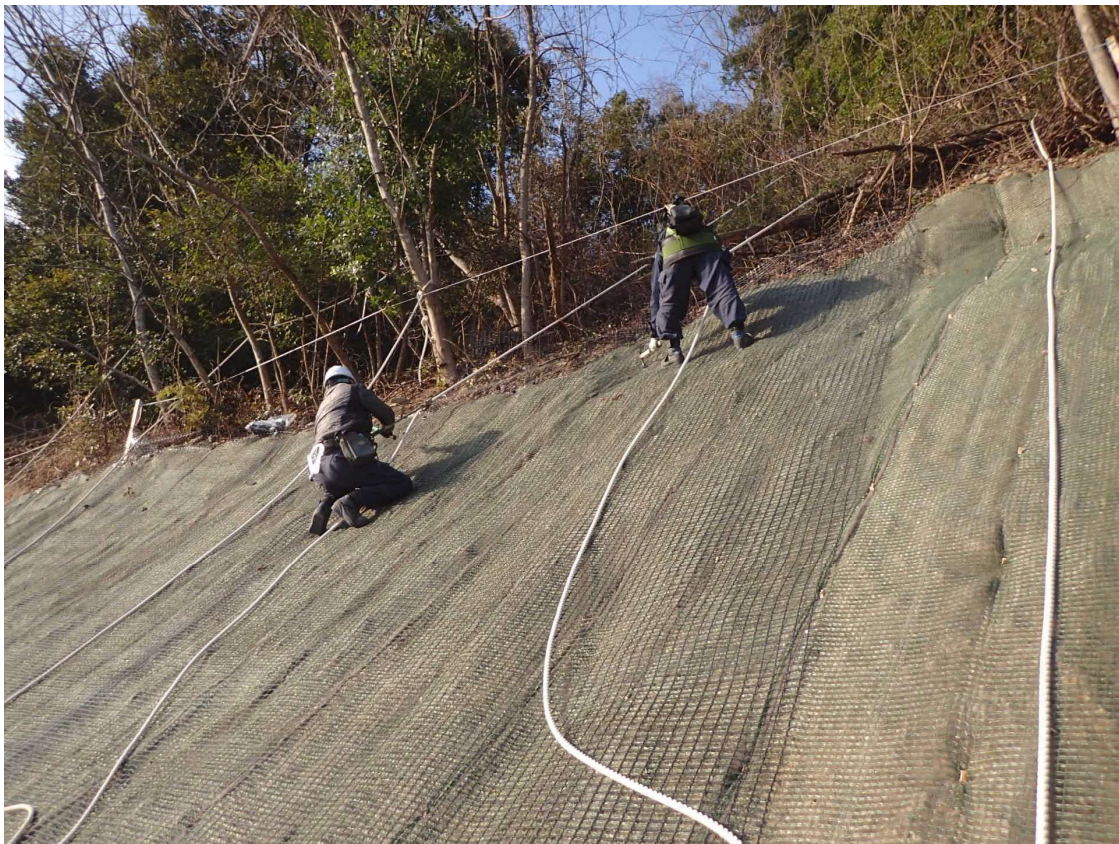


写真-3 高強度植生マット敷設状況



## 【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ド  
「 FT-1 」 S S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、土壌流出を抑制します。

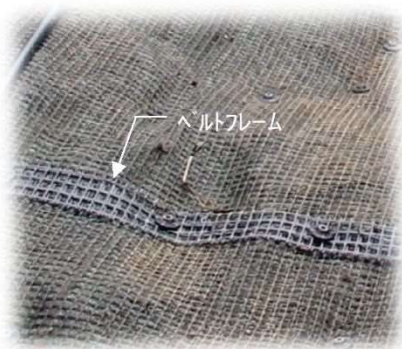


写真-4 ベルトフレーム

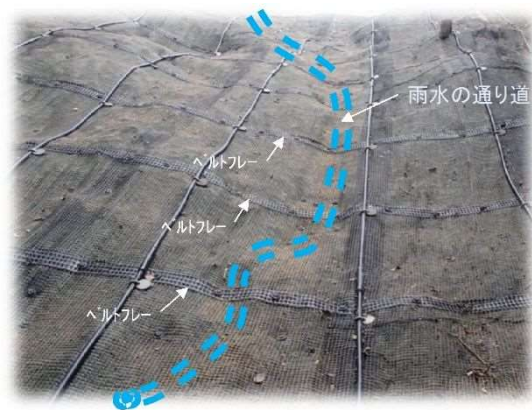


写真-5 土壌流出抑制原理

- (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 ベルトフレーム設置状況



写真-7 ベルトフレーム設置状況

## 製品の仕様

### 植生マット補強材（帯状ジオグリット）

素材「 FT-1 」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 ベルトフレーム幅

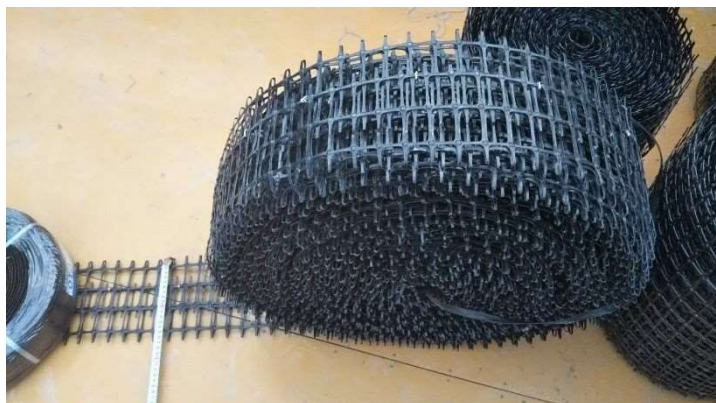


写真-9 ベルトフレームロール状態

## 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え付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、専用のカップラーで堅固に連結する。



写真-10 ホールディングバー設置状況(曲げ加工少ない場合)

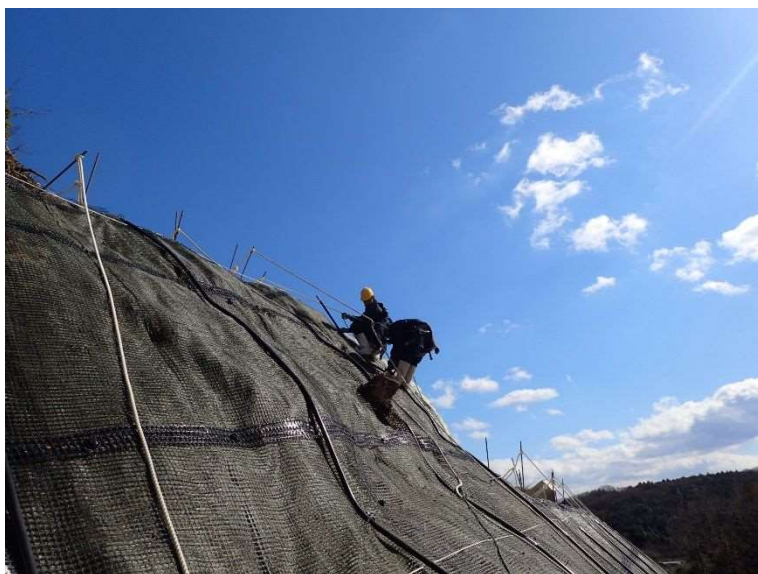


写真-11 ホールディングバー設置状況(曲げ加工の多い場合)



写真-12 ホールディングバー曲げ加工状況



写真-13 D19 鉄筋曲機  
況



写真-14 D19 鉄筋曲機による曲げ状  
況

#### 【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ッ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



写真-15 クレーン吊り下げでの鉄筋打込み作業

### 小型鉄筋打込み機

重 量	73kg
全 長	4.87m
最大挿入長	3.0m



写真-16



写真-17

ウインチ使用小型鉄筋打ち込み機



写真-18 ウインチ使用 人力移動での鉄筋打込み作業状況



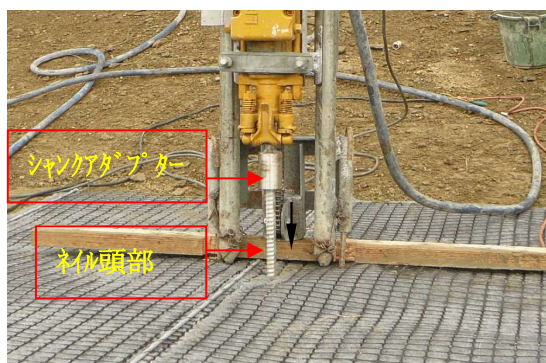
写真-19 ウインチ使用 人力移動での鉄筋打込み作業状況



写真-20 ウインチ使用 人力移動での鉄筋打込み作業状況



(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。



シャクアダプターを地面まで打込み  
ネイル頭部を地表面より 3cm 程度  
下げるまで地中に挿入する。

写真-21 ソイルネイル打込み状況

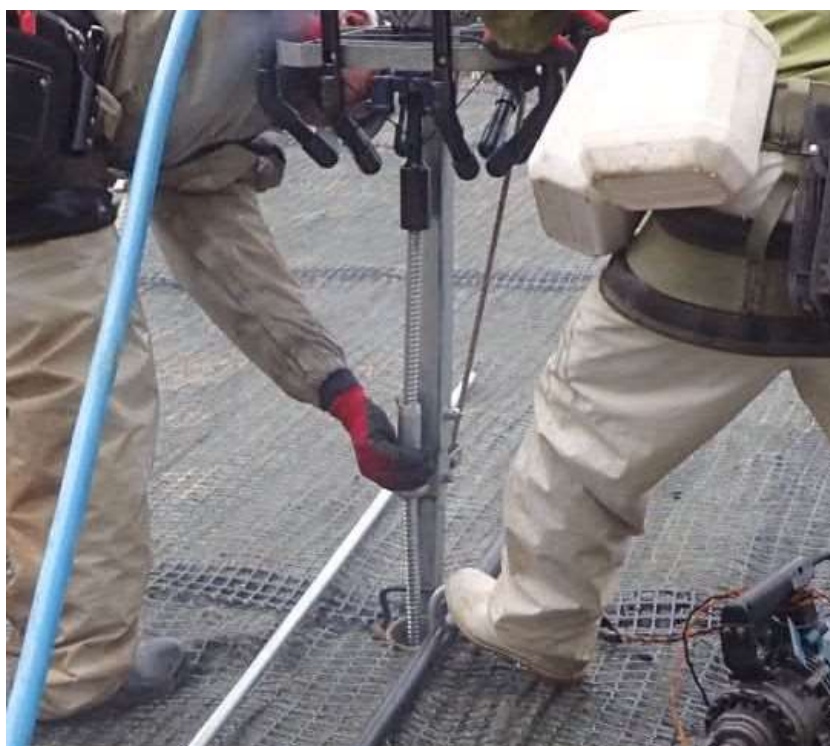


写真-22 杭頭合わせ ヤットコ杭使用状況

### (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) ネジ筋異形棒鋼の規格は、JIS G 3112 に準拠している。
- (3) 機械的性質は「ネジ筋異形棒鋼仕様」参照。

#### AS 3 4 5 メッキボルト

呼称径	ボルト長			
	2m(kg)	3m(kg)	4m(kg)	5m(kg)
D19	4.50	6.75	9.00	11.25
D22	6.08	9.12	12.16	15.20
D25	7.96	11.94	15.92	19.90

表-1 ソイルネイル及び押え鉄筋で使用するネジ筋異形棒鋼の重量

#### 規格

ネジ筋異形棒鋼 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

呼称径	単位重量 (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 ネジ筋異形棒鋼仕様

## 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。

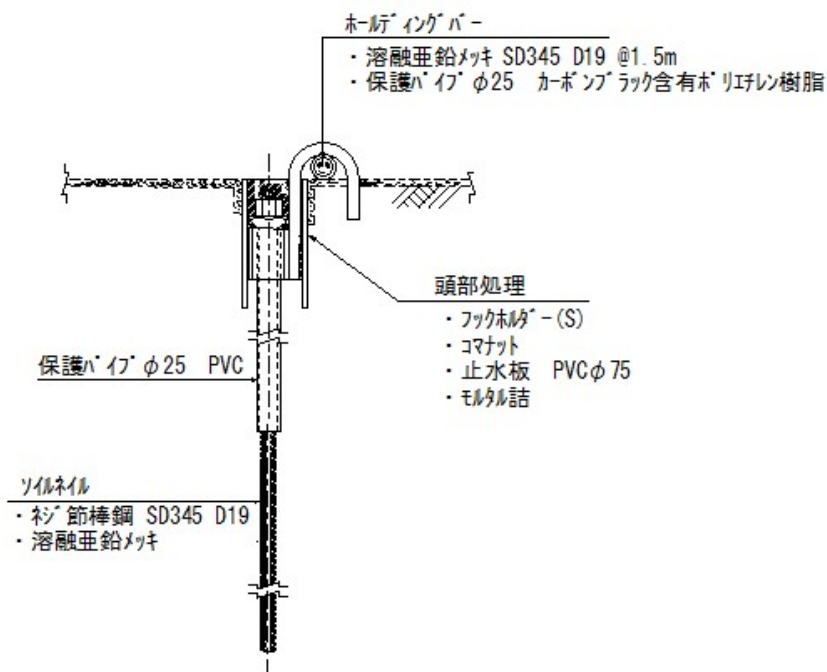


図-3 フックホルダー部詳細

## 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。

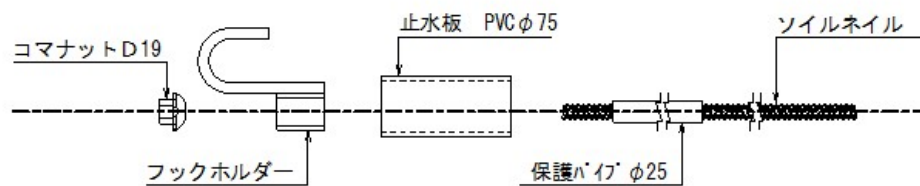


図-4 杭頭部の部材



写真-23



写真-24

止水板 PVC  $\phi$  75 (外径 89 mm)



写真-25



写真-26

保護パイプ PVC  $\phi$  25 (外径 32 mm)



写真-27 フックホルダー-175



写真-28 六角ナット D19 h 40

## 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な方法としては、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、本工法がグラウンドアンカー工とは異なり、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

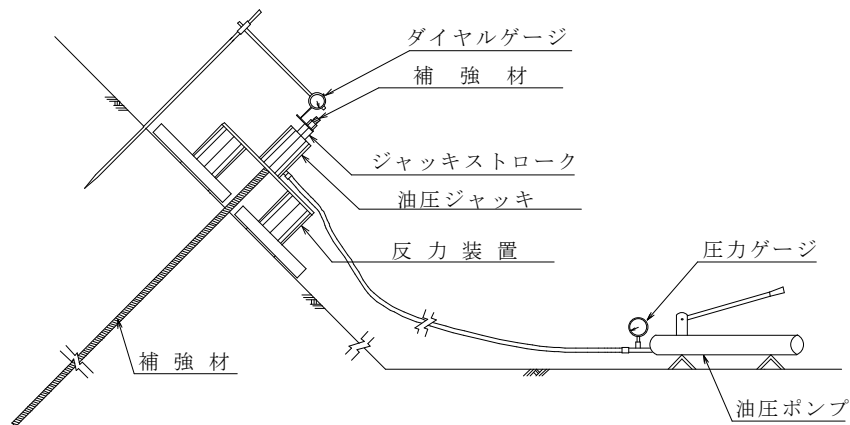


図-5 引張り確認試験模式図

## 4. 施工管理

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

		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 寸法検査	目視 測定	材料入荷時 材料入荷時	欠陥がないこと 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 角度 挿入長	検尺 スラントルール 補強材長の測定	全箇所 全箇所 全箇所	間隔長の10%以内 ±2.5° 以内 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

※設計時に設定した周辺摩擦係数  $\tau_p$  と確認試験結果の  $\tau_p$  の対比記録を整理すること。

表-3 施工管理項目



 **フィット筋工法技術研究**  
(事務局)

〒901-1113 沖縄県南風原町字喜屋武 345 番地

TEL (098) 894-7420 / FAX (098) 894-7423