

# 法面緑化工の検討書

工事名：

---

工事場所：熊本県

---

発注者：民間

---

(目次)

1.	概要	2
2.	法面の概要	2
2.1.	法面の形状と土質	2
2.2.	土壌硬度	3
2.3.	土壌分析	4
3.	法面緑化工の選定	7
3.1.	緑化目標の選定	7
3.2.	法面表層土の基盤整備	8
3.3.	最適工法の検討	10
4.	まとめ	12
	積算資料	13

## 1. 概要

本書は法面緑化工について、現地調査を実施し、その結果をもとに現場に適した工法を提案する。

## 2. 法面の概要

### 2.1. 法面の形状と土質

現場は、4段切土法面（勾配 1:1.0）であり、法面緑化工として「植生マット工（肥料袋付）」を施工する計画である。しかしながら、硬く締め固まった「硬質土」が出現したため、現地調査を実施し、調査法面に適した工法の検討を行った。

現地における調査（土壌硬度測定、土壌検査）結果を次に示す。



写真 2-1. 調査法面

## 2.2. 土壌硬度

対象法面における植物生育の適否の目安として、現状の露出表土において土壌硬度測定を行った。1箇所につき4回測定を行い、その平均値を土壌硬度値とした。

測定結果を表 2-1 に、測定状況を写真 2-2 に示す。

表 2-1. 土壌硬度測定結果

	測定値(mm)			
	第1回	第2回	第3回	平均値
測点No.18付近	27	28	27	27.33

土壌硬度は植物根系の伸長可否の目安であり、一般に粘性土で 23mm 以上、砂質土で 27mm 以上、平均的には 25mm 以上の場合、根系伸長が妨げられる。

測定の結果、27.33 mmを示し、根の伸長が妨げられる状態にあるため、生育基盤層の造成等によって植物の生長を促進させる必要がある。

表 2-2. 土壌硬度からみた植物の生育状態予測

土壌硬度	植物の生育状態
10mm未満	• 乾燥のため発芽不良になる。
粘性土10～23mm 砂質土10～27mm	• 根系の伸長は良好となる。(草本類では肥沃な土である場合) • 樹木の植栽にも適する。
粘性土23～30mm 砂質土27～30mm	• 木本類の一部のものを除いて、根系の伸長が妨げられる。
30mm以上	• 根系の伸長はほとんど不可能である。
軟岩・硬岩	• 岩に亀裂がある場合には、木本類の根系の伸長は可能である。



写真 2-2. 土壌硬度測定 (No.18 付近)

### 2.3. 土壌分析

土壌硬度以外の植物生育適否の指標として、現地土壌の一部を採取し、土壌分析を行った。



写真 2-3. 土壌硬度測定No. (18 付近)

分析結果を表 2-3 に示す。

表 2-3. 土壌分析結果

分析項目	単位	No.18 付近	適正值※
pH(H <sub>2</sub> O)		5.51	5.0～7.0
電気伝導度 (EC)	(ms/cm)	0.02	0.1 以下
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)	0.60	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 から参考にした目安。

### 1) 土壌酸度 (pH)

現場の土壌は、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O}) = 5.51$  を示した。緑化にて使用される植物の適正 pH 値は 5 ~ 7 であるため、植物の生育に対して問題ない土壌と判断する。

### 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、 $1\text{cm}^2$  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  $\text{mS}(\text{ミリジーメンズ})/\text{cm}$  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。 $1.0\text{mS}/\text{cm}$  以上になると濃度障害を引き起こす危険性が高い。一般的な地山心土では低い値を示すが、強酸性土壌では活性化したイオンが多く含まれ EC 値が高くなる傾向がある。

現場の土壌は、 $0.02 (\text{mS}/\text{cm})$  と低い値を示すため、問題の無い土壌と考えられる。

### 3) 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 2-4 に示す。

現場の土壌は、欠乏状態にあるが、施肥によって養分供給を行えば、植物の生育に対して問題はない。

表 2-4. 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

### 4) 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 2-5 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、欠乏状態にあるが、施肥によって養分供給を行えば、植物の生育に対して問題はない。

表 2-5. 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

#### 5) 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，欠乏状態にあるが，施肥によって養分供給を行えば，植物の生育に対して問題はない。

表 2-6. 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

#### 6) 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，不足する傾向にあるが，施肥によって養分供給を行えば，植物の生育に対して問題はない。

表 2-7. 水溶性カリの診断基準

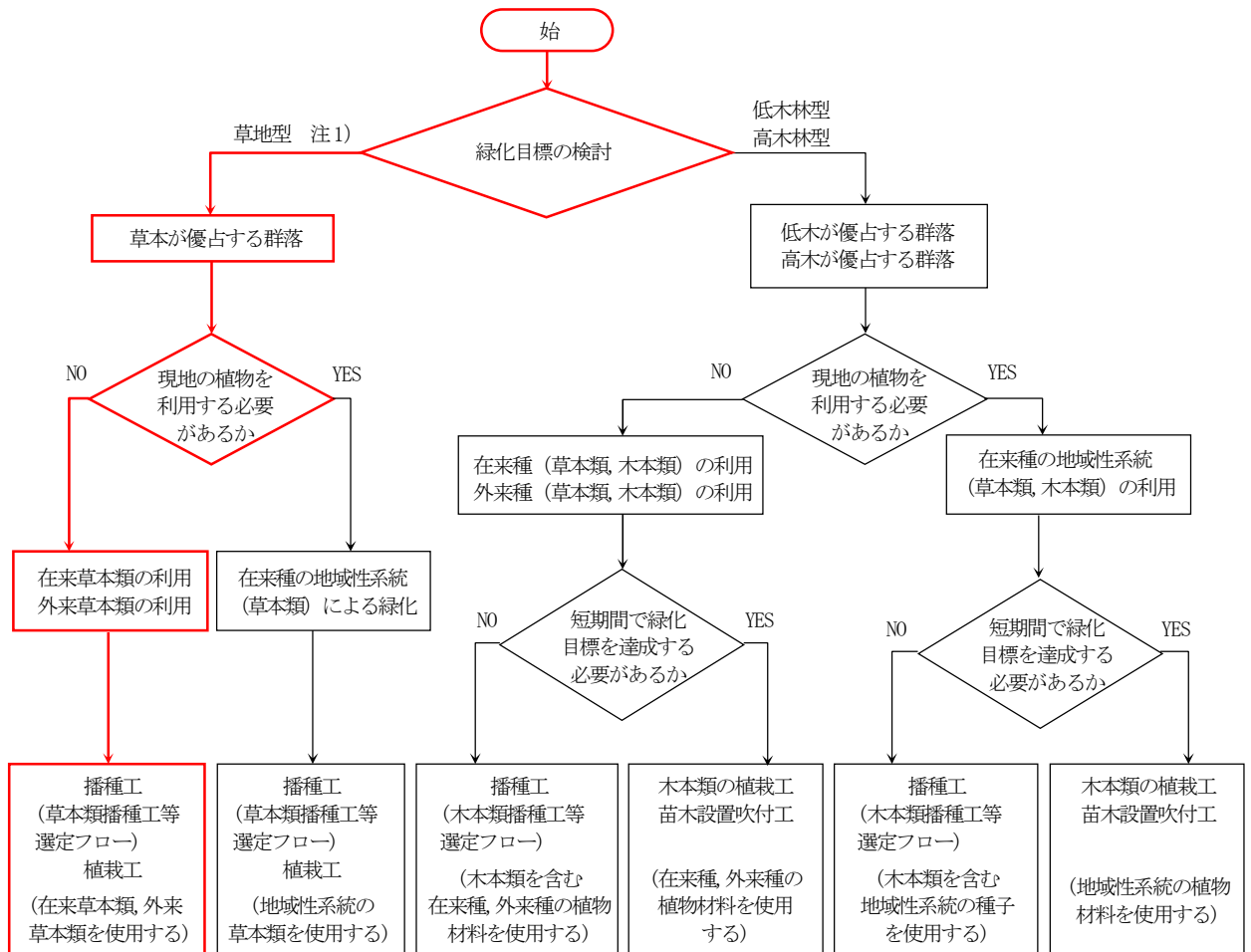
分析値	診断
5.0 (mg/100g)	少ない
12.5 (mg/100g)	適当
25.0 (mg/100g)	多い
50.0 (mg/100g)	多すぎる
100.0 (mg/100g)	過剰

### 3. 法面緑化工の選定

#### 3.1. 緑化目標の選定

植生工の第一目的は、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、維持管理作業の軽減を考慮し、草本植物が主体の植物群落の造成が望ましいと考える。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)<sup>11</sup>



### 3.2. 法面表層土の基盤整備

ここでは、現地調査結果を基に、対象法面に適した工法の選定を行う。  
現地調査によって得られた結果は、以下の通りである。

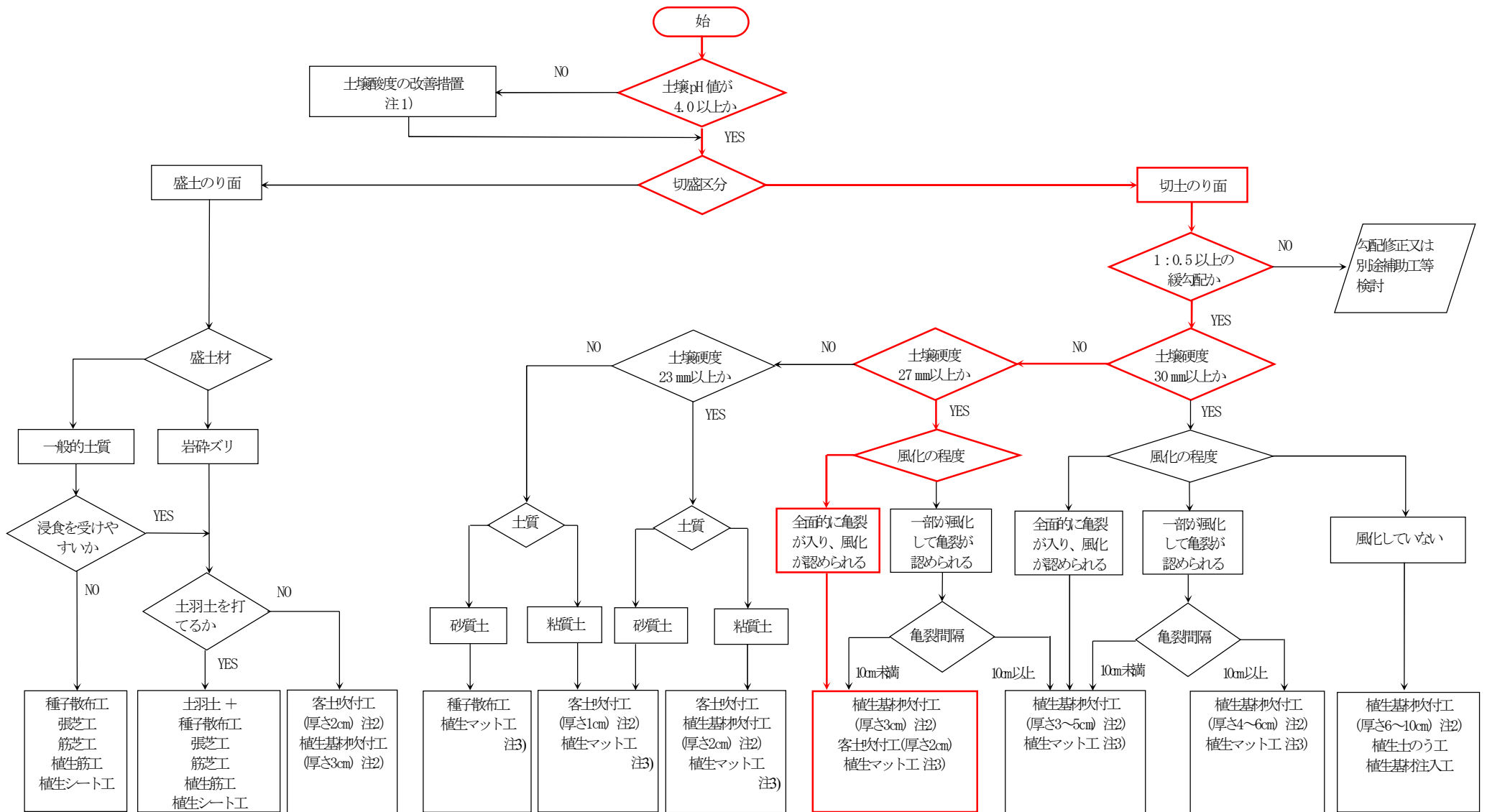
表 3-1. 調査結果

土質	土壌硬度	土壌検査
硬質土	27.33 mm	pH(H <sub>2</sub> O)=5.51 肥料成分が欠乏状態にある

調査の結果を、道路土工における「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、表 3-2 の工法が該当工法となる。

表 3-2. 選定フローによる選定工法（目安）

選定条件	選定工法（目安）
土壌硬度 27 mm以上	<ul style="list-style-type: none"><li>• 植生基材吹付工(厚 3 cm)</li><li>• 客土吹付工(厚 2 cm)</li><li>• 植生マット工（植生基材入り）</li></ul>



注1)：土壌酸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物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) iii

### 3.3. 最適工法の検討

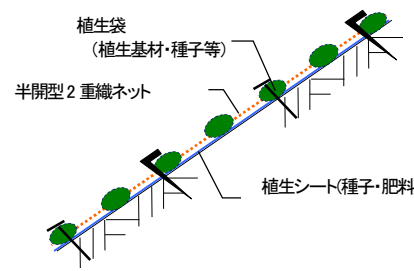
第 3.2 項にて選定された工法を参考に，ここでは対象法面で適応可能と思われる工法の比較・検討を行い，最適な工法の絞込みを行う。

フローによる選定工法を基に，以下の工法について，表 3-3 にて比較検討を行った。

- 植生基材吹付工(厚 3 cm)
- 植生マット工(植生基材入り)

(注記) 第 3.2 項では客土吹付工も該当工法であるが，客土材は耐侵食性が弱く，施工後の降雨によって流亡しやすいため，ここでは除外した。

表 3-3. 工法比較

		植生基材吹付工 (t=3 cm)	半開型厚層植生マット 5 A型 張工
概略図			
構造		<ul style="list-style-type: none"> <li>ラス金網</li> <li>生育基盤材</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>半開型2重織ネット</li> <li>植生袋 (生育基盤材・種子)</li> <li>植生シート (種子・肥料付)</li> </ul>
施工方法		<ul style="list-style-type: none"> <li>ラス金網をアンカーピン等で法面に設置後、モルタルコンクリート吹付機で生育基盤材を吹付ける。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロール状の製品を法面に展開し、アンカーピン等で法面に設置する。</li> </ul>
施工性	工程管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>2工程(ラス金網張工+吹付工)。</li> <li>全法面整形後の一斉施工となる場合が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1程(マット張工)</li> <li>法面整形の工程に合せた施工が可能。</li> </ul>
	資機材の搬入	<ul style="list-style-type: none"> <li>吹付機械、及び資材設置のため大規模なスペースの確保が必要。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工数量・時期に応じた材料搬入が可能のため、小規模なスペースでの施工が可能。</li> </ul>
	周辺への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>大型施工機械による吹付作業であるため、近隣箇所への騒音・振動・粉塵、吹付材料の流失が懸念される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>人力作業による施工であるため、騒音や振動は最小限に抑えられ、工場製品であるため、粉塵や隣接区への流失は最小限に抑えられる。</li> </ul>
植物の生育		<ul style="list-style-type: none"> <li>有機質系生育基盤材、緩効性肥料の配合により、植物による永続的な緑化が可能 (ただし、発芽気温に達した場合)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>保水材、土壌改良材、緩効性肥料の配合により、植物による永続的な緑化が可能。</li> </ul>
生育基盤の特徴・効果	材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>有機質または人工土壌を主体とした生育基盤を造成。</li> <li>バーク堆肥が主材料のため長期乾燥時には撥水作用が発生し保水能力が低下する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>軽量人工土壌による生育基盤を造成。</li> <li>保水材の配合により保水能力が高い。</li> <li>緩効性肥料等の配合により肥効が長期間持続する。</li> </ul>
	生育基盤の耐久性	<ul style="list-style-type: none"> <li>生育基盤が露出しているため、降雨や凍上等に対する生育基盤の耐久性は植生マット工より劣り、凍上による基盤の滑落が問題となりやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>半開式2重織ネットにより生育基盤が保護されているため、凍上・凍結害や積雪害等から生育基盤を保護する効果が高い。</li> </ul>
	地山との密着性	<ul style="list-style-type: none"> <li>吹付施工のため、凹凸が大きくても地山との密着性の確保が可能である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>半開式2重織ネットの採用により、植生マット工の欠点である地山との密着性の問題を大きく向上させている。</li> <li>下図のように法面上に小段を形成するため、急勾配法面においても導入種子の発芽生長を促進させる。</li> </ul> 
経済性 (直接工事費)		植生基材吹付工 (t=3 cm) 4,105 円/m <sup>2</sup> *	半開型厚層植生マット 5 A型 張工 3,399 円/m <sup>2</sup>
総合評価		△	◎

(注記) ※印は熊本県市場単価 (土木コスト情報 2020 年 7 月, 500 m<sup>2</sup>以上 1,000 m<sup>2</sup>未満)

#### 4. まとめ

法面緑化工について、現地調査を実施し、現地に適した工法の検討を行った。その結果、以下の工法を提案する。

表 4-1. 提案工法

選定工法	工法の特徴
半開型厚層植生マット 5 A型 張工	<ul style="list-style-type: none"><li>• 植生基材をマット内に充填した厚層タイプの植生マットであり、法面に生育基盤層を造成して植物の安定活着を図る。(植生基材吹付工(t=3 cm)と同程度の植生機能を有している。)</li><li>• 植生基材をマット内に保持しているため、表流水や凍上等から植生基材を保護する効果が高い。</li><li>• 半開型2重織ネットによって、法面上に小さな小段を形成するため、急勾配の法面においても安定した生育基盤層を造成することが可能である。</li><li>• マット張り作業のみで施工が完了するため、工程の簡略化が図れる。</li></ul>

## 積算資料

名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
半開型厚層植生マット5A型 張工 (材料費)					(100㎡当たり)	
ガンリョクマット5A型	1m×10m	㎡	110.0	2,100	231,000	メーカー価格
アンカーピン	φ9×200mm	本	277.0	29	8,033	
止め釘	大頭釘, L=150mm	本	260.0	10	2,600	
小計					241,633	
(労務費)						
土木一般世話役		人	0.5	22,700	11,350	
法面工		人	2.3	25,300	58,190	
普通作業員		人	1.6	18,000	28,800	
小計					98,340	
合計					339,973	3,399円/㎡

- 労務単価は、熊本県の公共工事設計労務単価（令和2年3月）です。
- 製品単価は、メーカー価格です。
- 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

- <sup>i</sup> (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)」P210, 2009
- <sup>ii</sup> (社)日本道路協会：「道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)」P226-P227, 2009
- <sup>iii</sup> (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