

国道 号線道路改良工事

のり面緑化工法検討書

石川県金沢市黒田町 地内

平成 15 年 12 月

開発株式会社

## 目 次

1. はじめに	.....	1
2. 緑化の考え方	.....	2
3. 気象条件	.....	5
4. 緑化目標の設定	.....	6
5. 導入植物の選定	.....	7
6. 植生工法の選定	.....	10
7. 施工時期の設定	.....	15
8. 種子配合の計算	.....	16
9. 緑化基礎工の設定	.....	22
10. 植生管理工	.....	24

参考・引用文献

## 1 はじめに

本検討書では、図 1-1 に示すような緑化工の設計手順にしたがい、当該のり面について最適な緑化工法を検討する。

緑化の考え方	・・・ 緑化についての基本的な概要を整理する。
気象条件	・・・ 当該地域の気象条件について、近隣の気象観測データから平均気温、降水量、温量指数などを調査する。
緑化目標の設定	・・・ 当該のり面の周辺状況、地域環境などに適応した緑化目標を検討する。(例：高木林型、低木林型、草原型)
導入植物の選定	・・・ 緑化目標や温量指数、またのり面の諸条件に適応した植物種を検討する。
植生工法の選定	・・・ 緑化目標、使用植物、地形、地質などの諸条件に適応した植生工法を検討する。
施工時期の設定	・・・ 使用植物、施工地域に適応した施工時期を検討する。
種子配合の計算	・・・ 導入工法、立地条件、施工時期、使用種子の諸条件などを検討し、使用種子ごとに播種量を補正計算する。
緑化基礎工	・・・ のり表面が植物の生育条件を満たしていない場合や気象障害が予測させる場合に、その対策に有効な工種を検討する。
植生管理工	・・・ 施工後、徐々に期待する成果物(目標とする植物群落)に近づくように、発芽・生育の評価および維持管理を検討する。

図 1-1 緑化工の検討項目

## 2 緑化の考え方

### (1)自然回復の手助けをすること

緑は人間によって造られるものではなく自然が造るものである。その自然の回復に対して手を貸す行為が緑化である。

裸地を放置しておいた場合、地表面の土が移動している間はいつまでたっても植物は侵入・定着しない。しかし、表土の移動が極めて緩慢になるか、停止した場合に植物は侵入する。そこで、表土の移動が激しく植物の侵入が困難なとき、人為的にこの表土の移動を止めてやると植物は容易に侵入する。裸地をわらむしろなどのシート(植生シート)で覆ってやると、種子を蒔かなくても植物が生えてくるが、これは自然に飛散している種子の定着が植生シートによって助けられ、発芽・生育に好ましい条件(保水など)が与えられるからである。この場合、植生シートが植物の侵入・定着のきっかけを造ったわけである。緑化の基本は、このように自然の回復力が発揮されやすいようにそっと手を差しのべることにある。

侵入した植物は定着し生育し続けるとは限らない。乾燥や霜柱などにより枯死することがあり、土壌養分がほとんどない場合には、自然状態では生育できないような貧弱な植物体になることもある。このような状態に対し、いろいろな方法で土中水分を確保したり養分を適度に与えたりすれば、植物は良好に生育し、荒廃した生態系は徐々に回復していく。つまり、植物が生育しやすい条件を造ってやることが緑化の重要な仕事である。

## (2) 緑がもつ機能を回復させること

自然に植物が侵入・定着しない場合には、種子を蒔いて育てることを行う。種子から再生させる方法を総称して播種工と呼んでいる。播種工には初歩的なものから技術的にかなり進んだものまで非常に多くの工法が開発されており、現在では岩盤やコンクリート面などの立地条件が非常に厳しい箇所にも植物を導入できるようになっている。また、播種工により種子から再生された緑は、その場の環境条件に適応して生育し自然に近い状態に回復するので、自然環境と調和しやすい。このように、植物の定着が容易でない箇所に対しても植物を積極的に導入する必要がある。この場合、緑の機能面の回復が緑化の本来の目標であることから、機能面の回復に有効な種子からの再生を図る手法を基本とするのが好ましいのである。

苗木を植えることも緑化の重要な方法である。しかし、大きな苗木を用いるほど自然に適応できない緑になりやすい。成木や大きな苗木を植栽すると、土壌から吸収する水の量より葉部からの蒸散量が多くなり、樹冠の先端部が枯れる。また、大きな樹木を植えるほど植栽後の根系の発達が不良になり、倒木しやすい形態になる。このようなことから、植栽の場合、できるだけ小さな苗木を用いる方が好ましい。支柱を必要とするような大きな苗木を用いる植栽は、荒廃した生態系の回復や自然環境の創造には向いていないといえる。

また、肥えた土を厚く盛って植栽すると、自然淘汰が生じにくいため、年々樹幹がステッキのように細長くなり、自然樹形とは全く違った形態になる。このため、雪や風などの自然災害を受けやすく、永久に密度管理が必要になる。

このように、植物の生理・生態を無視した強引な植栽は、見かけ上は緑になっても、緑の機能面が自然の緑と大きく違ったものになることから、不自然を造ることにもなり、好ましい緑化手法であるとはいえない。

### (3) 植生遷移を促進し生態系の早期回復を図ること

植生遷移の促進を図ることも緑化の重要な目的の一つである。通常、乾性の裸地が生じると、次のような順序で植生が移り変わっていく。

コケ・鮮苔類      一年草      多年草      陽樹林      陰樹林(極相)

この植物群落(生物共同体)の移り変わりを一般に遷移と呼んでいる。この遷移過程において植生の再生上から重要なことは、

- ・ 植物群落が地力の要求度の低いものから高いものへ移り変わっていくこと
- ・ 土壌の厚さが徐々に厚くなっていくこと
- ・ 植物群落は背丈が低いものから高いものへ変わっていくこと
- ・ 寿命の短いものから長いものへ変わっていくこと
- ・ 以上の移り変わりには先駆植物のはたらきが大きく関係していること

である。たとえば、裸地が生じると、最初に痩地でも育つ地力の要求度の低い植物が侵入する。この最初に侵入する植物を先駆植物というが、この先駆植物の侵入により痩地は徐々に改善され、土壌は厚くしかも肥沃になる。また、微気象も徐々に改善される。

このように、植生は大きな自然の力によって移り変わっていくものであるから、自然と調和する緑の再生は、この大きな自然の流れの中で捉える必要があり、この流れを尊重し、流れに逆らわない方法で行うべきである。

ところで、荒廃裸地に植生を導入するということは、遷移過程において、ある途中相の群落を造ることである。現在の緑化技術では、コケから陰樹相の初期段階までの過程において、いくつかの段階の群落を再生することができる。また、植物の組み合わせを検討すれば、遷移の進行を速めたりスムーズな移行を行ったりすることができる。たとえば、先駆樹種と陰樹を組み合わせると、陰樹の生育が促進され陰樹への移行がスムーズに行われる。このように、自然の流れにしたがって遷移過程をある程度短縮させたり、また、促進させたりすることも緑化の重要な目的である。

しかしながら、この遷移の流れを無視して一挙に極相の群落を造ることはできない。たとえ厚い客土をして潜在植生(常緑広葉樹、陰樹など)を植栽しても極相の群落はできるものではない。見かけ上は極相の群落に見えても、機能面において全く異なっているため、いつかは自然の力によって修正(あともどり)されることになる。もし、強引な手法によって不自然な緑を造れば、長い間には必ず自然の洗礼を受け、その誤りは災害となって現れる。

(自然環境を再生する緑の設計より引用)

### 3 気象条件

当該地域の気象条件については、表 3-1 に示した対象斜面に最も近いと考えられる気象観測データを引用する。

表 3-1 気象観測データ

金沢(石川県)

単位 統計期間 資料年数	平均気温 1971～2000 30	最高気温 1971～2000 30	最低気温 1971～2000 30	平均風速 m/s 1991～2000 10	日照時間 時間 1971～2000 30	降水量 mm 1971～2000 30	積雪の深さ最大 cm 1971～2000 30	温量指数
1月	3.7	6.8	0.8	5.0	60.7	265.9	42.0	0.0
2月	3.6	6.7	0.6	4.7	80.3	184.4	41.0	0.0
3月	6.5	10.5	2.7	4.4	144.6	153.3	19.0	1.5
4月	12.2	16.6	7.9	4.2	183.0	143.6	0.0	7.2
5月	16.9	21.4	12.6	3.8	211.8	154.0		11.9
6月	20.9	24.5	17.7	3.4	158.2	193.7		15.9
7月	25.1	28.7	22.2	3.5	166.3	226.8		20.1
8月	26.6	30.4	23.1	3.4	214.1	164.4		21.6
9月	22.2	26.0	19.0	3.6	141.5	241.9		17.2
10月	16.7	21.0	13.0	3.6	138.5	188.3		11.7
11月	11.3	15.3	7.4	4.3	98.8	267.2	1.0	6.3
12月	6.5	10.0	3.2	4.8	69.6	286.9	17.0	1.5
全年	14.3	18.2	10.8	4.1	1667.5	2470.2	53.0	114.9

気象庁ホームページ『電子閲覧室』から引用

#### 用語の定義

平均気温(年間)・・・1日24回の観測値から算術平均により日平均気温を求め、日の値から同様にして月平均気温を求めた後、12ヶ月分の月平均気温を算術平均した値をいう。

最高気温・・・日最高気温(1日のうち最も高い気温)の月平均値をいう。

最低気温・・・日最低気温(1日のうち最も低い気温)の月平均値をいう。

平均風速・・・任意の時間または期間の風速の平均値をいう。一般の気象観測では、観測時刻の前10分間の平均で表す。

日照時間(年間)・・・直射日光が地表を照射した時間の年間の合計をいう。

降水量(年間)・・・降水量の年間の合計をいう。

最深積雪・・・寒候期(前年秋から当該年春まで)において観測された積雪の深さの最大値をいう。

温量指数・・・植物の成長・成熟に必要な温度の積算量を指数として表す方法であり、1年を通じて各自の平均気温のうち、5以上の値を取上げ、取上げられた各値から5を差引いて残った値の積算値をいう。

#### 4 緑化目標の設定

のり面をどのような植物群落とするかについては、基本的には周辺の植物群落に近いものに造成することが望ましい。例えば、森林の多い山岳地域では将来的に森林へ移行していく植物群落にすることが景観的にも、生態的にも、のり面の安定強化と維持管理の低減のためにも好ましい。また、農地や牧場の周辺では低木林帯か草原状にすることが好ましい目標となる。

地域環境との調和を図るためには、どうしてもその地域の風景や施設、あるいは植物生態との調和がとれる植物の導入を検討しなければならないが、どのような植物をどのような状態に生育させるかということはその目標により工法や使用植物の選定が異なるので、出現したのり面の地域環境に応じた復元目標を設定する必要がある。

緑化目標に関する統一的な考え方をまとめると、表 4-1 のようになっており、当該のり面においての緑化目標は、低木性樹木が主体の群落として低木林型を目指すものとする。

表 4-1 緑化目標の群落タイプ

緑化目標の型	目標の外観	適用箇所の条件
高木林型 (森林型)	高木性、樹木が主体の群落	・周辺が樹林 ・自然公園内等
低木林型 (灌木林型)	低木性樹木が主体の群落	・周辺が樹林 ・周辺が農地等
草地型 (草本型)	草本植物が主体の群落	・周辺が草地 ・周辺が農地 ・モルタル吹付面等
特殊型	特殊な群落、人為的群落	・周辺の景観や自然環境等に特別の配慮が必要な箇所等

道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (日本道路協会)



## 5 導入植物の選定

### 5.1 使用植物について

計画地においては、緑化目標に低木林型を掲げていることや、また、温量指数からみた相観による群落区分<sup>1)</sup>では、当地域の潜在自然植生がシイ・カシ林やアカマツ・コナラ林に代表される常緑広葉樹林であることから、この潜在自然植生の群落の復元を最終目標とすることが理想である。しかしながら、2章(緑化の考え方)でも述べたように遷移の流れを無視して一挙に潜在自然植生の群落を造ることはできない。また、のり面という悪条件の下では導入可能な植物種が限られてくる。(表 8-4 に実用播種用植物の代表的なものを示す。)

そこで、播種工により確実に導入できる種子を表 8-4 から選定し、遷移過程においての途中相の群落を造成することが適当であると考える。

)温量指数とは、植物の成長・成熟に必要な温度の積算量を指数として表す方法であり、暖かさの指数ともいわれ植物の分布を表すために用いられる。算出方法は、1年を通じて各自の平均気温のうち、5 以上の値を取上げ、取上げられた各値から5 を差引いて残った値の積算値をいう。たとえば、暖温帯広葉樹林の値は、85~180 の範囲で、照葉樹林帯のタブ・スダジイ・クスノキ・イスノキ・カシ類など生育地にあたり、冷温帯落葉広葉樹林の値は、45~85 の範囲で、温帯落葉樹林帯のブナ・ミズナラ・カンバ類などの生育地にあたる。

相観とは、植物群落の形態の生態学的概念であり、外観や概観とは異なる。植物群落の相観は、Humboldt(1805年)が提唱した概念であり、分類基準は、優占種的生活型、常緑と落葉の相異、葉の形の相異、群落高、個体の密度などによっている。植物群落の相観による分類を群系という。相観による群落区分は、たとえば常緑広葉樹高木密生林のように表現される。(緑化技術用語事典より引用)

日本の植生図鑑を参考にすると、相観による群落区分を常緑広葉樹林、落葉広葉樹林、常緑針葉樹林で区分してあり、本検討書においては、

温量指数が85 以上をシイ・カシ林やアカマツ・コナラ林に代表される常緑広葉樹林

45 以上~85 未満をブナ・ミズナラ林に代表される落葉広葉樹林

45 未満をオオシラビソ・エゾマツ林に代表される常緑針葉樹林

として検討した。

## 5.2 使用植物の性状

種子が発芽するためには、適度な温度と水分と酸素が必要であり、さらに生育するためには光、養分などが必要である。

一般に、植物は吸収できる養分がある間は生育するが、養分がなくなると衰退しやがて枯死する。肥料分の吸収力の強い植物は、特にこの傾向が強く、牧草・芝草のイネ科の植物などがあげられる。これらの植物は、初期の発芽と生育が良好であることから浸食の激しい個所で多用されている。

植物の中には自ら空気中の窒素を固定する根粒菌を持つ植物があり、これらを肥料木草といい、肥料分の少ない土でも良く生育して土を肥沃化するので、肥料要求度の大きい(消費型の)植物と混播して用いられている。

これらの肥料木草の他に、自然斜面に早期に侵入し、土地を肥沃にする先駆植物が用いられており、この先駆植物を導入した斜面では、追肥や草刈りなどの維持管理が軽減される。

## 5.3 目標群落に適する植物の選定

目標とする植物群落を造成するには、まず、主体となる植物(主構成種)を決め、それと共存する植物(補全種)を選定する。補全種は主構成種の生長を助け補全するために混播する。また、高木・低木林型といった木本群落を造成する場合は、表面浸食防止、表層土の形成、多様性・近自然性の維持などのために、草本植物を混成させることが好ましい。植物にはそれぞれ適地があり、発芽・生育に特徴があるので、その場所の立地条件および植物間の共存性を考慮して、主構成種を中心に数種類を選定する。

現在、播種工により確実に導入できる低木類には、ヤマハギ、イタチハギ、コマツナギなどのマメ科植物が多くネズミモチ、シャリンバイ、チャノキ、サザンカ、アキグミなども導入可能である。これら低木類を主構成種として組み合わせて用いるのが好ましい。

以上をふまえ、緑化目標を達成できる群落形成のための使用種子を表 5-1 に、また、使用植物の特性を表 5-2 に示す。

表 5-1 使用種子一覧

使用区分	植物名	科名	形態 先駆植物又は肥料木
主構成種	コマツナギ	マメ科	在来低木肥料木
	ヤマハギ	マメ科	在来低木肥料木
補全種	イタチハギ	マメ科	外来低木肥料木
	トウネズミモチ	モクセイ科	外来常緑高木
草本類	クリーピングレッドフェスク(CRF)	イネ科	外来草本常緑
	メドハギ	マメ科	在来草本肥料草

表 5-2 使用植物の特性

植物名	特性
コマツナギ	痩地、乾燥地に強い。硬質地でよく生育する。中国産のものは丈が高くなる。
ヤマハギ	痩地、乾燥地、硬質地でよく生育する。3~4年に一度刈り取ると毎年花を觀賞できる。
イタチハギ	根系の土壌緊縛力が特に大きい。発芽・生育が安定し、確実性が高い。耐陰性もややある。草本類との混播が容易である。亜高山:ミヤマハンノキ, 亜熱帯:タイワンハンノキ
トウネズミモチ	耐陰性が大きい。根系の土壌緊縛力は極めて大きい。初期生育は遅い。刈り込みに強い。養分の要求量は高いが, 痩地でも生育の持続性はある。
クリーピングレッドフェスク(CRF)	耐寒性が大きい。酸性に強い。発芽・初期生育が少し遅い。単純植生になりやすい。寿命が長い。根系密度が高く土壌形成力に優れ、ササとの共存に有効。
メドハギ	痩地、乾燥地に強い。硬質地にでもよく育つ。初期生育がやや遅い。土壌緊縛力が強い。表層土形成力が大きい。木本類との混播に適する。

## 6 植生工法の選定

### (1) 植生工法の概要

植生工は、導入する植物の形態から、播種工と植栽工に分けられる。播種工は、早期ののり表面の浸食防止、立地条件への順応性、施工性などに優れており、生態系の早期回復や周辺植物群落との連続性を期待する場合、早期の浸食防止を目的とする場合、急勾配、岩盤、硬質土壌などのり面条件が不良の場合、早期に全面緑化を期待する場合などに適用される。

植栽工は、景観向上を目的とする場合、早期に緑量を確保する場合、種子からの導入が困難な植物を導入する場合に適用される。

当該法面の植生工法については、播種工にて施工する。

### (2) 播種工の選定

播種工を設計するに際し、播種工の施工形態によって適否があること、のり面の勾配、土質、地質、土壌硬度などによって、植物の発芽・生育に影響があること、使用植物の種類によって適用困難な工種があることなどを認識し、工種および使用材料を選定することが必要である。

植物の発芽、生育は、温度、水分、肥料分、光などの条件によって異なるほか、木本類と草本類とでも大きく違う。そのため、施工対象地の立地条件を十分に検討した後、適する工法を選定することが重要である。たとえば、使用する植物として自活能力のある先駆植物・肥料木を使用するかどうか、のり面を形成している地山に肥料分があるかどうか、根が侵入する余地があるかどうかなどをチェックして工法を選定する。

播種工のうち機械施工によるものは、施工規模が大きく省力化や施工能率の向上を図る場合などに適用され、人力施工は施工規模が小さい箇所や機械搬入が困難な箇所などに適用される。

以上、工法選定にあたっては、表 6-2 に示した当該のり面の概要を考慮し図 6-1 による植生工選定フローに基づいて検討した結果、植生基材吹付工を採用する。なお、吹付厚については、平均的な値である 4cm とする。

表 6-1 に使用材料を図 6-2 に工法の詳細を示す。

植生基材吹付工：吹付厚 4cm

(1.0m<sup>3</sup> 当り)

材 料	規 格	単 位	数 量	備 考
種子		式	1.0	表 8-3 配合計算参照
基盤材	生育基盤材	L	2000	
肥料	PK 化成肥料	kg	4	
浸食防止剤	高分子系樹脂	kg	4	

表 6-1 使用材料

表 6-2 のり面概要

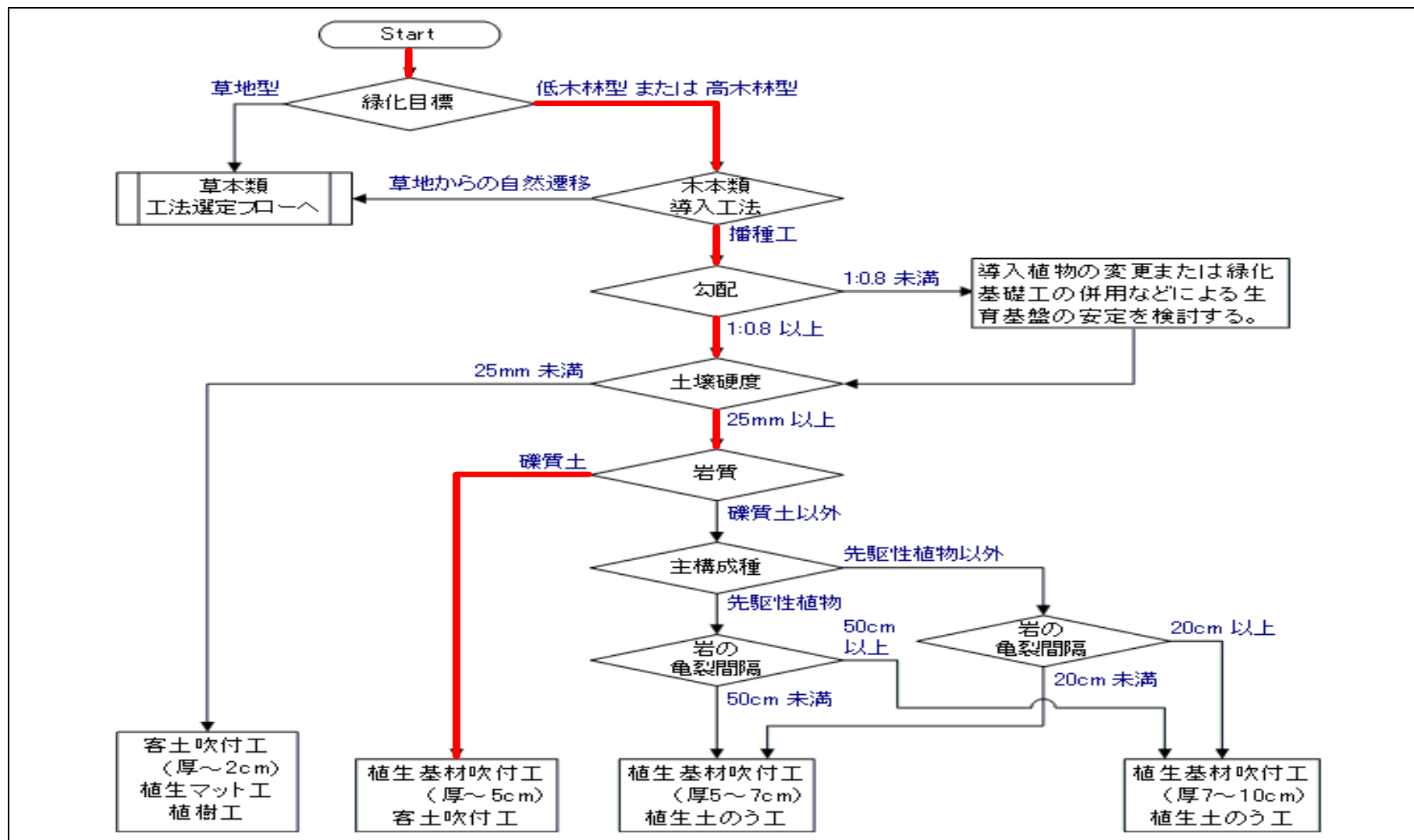
緑化目標	低木林型	
のり面勾配	1 : 1.0	
土壌硬度	25mm	
土質	砂質土	
のり面の種類	切土のり面	
亀裂間隔		
主構成種の植物形態 )	先駆性植物	
のり高	7.0m	
土壌酸度	pH 7.0	
のり面方位	南向き	

)本検討書においては、先駆植物、肥料木を先駆性植物として検討した。

先駆植物とは、崩壊地などで遷移の初期に、侵入して群落をつくる植物群を一般的に先駆植物とよんでいる。先駆植物には一年生の植物が多く、2~3年の後には、多年生植物になっていく。また草原に森林構成種が侵入する場合を指すこともある。先駆植物は一般に陽性植物であり、極端な乾燥や貧栄養的条件にも耐えられるものが多い。岩石地や、溶岩流、火山砂等では傘上や樹枝の地衣類、藍藻類、コケ類であることが多い。前二者は窒素固定能力がある。森林の場合の先駆植物は、陽樹で、幼時の成長の速い、カンバ、ハンノキ類、カラマツ等が代表的である。

肥料木草(肥料木)とは、共生遊離窒素の固定を行い地力の増進と生育促進の機能をもつマメ科、非マメ科の根粒植物が肥料木草と呼ばれる。緑化対象地の多くは土壌養分が乏しく、いきなり最終目的の植物を導入しても、容易に生育できない場合が多い。このような場合に、先行的に肥料木草を導入して土壌を改良した後、最終目的の植物を導入する方法が取られる。また、肥料木草を目的植物と同時に用いて、共存効果を図る場合もある。

(緑化技術用語事典より引用)



道路土工 のり面工・斜面安定工指針 一部加筆

図 6-1 植生工選定

## 工法名：植生基材吹付工

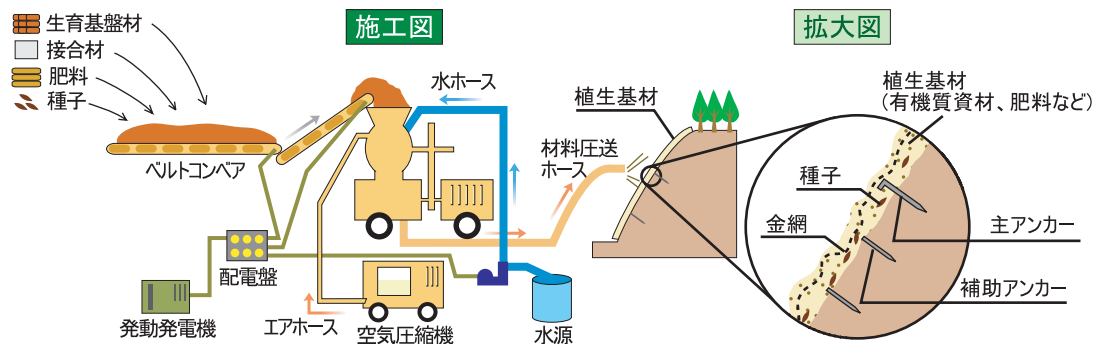


図 6-2 工法詳細

### 【形態・特徴】

基材吹付工は、バーク堆肥、ピートモスなどの有機質資材または土砂(砂質土)に土壤改良材や浸食防止材などを混合し、モルタル吹付機によって吹き付ける工種である。岩盤、崖錐などの無土壌斜面の緑化によく使われることから、岩盤緑化工とも呼ばれている。

本工程は、浸食防止材にセメントまたは高分子樹脂を用いているので、耐浸食性が高く、急勾配の斜面でも厚い生育基盤を造成することができる。吹付厚は、施工地の条件に応じて3~10cm程度に適宜設定できることも大きな特徴で、モルタル吹付面などでは10cm以上に設定されることが多い。

### 【適用】

基材吹付工は、生育基盤の耐浸食性、保肥性、保水性を重視した工種で、主として岩盤などの無土壌斜面に適用されるが、モルタル吹付面やコンクリート壁面などの緑化にも応用される。

### 【設計・施工上の留意点】

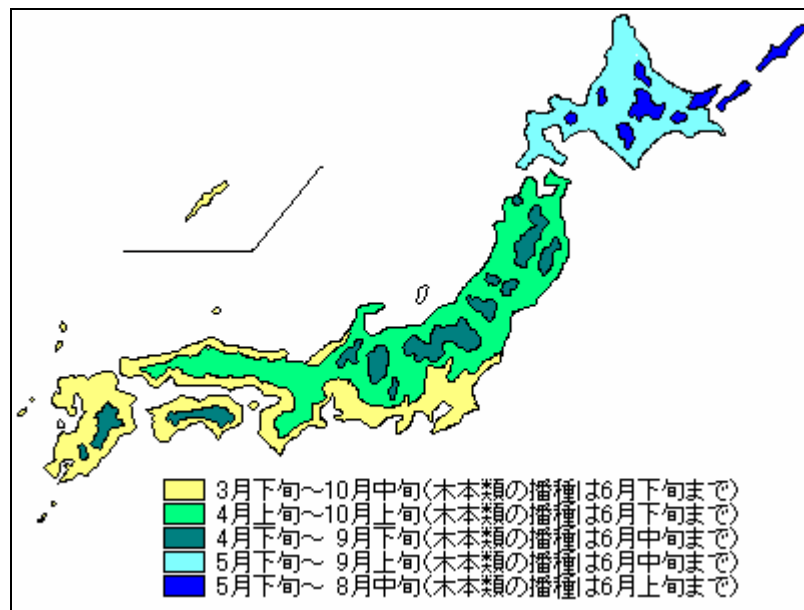
- (1) 植生基材の混合調整に当たっては、生育基盤材、肥料、種子、接合材を投入した後、水を加えて1分間以上攪拌する。
- (2) 施工単位(1バッチ)は0.1m<sup>3</sup>を標準とする。これより大きな施工単位にすると材料の混ぜ合せが不均一になり易い。
- (3) 吹き付けは、ノズルを吹付面に垂直になるように保ち、ノズルと地山の間隔は0.8~1.0mを目安とする。
- (4) 配合水は、生育基盤材の含水量に応じて調整するが、少ないと接合効果が低くなり、多すぎると発芽や生育の障害となるので十分な注意が必要である。
- (5) 乾燥期や高温期の施工で、発芽や生育が遅れた場合でも安易に散水養生をすべきでない。散水養生を行うと、植物が虚弱な個体となり易く以後の乾燥時に枯死することがある。

(自然をつくる緑化工ガイドより引用)



## 7 施工時期の設定

一般に、植物が発芽するには適度の水分と、平均気温が5～15 以上の日が1～2週間必要である。さらに生育を続けるには、こうした水分と気温などの条件が2～3カ月以上続くことが必要である。したがって、播種時期を夏期や冬期にすることは良い結果が期待できない。特に、木本類は、夏を過ぎて播種した場合には全く発芽をしないもの(ハンノキなど)や、発芽してもある程度生長はするが冬期に大半が死滅するもの(ハギ類など)がほとんどであるから、施工時期の設定は最も重要なことである。図 7-1 に施工時期の目安を示す。



道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (日本道路協会)

図 7-1 施工時期の目安

一般に、草本類主体の施工は3月～6月および9月～10月の期間が適期で、木本類を成立させるには3月～6月の期間とすることが適切である。

当該のり面の施工時期は、木本類、草本類共に播種適期である6月とする。

## 8 種子配合の計算

播種量は、発生期待本数を基本として、次の算式から算出する。

$$W = \frac{A}{B \times C \times D \times E \times F \times G}$$

W：使用種子ごとの播種量（g/m<sup>2</sup>）

A：発生期待本数（本/m<sup>2</sup>）

B：吹付厚に対する補正率

C：立地条件に対する補正率

D：施工時期の補正率

E：使用種子の発芽率

F：使用種子の単位粒数（粒/g）

G：使用種子の純度

A～Gの内容は、次のとおりである。

### (1) A：発生期待本数

目標群落を成立させるのに必要な発生本数で、播種後 1 年位の間地表上に芽を出す個体の総数を指す。被圧等により途中で枯損する数も含む値である。

木本群落を成立させる場合には、主構成種の発生期待本数の合計総数を 50～100 本/m<sup>2</sup>、補完する木本種の合計を 50～100 本/m<sup>2</sup>、草本種の合計を 100～200 本/m<sup>2</sup> 程度を目安として決定する。

(2)B：吹付厚に対する補正率

植物の発芽・成立は、植生基材吹付工法の違い、つまり吹付基材の質の違いによって発芽してくる深さなどが大きく異なることが知られている。また、吹付ける厚さなどによっても発芽・成立は大きく左右されるので、使用する工法、基材、厚さにより補正する。

使用植物の発芽深を表 8-4 を参考に定め、補正率については、発芽深を吹付厚で除して算出する。表 8-1 に吹付厚に対する補正率を示す。

表 8-1 吹付厚に対する補正率

植生基材吹付工：吹付厚 4cm

使用区分	植物名	B	
		発芽深 (cm)	工法厚さ 補正
主構成種	コマツナギ	2.00	0.50
	ヤマハギ	2.00	0.50
補全種	イタチハギ	2.00	0.50
	トウネズミモチ	2.00	0.50
草本類	クリーピングレッドフェスク(CRF)	2.00	0.50
	メドハギ	2.00	0.50

工法厚さ補正は、発芽深 ÷ 吹付厚 で算出



(4)D：施工時期の補正率

表 8-4 を参考に播種適期かどうかを判断するが、止む得ず不適期に施工する場合は、草本植物の補正率を 0.9～0.7 に、木本類の補正率を 0.7～0.5 とする。

(5)その他補正率

E：使用種子の発芽率、F：使用種子の単位粒数、G：使用種子の純度については、表 8-4 を参考にして定める。

以上の条件を踏まえた計算結果を表 8-3 に示す。

使用区分	植物名	A 発生期待本数 (本/m <sup>2</sup> )	B 工法厚さ 補正	C 立地条件 補正	D 施工時期 補正	E 発芽率	F 単位粒数 (粒/g)	G 純度	W 播種量	
									(g/m <sup>2</sup> )	(g/m <sup>3</sup> )
主構成種	コマツナギ	80	0.50	1.00	1.00	0.60	190.0	0.95	1.48	37.00
	ヤマハギ	100	0.50	1.00	1.00	0.60	130.0	0.90	2.85	71.25
補全種	イタチハギ	80	0.50	1.00	1.00	0.55	100.0	0.90	3.23	80.75
	トウネズミモチ	50	0.50	1.00	1.00	0.50	25.0	0.90	8.89	222.25
草本類	クリーピングレッドフェスク(CRF)	80	0.50	1.00	1.00	0.80	1000.0	0.95	0.21	5.25
	メドハギ	80	0.50	1.00	1.00	0.70	600.0	0.90	0.42	10.50
合 計		470							17.08	427.00

表 8-3 配合計算

区分	植物名	草丈・樹高 (cm)	生育可域(温量指数)	形態等	耐 瘦 地	耐 乾 性	耐 陰 性	耐 暑 性	耐 寒 性	耐 酸 性	播種適期 (月)	単位 粒数 (粒/g)	発芽率 (%)	純 度 (%)	発芽深 (cm)
木 本 類	コマツナギ	20 ~ 40	冷温帯 ~ 暖温帯	70 ~ 180	在来低木肥料木						3 ~ 6	210	60 ~ 80	80	2 ~ 3
	ヤマハギ	150 ~ 250	冷温帯 ~ 暖温帯	45 ~ 180	在来低木肥料木						3 ~ 6	150	50 ~ 70	90	2 ~ 3
	イタチハギ	150 ~ 250	冷温帯 ~ 暖温帯	45 ~ 180	外来低木肥料木						3 ~ 7	90	60 ~ 80	90	2 ~ 4
	ヤマハンノキ	300 ~ 600	冷温帯 ~ 暖温帯	45 ~ 130	高木先駆肥料木						3 ~ 6	1,200	30 ~ 50	90	0.2 ~ 0.5
	ヤシャブシ	200 ~ 450	冷温帯 ~ 暖温帯	45 ~ 180	高木先駆肥料木						3 ~ 6	1,000	30 ~ 50	85	0.2 ~ 0.5
	シラカンバ	300 ~ 600	冷温帯	45 ~ 100	高木先駆樹種				×		3 ~ 6	2,300	30 ~ 50	85	0.2 ~ 0.5
	トウネズミモチ	200 ~ 400	暖温帯	85 ~ 180	外来常緑高木						3 ~ 6	25	50 ~ 70	90	2 ~ 4
	シャリンバイ	100 ~ 200	暖温帯 ~ 亜熱帯	85 ~ 200	常緑低木						3 ~ 6	2.6	70 ~ 90	90	2 ~ 4
	ヤブツバキ	150 ~ 350	暖温帯	90 ~ 180	常緑高木						3 ~ 6	0.5	60 ~ 80	90	
	シラカシ	200 ~ 500	暖温帯	90 ~ 180	常緑高木					×	3 ~ 6	1.0	60 ~ 80	90	
外 来 草 本 類	クレーピングレッドフェスク(CRF)	30 ~ 80	亜寒帯 ~ 暖温帯	20 ~ 140	外来草本常緑						3 ~ 9	1,300	50 ~ 80	80	2 ~ 4
	オーチャードグラス(OG)	60 ~ 100	亜寒帯 ~ 暖温帯	45 ~ 140	外来草本常緑						3 ~ 9	1,400	50 ~ 80	80	2 ~ 4
	トールフェスク(TF)	80 ~ 120	亜寒帯 ~ 暖温帯	45 ~ 140	外来草本常緑						3 ~ 9	400	60 ~ 90	85	2 ~ 4
	ケンタッキーブルーグラス(KBG)	30 ~ 40	亜寒帯 ~ 冷温帯	30 ~ 100	外来草本常緑		×		×		3 ~ 6	4,300	50 ~ 70	85	2 ~ 4
	ベレニアルライグラス(PRG)	40 ~ 60	亜寒帯 ~ 冷温帯	50 ~ 100	外来草本常緑				×		3 ~ 6	460	70 ~ 90	90	2 ~ 4
	ウィーピングラブグラス(WLG)	80 ~ 110	暖温帯 ~ 亜熱帯	100 ~ 240	外来草本			×		×	3 ~ 9	3,300	70 ~ 90	85	2 ~ 4
	バミューダグラス(BG)	10 ~ 30	暖温帯 ~ 亜熱帯	110 ~ 240	外来草本			×		×	3 ~ 8	4,800	60 ~ 80	80	2 ~ 4
	パヒアグラス(BAH)	30 ~ 50	暖温帯 ~ 亜熱帯	110 ~ 240	外来草本					×	3 ~ 8	300	50 ~ 80	90	2 ~ 4
	ホワイトクローバ(WC)	20 ~ 30	冷温帯 ~ 暖温帯	50 ~ 130	外来草本						3 ~ 6	1,400	70 ~ 90	80	2 ~ 4
在 来 草 本 類	ススキ	80 ~ 200	冷温帯 ~ 亜熱帯	45 ~ 200	在来草本						3 ~ 6	1,000	20 ~ 50	90	1 ~ 2
	ヨモギ	80 ~ 150	亜寒帯 ~ 暖温帯	30 ~ 180	在来草本						3 ~ 7	3,500	70 ~ 80	85	2 ~ 4
	イタドリ	60 ~ 100	亜寒帯 ~ 暖温帯	15 ~ 150	在来草本						3 ~ 6	500	40 ~ 70	85	2 ~ 4
	メドハギ	50 ~ 100	冷温帯 ~ 暖温帯	45 ~ 180	在来草本肥料草						3 ~ 6	720	60 ~ 90	95	2 ~ 3

注) 発芽深は、新・斜面崩壊防止工事の設計と実例(建設省河川局砂防部)およびのり面保護工施工管理技術テキスト(全国特定法面保護協会)より引用した。

道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (日本道路協会)

表 8-4 植物性状表

## 9 緑化基礎工の設定

のり面へ植物を導入するには、勾配、基盤(土壌)、気象などが目的とする植物、または植物群落の成立に適合していることが前提条件である。しかし、多くの場合切土、盛土によって出現したのり面は、これらの前提条件を全て満たしていることは少ない。そこで、植物の生育に適するような生育環境を整えてやる必要がある。

緑化基礎工は、不良な生育環境下に植物を導入する場合、植物の生育に適するように生育基盤の安定・改善や気象条件の緩和を図る方法である。

緑化基礎工の目的を大別すると、次の3つに分けることができる。また、その工種には表 9-1 に示す工法が挙げられる。それぞれの目的や現場の状況に対応した工法を選定する。

- (a) 生育基盤の安定化  
生育基盤の浸食、崩壊を防止する。
- (b) 生育基盤の改善  
土壌が物理的、化学的に好ましい生育基盤を造成する。
- (c) 厳しい気象条件の緩和  
風、雨、日照、温度、湿度等、植物の発芽、生育に支障を与える要因を緩和する。

当該のり面での緑化基礎工の目的として、

- ・ のり面の浅部で発生する崩壊に対し、形状、規模に対応できる構造
- ・ のり表面の流下水、凍上等によるはく落防止
- ・ 造成基盤の保持、落石防止

と考え、工法として、

- ・ 金網張工(ネット張工)
- ・ 吹付砕工(のり砕工)

を採用する。



表 9-1 緑化基礎工の種類と特徴

種類		特徴	留意点
排水工		地下水の増加によるすべり面崩壊やのり表面の流下水による浸食防止。通気性の向上や酸性水等の排除。	確実な集水、のり面へ浸潤させない構造。排水溝では溢水のない断面と漏水のない構造および確実な流末処理。
のり 砕 工	吹付砕工 現場打ちコンクリート砕工	のり面の浅部で発生する崩壊に対し、形状、規模に対応できる構造とすることが可能。 枠内に植生工の適用ができる。吹付砕工ではのり面の高さ凹凸に幅広く対応できる。	膨張性または収縮性の岩、あるいは、凍結深が深くなる土砂ののり面への適用は十分に検討する必要がある。
	プレキャスト砕工	植生基盤となる土砂や植生土のうをのり面に固定保持することができる。	のり面に発生する土圧には対応できないので、はらみ出し、凍上などを生ずる場合は避ける。 勾配 1:1.0 よりゆるいのり面で枠が洗掘などで沈下しない箇所に適用。
編柵工		崩落土砂の部分固定や流下水勢の緩和あるいは落石、崩雪の緩衝。	植生工との併用を原則とする。将来的な機能確保のため木本類の導入（播種、苗木植付け）を併用することが望ましい。
ネ ッ ト 張 工	金網張工	のり表面の流下水、凍上等によるはく落防止および造成基盤の保持、落石防止に効果がある。	網目が小さすぎたり、永続性の良いものは、木本類の成長に支障となる場合もある。
	繊維ネット張工	のり表面の流下水によるはく落防止や造成基盤の保持に効果がある。	剛性がないので、凍上や落石への対応は難しい。
防風工		網目の細かいネット張工やフェンス工等は、幼芽、稚樹の乾燥や風衝の緩和に役立つ。	風向、風力、効果程度や範囲をよく見極める。
植生土のう工		のり面での根の領域確保と固定保持。	袋の網目、耐久性を検討。 勾配 1:0.8 よりゆるいのり面に適用。

道路土工 のり面工・斜面安定工指針（日本道路協会）

## 10 植生管理工

### 10.1 発芽・生育の評価

植生工は、一般的な土木工事と異なり、工事の完了によって直ちに成果物が得られるわけではなく、施工後徐々に期待する成果物（目標とする植物群落）に近づくところに特徴がある。したがって、工事成績の判定は使用植物、工法、施工時期などによって大きく異なることを認識しなければならない。

#### (1)成績判定の留意点

- (a)成績判定は、使用植物、施工時期、施工目的等に応じて、一定期間を経過した時点で行う(木本植物の出芽確認には、月平均気温 15 以上、で最低 3 ヶ月経過後がよい。)
- (b)植物の生育状態は、のり面の方位、地形、地質、水分状態等によって初期には部分的にむらが生じることもあるので、のり面の全体状態の判断を重視する。
- (c)目標とする植物群落を形成することができるか否かに判断の主眼をおく。
- (d)全体的に成立本数が不足する場合で、施工後の気象等の影響によることが明らかな場合には一定期間様子を見る。それ以外の場合は、その原因を確かめて追播・補植等を行う。
- (e)配合した植物種のすべてが発芽、生育している必要はないが、目標とする植物群落を形成する植物種が大半であることを確認する。
- (f)配合した植物種以外のものが 10%を超える場合には、それらがどのように影響するかを検討し、対策を講じる。
- (g)草本類の生え過ぎを見落とさないようにする。草本植物と木本植物の混播の場合、草本植物が生えすぎると木本植物が成立しないので注意する。
- (h)植生の衰退、立ち枯れ、病虫害等の現象の発見に努める。
- (i)植生工を施した部分が流亡していたり、崩落していたりする場合は、のり面の排水機能に問題がある場合が多いのでよく確かめる。

(2)成績判定の時期と目安

成績判定の時期と植物の生育状態は、施工地域、施工時期、施工後の気象などによって異なるが、適期施工3ヶ月後の判定の目安を表10-1に示す。

表 10-1 播種後の成績判定の目安

木本群落型	可	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 植被率が30～50%であり、木本類が10本/m<sup>2</sup>以上確認できる。</li> <li>・ 植被率が50～70%であり、木本類が5本/m<sup>2</sup>以上確認できる。</li> </ul>
	判定保留	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 草種に70～80%覆われており、木本類が1本/m<sup>2</sup>以上確認できる。この場合、翌年の春まで様子を見る。</li> <li>・ 所々に発芽が見られるが、のり面全体が裸地状態に見える。この場合は、1～2ヶ月様子を見る(不適期施工の場合)。</li> </ul>
	不可	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生育基盤が流亡して、植物の成立の見込みがない。この場合は再施工する。</li> <li>・ 草本植物の植被率が90%以上で、木本植物が被圧されている。この場合、草刈り後様子を見て対策を講じる。</li> </ul>
草地型	可	のり面から10m離れると、のり面全体が「緑」に見え、植被率が70～80%以上である。
	保判定	1m <sup>2</sup> 当たり10本程度の発芽はあるが、生育が遅い。この場合は1～2ヶ月様子を見る。また植被率が50～70%程度である。
	不可	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生育基盤が流亡して、植物の成立の見込みがない。この場合は再施工。</li> <li>・ 植被率が50%以下である。</li> </ul>

道路土工 のり面工・斜面安定工指針 (日本道路協会)

## 10.2 植生工の維持管理

### (1) 維持管理の基本

植生によるのり面保護工では、徐々に目的とする状態へ向かうことを期待して施工されるものであり、施工後の気象条件や周辺環境の変化などによって目的が十分に達せられない状態となることもある。

こうした状態への移行を未然に防止し、目的とする方向へ導くために必要な点検、補正、補修を行うことが維持管理の基本であり、以後の維持管理を軽減させるためにも必要なことである。

### (2) 維持管理の方法

植生のり面には、安定機能のほかに環境、景観の保全機能を期待することが多く、そのためにどのような植物群落を造成するかの目標がある。

したがって、維持管理の方法としては、のり面自体の破損箇所の補修や危険予防作業のほかに、目標とする植物群落へ近づける作業や、目標が達成されている植物群落を維持するための作業がある。

一般に、植生の良否に起因する事項としては、植生の不ぞろい、植生の衰退、凍上、凍結などによるのり面浸食、浸透水の増加による表層滑落などがある。

植生工の造成目標に応じて、現況の植生状況から実施することが望ましい維持管理方法の目安を、表 10-2 に示す。

表 10-2 維持管理方法の目安

管理目標	植生の状況	原因、留意事項	維持管理方法
草本型の維持	裸地が多い。	施工時期が悪く、温度不足による。	温度条件のよくなる時期まで様子を見て、発芽がなければ再施工する。
		乾燥状態が続いた。 (のり肩の近くだけ乾燥することがある)	降雨条件のよくなる時期まで様子を見て、発芽がなければ再施工する。散水する。
		幼芽期までに滅亡した。	再施工する。
		土質条件に適していない工法で施工された。 (のり肩付近だけ土質が異なっていることがある。)	工法を再検討し、再施工する。
	草丈が伸びない。	乾燥しやすい場所、または土質である。	散水する。むしろなどで覆う。 客土で根の層を厚くする。
		葉色がうすい(肥料切れ)。	追肥を行う。
		土質条件に適していない工法で施工された。	工法を再検討し、再施工する。
	衰退、枯死している。	冬期には枯死する植物が使われている。	安定に支障がなければ春まで様子を見る。
		1年生植物が使われている。	刈り取り、種子を変えて再施工する。
		乾燥による。	むしろなどで覆う。散水する。
		凍上で根が剥離している。	むしろ、金網張などで施工する。
		病虫害による。	薬剤散布をする。
		成立本数の過多(むれる)	刈り取り後、粒数を検討して再施工する。
	土質条件に適していない工法で施工された。	工法を再検討し、再施工する。	
希望しない植物の侵入がある	クズなどにより被圧される。 景観上好ましくない。	除去、抜き取り、枯殺剤散布、刈り込み	
草丈が大きくなりすぎる	視距管理上問題となる。 景観上好ましくない。	刈り込み 生長抑制剤の散布	
草本型から遷移を希望	裸地が多い	温度不足、乾燥、工法不適 侵入植物は裸地があるとところに多くなる。	裸地がのり面を不安定にする場合は、散水、追肥、再施工などでとりあえずは被覆する。 のり面の安定に不安がなければ放置し様子を見る。(遷移は早い)
		乾燥、肥料切れ、工法不適、侵入植物が期待できる。	安定に支障がなければ放置し様子を見る。
	衰退、枯死している	乾燥、1年草、冬期に枯れる植物の使用	安定に支障がなければ放置し様子を見る。
		成立本数過多、工法不適 凍上で根が剥離している。	草刈り、様子を見る。 金網張りを施工する。
	希望しない植物の繁茂がある	クズなどにより被圧されている。	除去、枯殺剤を散布して様子を見る。
	よく繁茂している	侵入植物の侵入は難しい。	草刈り後、希望植物の播種または植栽。 生長抑制剤を散布して様子を見る。
		特定の植物導入を希望	播種、植栽

管理目標	植生の状況	原因、留意事項	維持管理方法
木本型の維持	裸地が多い (草本木本 ともに発生 が少ない)	施工時期が悪く、温度不足による。	温度条件のよくなる時期まで様子を見て、そのときの状態で検討する。
		乾燥状態が続いた。	降雨状況のよくなる時期まで様子を見て、そのときの状態で検討する。
		幼芽期までに滅亡した。 土質条件に適していない工法で施工された。	再施工する。 工法を再検討、再施工する。
	木本類がない	施工後1年以内	2年目の春まで待って発芽がなければ、手播きをする。
		草本の生長がよく、被圧された(草種過多、肥料のまちがい、秋施工、高温多湿が原因)。 草本の生長はよくないが、木本類が見当たらない(工法不適、秋施工)。	草刈り、手播きをする。除草剤を散布して様子を見る。 後に木本のみ播種2年目の春まで待って発芽がなければ、手播きをする。
	木本類の発生にむらがある	地山の水分条件による。 施工むらによる。	3年目の春まで待って発芽のない部分に手播きをする。
	木本類の発生が多すぎる	土質、気象条件が良好	5年程度は自然淘汰を待つ。その後間伐、除伐
	下草がなくなった	木本類の密生	間伐、除伐
	希望しない植物の侵入がある	クズなどにより被圧される。	除去、枯殺剤の散布
木本類が枯れはじめた	密生、病虫害、遷移時期、アレロパシー、倒木のおそれ	原因の見極め、将来予測により検討、除伐、間伐	

新・斜面崩壊防止工事の設計と実例（建設省河川局砂防部）

## 参考・引用文献

- ・道路土工 - のり面工・斜面安定工指針  
（社）日本道路協会 （H11.3）
- ・新・斜面崩壊防止工事の設計と実例 - 急傾斜地崩壊防止工事技術指針 - 本編  
建設省河川局砂防部 監修 , (社) 全国治水砂防協会 （H8.7）
- ・のり面保護工施工管理技術テキスト  
（社）全国特定法面保護協会 （H10.10）
- ・自然環境を再生する緑の設計 - 斜面緑化の基礎とモデル設計 -  
山寺喜成・安保 昭・吉田 寛 , (社) 農業土木事業協会 （H5.11）
- ・緑化技術用語事典  
日本緑化工学会 編 , 山海堂 （H2.4）
- ・日本の植生図鑑 <I>森林  
中西 哲・大場達之・武田義明・服部 保 , 保育社 （S58.6）
- ・自然をつくる緑化工ガイド  
林野庁 監修 , (財) 林業土木コンサルタンツ （1997.3）