

法面緑化工の検討書

事業名：

工事場所：松川町

事業者：長野県 飯田建設事務所

(目次)

1.	概要	2
2.	法面状況	2
2.1.	法面の形状と土質	2
2.2.	土壌検査	3
3.	法面緑化工の検討	6
3.1.	緑化復元目標の設定	6
3.2.	法面表層土の基盤整備	7
3.3.	工法の比較	9
4.	まとめ	11
5.	参考積算	12

1. 概要

本書は、盛土法面における法面緑化工について、検討を行ったものである。

法面緑化工は、法面に植物を繁茂させることによって法面の表層部を根で緊縛し、雨水による浸食防止、地表面の温度変化の緩和ならびに凍上による表層崩落の抑制を図り、緑化による景観の向上および環境保全を目的としている。

本書では、これらの法面緑化工の目的を達成するため、現地調査を実施し、その結果をもとに現場に適した工法について提案する。

2. 法面状況

2.1. 法面の形状と土質

現場は、道路改築事業に伴って造成される盛土法面であり、間地ブロック横の擦り付け部分と、土捨て場にて造成される計画である。

盛土法面は、現地発生土の「まさ土」を使用するため、法面緑化工の導入に当たっては保水力や肥料分の欠乏が予想される。

現地にて土壌をサンプリングし、土壌検査を実施した。その結果を次に示す。



写真 2-1. 盛土法面造成予定箇所（左：間地ブロック擦り付け部，右：土捨て場）

2.2. 土壌検査

現地土壌の一部を採取し、土壌分析を行った。
分析結果を表 2-1 に示す。

表 2-1. 土壌分析結果

分析項目	単位	盛土材	適正值※
pH(H ₂ O)		6.51	5.0～7.0
pH(KCL)		4.58	
電気伝導度(EC)	(ms/cm)	0.01	0.1以下
含水量	(%)	24.5	50～60
硝酸態窒素	(mg/100g)	微量	10.0程度
アンモニア態窒素	(mg/100g)	微量	1.25程度
リン	(mg/100g)	微量	2.5程度
カリ	(mg/100g)	微量	12.5程度

(注)微量とは、測定レンジ以下の数値。*印は、(社)農山漁村文化協会：「農業技術体・土壌施肥編 4 土壌診断・生育診断」、1995等から参考にした目安。

測定結果より、植物の生育における問題点は次の項目である。

1) 土壌酸度 (pH)

土壌中のH⁺には、土壌水分(溶液)中に溶けているものと、土壌のコロイド粒子(粘土や腐植など)の表面に電氣的に吸着されているものと2種類がある。pH(H₂O)は溶液中に溶けているH⁺の濃度をあらわし、pH(KCl)は溶液中に溶けているH⁺と土壌コロイド粒子に吸着されているH⁺の合計濃度をあらわしている。それぞれの値には次の意味がある。

- pH(H₂O)

植物(根)の生育に直接かかわる土壌酸性の強弱を示す。

- pH(KCl)

土壌養分として大切なアンモニア態窒素やカリウム、カルシウム、マグネシウムなどの豊否(陽イオンを有するもの)や、中和石灰必要量を知るための指標であり、この数値が低いほどこれらの養分が少ない土壌と判断できる。

現場の土壌は、pH(H₂O)=6.51、pH(KCl)=4.58を示した。植物の適正範囲(5～7)内であり、KClが低い値を示すが、カルシウム等の欠乏によるものであるため、施肥を行えば問題ないと判断する。

2) 電気伝導度 (EC)

電気伝導度は、水溶液中や土壌溶液中の塩類濃度を測定するものであり、単位は、 1cm^2 の極板2枚の間の電気抵抗値の逆数を比伝導度とよび、この値を mS (ミリジーメンズ)/ cm と表す。

一般に EC 値が高くなると植物の根からの水吸収が阻害され、植物体内の塩含有率が高くなって生育不良になり、限界濃度を超えると枯死に至る。

現場の土壌は、 $0.01(\text{mS}/\text{cm})$ と低い値であるため、問題ない土壌と考えられる。

3) 容水量

容水量の高い土壌は、水分の保持能力が高い土壌であり、容水量が低い土壌は、水分保持能力が乏しい土壌と判断する。粘性土の場合、高い容水量値を示すが、固結した粘性土は法面のような傾斜地では水分が表面を流れるだけで、地中に浸透することができない。したがって容水量が50%以下の土壌や締め固まった粘性土の場合は、気象条件が乾燥期になると植物はすぐに枯れやすい状況となる。

現場の土壌は、24.5%を示したため、地質的には乾燥害が発生しやすい土壌であると判断される。

4) 硝酸態窒素

硝酸態窒素は植物に吸収され、アミノ酸やタンパク質などに合成され、植物体の構成成分となる。硝酸態窒素の診断基準を表2-2に示す。

現場の土壌は、欠乏状態であるため、施肥による改善が必要である。

表 2-2. 水溶性硝酸態窒素の診断基準

分析値	診断
0.5 (mg/100g)	少ない
1.25 (mg/100g)	少ない
2.5 (mg/100g)	やや少ない
10.0 (mg/100g)	適当
25.0 (mg/100g)	多い

5) アンモニア態窒素

植物の生育に必要な肥料成分である窒素成分の中のアンモニア態窒素は、還元土壌に生育する植物（イネ・レンコンなど）に吸収利用され、一般には硝酸態窒素となって植物が吸収利用する。また土壌中に過剰に含まれると生育阻害となる場合もある。表 2-3 より土壌 100g 当たり 25mg 以上になると過剰と考えられる。

現場の土壌は、欠乏状態であるため、施肥による改善が必要である。

表 2-3. 水溶性アンモニア態窒素の診断基準

分析値	診断
0.5 (mg/100g)	少ない
1.25 (mg/100g)	適当
2.5 (mg/100g)	やや多い
5.0 (mg/100g)	多い
25.0 (mg/100g)	過剰

6) リン酸

リン酸は作物の根の発育、茎の枝分かれや葉数の増加をさかんにし、開花・結実を促進する。

現場の土壌は、欠乏状態であるため、施肥による改善が必要である。

表 2-4. 水溶性リン酸の診断基準

分析値	診断
0.5 (mg/100g)	少ない
1.25 (mg/100g)	やや少ない
2.5 (mg/100g)	適当
10.0 (mg/100g)	やや多い
25.0 (mg/100g)	多い

7) カリ

カリウムは作物体の有機物質を構成する元素でないが、作物体内で水溶性K⁺として移動しやすく、細胞・組織内の代謝の活性化、pH の安定、浸透圧の調整など、大切な生理的役割を果たしている。

現場の土壌は、欠乏状態であるため、施肥による改善が必要である。

表 2-5. 水溶性カリの診断基準

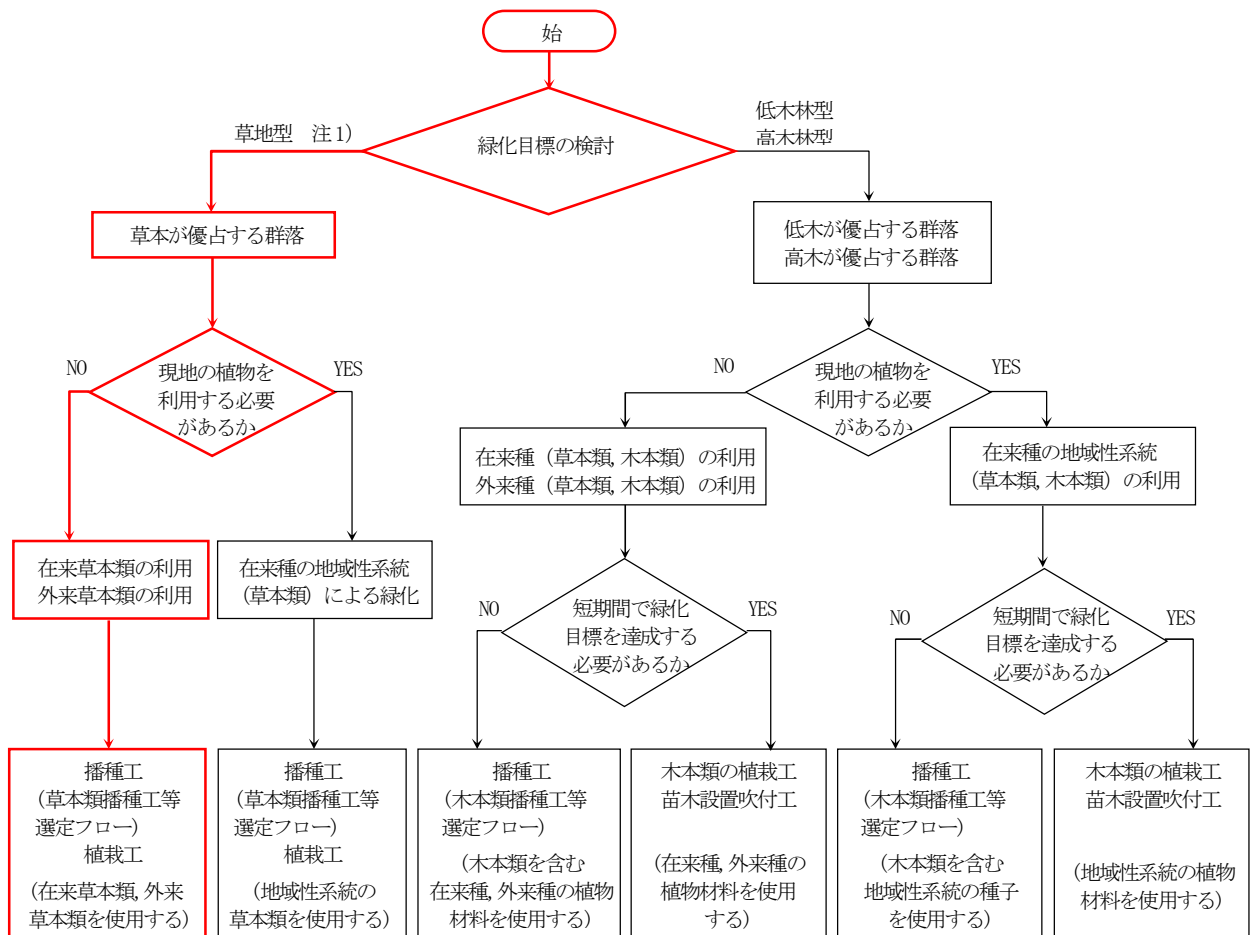
分析値	診断
5.0 (mg/100g)	少ない
12.5 (mg/100g)	適当
25.0 (mg/100g)	多い
50.0 (mg/100g)	多すぎる
100.0 (mg/100g)	過剰

3. 法面緑化工の検討

3.1. 緑化復元目標の設定

法面緑化工の第一目的は、浸食を防止し表層崩落を防止することにあるが、併せて周辺環境との調和を図ることや維持管理の軽減することを目的として、将来の植物の繁茂状況を考慮し、植物の選定を行うことが重要である。

対象法面は、道路改築事業に伴う盛土法面であるため、維持管理作業の軽減を考慮した場合、草本植物が主体となる植物群落の造成が望ましいと考えられる。そこで、緑化目標を「草地型」に設定する。



注1)：初期の目標を草本群落とし、長期間かけて自然の遷移によって木本群落を形成する場合を含む。

図 3-1. 植生工選定フロー(緑化目標および植物材料からの選定)ⁱ

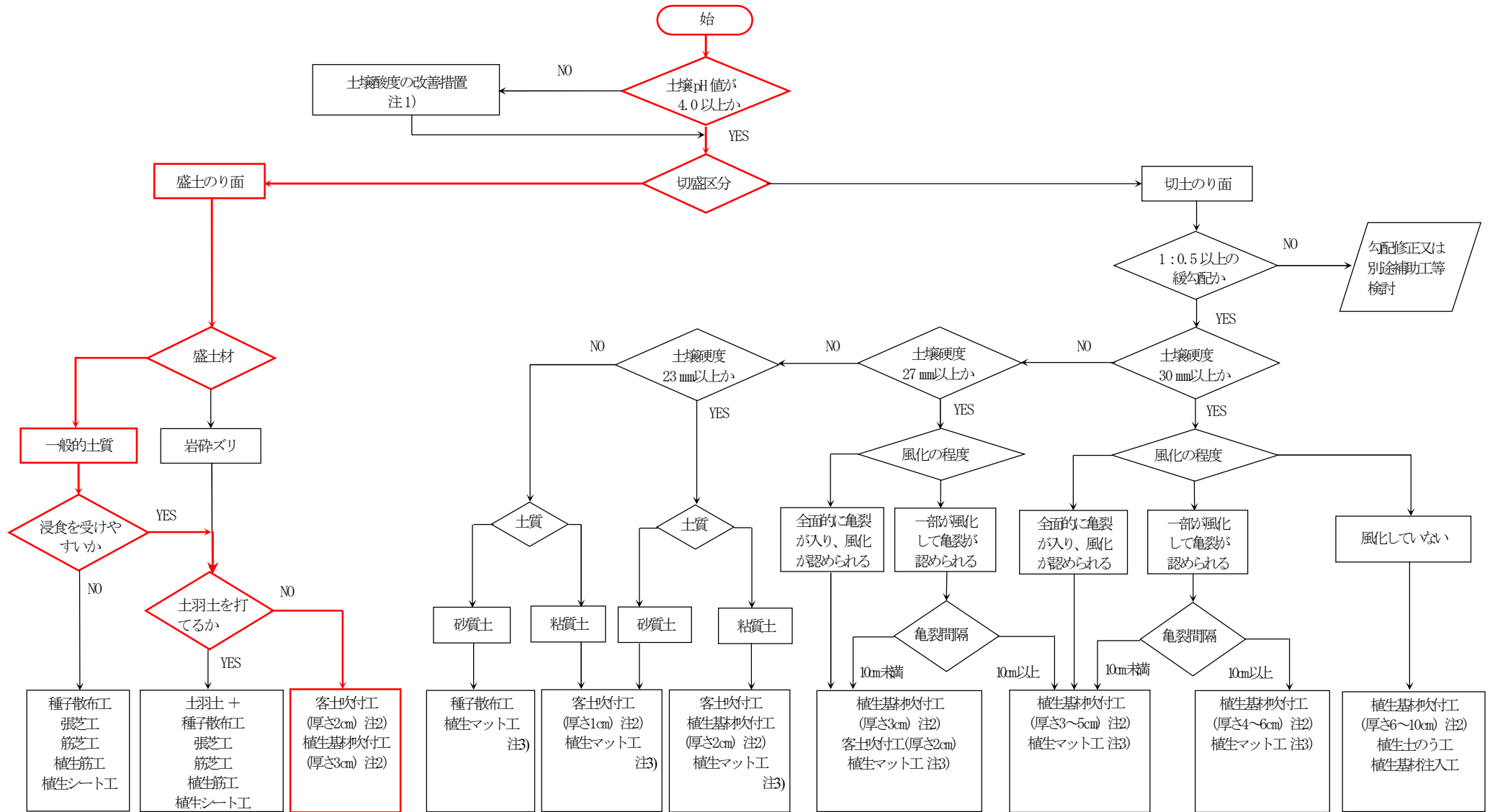
3.2. 法面表層土の基盤整備

ここでは、法面調査結果を基に、対象法面に適した工法（基盤整備手法）の検討を行う。

対象法面の土質は、「表流水による侵食作用を受けやすい まさ土（現地発生土）」である。

これを、道路土工指針「のり面条件を基にした植生工の選定フロー（草本類播種工等）」(図 3-2)に当てはめると、以下の工法（基盤整備手法）が選定される。

- 客土吹付工（厚 2 cm）
- 植生基材吹付工（厚 3 cm）



注1) : 土壌硬度の改善措置が不可能な場合はブロック張工などの構造工のみの適用を検討する。 注2) : 吹付厚さは緑化目標も考慮して決定する。
 注3) : 植生マットを適用する場合には、植生基材が封入されたもので、その機能が同条件での植生基材吹付工の吹付厚さに対応した製品を使用する。

図 3-2. のり面条件を基にした植生工の選定フロー (草本類播種工等) ⁱⁱ

3.3. 工法の比較

第 3.2 項にて選定された工法を参考に、ここでは対象法面で適応可能と思われる工法の比較・検討を行い、最適な工法の絞込みを行う。

工法の比較は、第 3.2 項における選定工法（客土吹付工，植生マット工）を目安とするが，対象法面においては，侵食作用を受けやすい「まさ土」であり，切土直後から表流水等による侵食が発生する状況にあるため，耐侵食性に優れた工法の導入が望ましい。そこで，フロー図による選定工法を目安とし，以下の 2 工法について表 3-1 にて比較検討を行った。

- 客土吹付工（厚 2 cm）・・・吹付材料の侵食防止と植物の安定活着を考慮し，繊維ネット（肥料袋付）を併用
- 植生マット工・・・・・・・・・・上記吹付工法と同程度の植生機能を有し，なおかつ耐侵食性に優れたマット工法

表 3-1. 導入可能な工法の比較検討

内容	客土吹付工 (厚 2 cm) + 繊維ネット (肥料袋付)	侵食防止強化マット (肥料袋付) P50 張工
概略図		
施工方法	<ul style="list-style-type: none"> 繊維ネット (肥料袋付) をアンカーピンで固定する。 泥状の生育基盤をハイドロシーダーで吹付ける。 	<ul style="list-style-type: none"> 侵食防止機能を強化した植生マット (綿状マットの効果) を、アンカーピン・止め釘で法面に固定する。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> 繊維ネット張り作業, 吹付作業の 2 工程。 材料搬入, 機械搬入・搬出 (現場内の移動) の工程管理が必要。 施工時には多量の水を必要とする。 	<ul style="list-style-type: none"> マット張り作業の 1 工程。 法面造成の工程にあわせた施工が可能。 種子を装着した製品のため, 資材の保管に注意が必要である。
	△	○
生育性	<ul style="list-style-type: none"> 湿潤状態の生育基盤材のため施工直後から種子の発芽が可能 (但し, 発芽気温に達した場合)。 泥状の生育基盤により種子が保護されているので, 種子の流出防止を図り安定活着が可能である。ただし, 施工直後に多量の降雨があった場合には生育基盤が流亡し, 植生不良となる可能性がある。 肥料袋により肥効の長期化が図れるので, 植物の安定活着が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ネット, 綿状マットにより, 種子の流出防止を図り安定活着が可能。 全面に装着した綿状マットによって, 地表面の蒸散防止を図り, 法面の水分保持力を向上させ, 植物の安定活着を図る。 肥料袋により肥効の長期化が図れるので, 植物の安定活着が期待できる。 肥料袋内の保水材によって, 法面の保水力の向上を図るため, 植物の安定活着が規定できる。
	○	◎
法面保護機能	<ul style="list-style-type: none"> 泥状の生育基盤, ネット及び肥料袋の効果により, 侵食防止機能を期待できるが, 客土材が流亡しやすく, 客土材が流失した場合には地山の侵食が懸念される。 	<ul style="list-style-type: none"> ネットと肥料袋が表面水の流下速度を軽減し, さらに綿状マットが表面を保護するので, 生育基盤 (種子や肥料分) や地山を保護する効果が高い。 綿状マットによって, 雨滴衝撃の緩和, 土粒子の移動防止, 表面排水等を行うため, 侵食防止効果が高い。 上記の理由により, 施工直後から地山の侵食防止を図ることが可能である。
	△	◎
経済性	客土吹付工 (厚 2 cm) + 繊維ネット (肥料袋付) 1,474 円/m ² * + 1,713 円/m ² * = 3,187 円/m ²	侵食防止強化型マット (肥料袋付 P50) 張工 2,234 円/m ²
総合評価	△	◎

(注記) ※印は, 長野県市場単価 (土木コスト情報 2013/7 夏, 500 m²未満)

4. まとめ

盛土法面における法面緑化工について、表 3-1 による比較検討の結果、現地調査結果を基に、現地に適した工法の比較検討を行った。

その結果、以下の工法を提案する。

表 4-1. 提案工法

土質	提案工法
まさ土 (現地発生盛土)	侵食防止強化マット P50 張工

【提案理由】

提案工法は、以下の特徴を有しているため、上記工法を提案工法とした。

- 侵食防止機能を強化させた綿状マットが、雨滴衝撃の緩和、土粒子の移動防止、表面排水等を行うため、施工直後から地山の侵食防止効果が高い工法である。
- 市場単価工法における植生マット工と同様の形状であるが、上記に記載の通り、綿状マットによる侵食防止機能が優れているため、侵食作用を受けやすい法面への導入に適している。
- 肥料袋の装着によって長期間肥効が持続するため、肥料成分の欠乏する対象法面に栄養補給を行い、導入植物の安定活着を図る。
- マット張作業のみで施工が完了し、大型施工機械が不要であるため、法面の仕上がりに応じた施工が容易な工法である。

【種子配合】

道路改築工事における盛土法面であるため、維持管理作業の軽減を考慮し、草丈の短い植物による以下の種子配合を提案する。

表 4-2. 導入植物（短草配合）

	草丈 (cm)
クリーピングレッドフェスク	40～70
バミューダグラス	10～20
ケンタッキーブルーグラス	30～40
コロニアルベントグラスハイランド	20～30

5. 参考積算

名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
侵食防止強化型マット（肥料袋付P50）張工 (材料費)					(100㎡当たり)	
ソイルテクターP50	幅1.0m×長さ10.0m	㎡	120	1,510	181,200	建設物価掲載価格
止め釘	大頭釘, L=150mm	本	471	11	5,181	
小計					186,381	
(労務費)						
土木一般世話役		人	0.2	20,400	4,080	
普通作業員		人	2.1	15,700	32,970	
小計					37,050	
合計					223,431	2,234円/㎡

- 労務単価は、長野県の平成25年度公共工事設計労務単価です。
- 製品単価は、建設物価掲載価格です。
- 法面の状況に応じて、固定具の仕様・本数を変更する場合があります。

参考文献

ⁱ (社)日本道路協会：「道路土工 一切土工・斜面安定工指針(平成 21 年度版)」 P226・P227, 2009

ⁱⁱ (社)日本道路協会：「道路土工一切土工・斜面安定工指針(平成 21 年度版)」 P228-P229, 2009